

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



“Determinación de parámetros para la elaboración de conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)”

TESIS

PRESENTADO POR:

FLOR TANIA CÁRDENAS MARIÑO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

ABANCAY- PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE
APURÍMAC**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



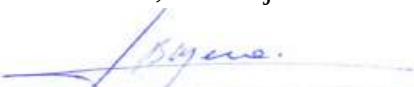
Tesis

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA ELABORACIÓN DE
CONSERVAS DE RODAJAS Y ZUMO CONCENTRADO DE YACÓN
(*Smallanthus sonchifolius*)”**

Presentado por **FLOR TANIA CÁRDENAS MARIÑO**, para optar el título de:
Ingeniero Agroindustrial

Sustentado y aprobado el 18 de enero del 2019, ante el jurado:

Presidente:


Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres

Primer miembro:


Ing. Juan Silver Barreto Carbajal

Segundo miembro:


MSc. Cándida López Loayza

Asesor:


Ing. Alex Ernesto Muñoz Cáceres

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a mis amados y queridos padres y hermanos(as), quienes iluminan y guían mi camino, dándome la fortaleza necesaria para alcanzar mis metas, objetivos y proyecto de vida.

Agradecimiento

A las autoridades de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por las facilidades y apoyo brindado para el desarrollo de la fase experimental del presente trabajo de investigación.

A mi asesor de tesis por compartir su conocimiento de forma desprendida y fraterna.

Al Dr. Reynaldo Silva Paz por su asesoramiento desinteresado y oportuno.

A todas las personas que contribuyeron para la culminación satisfactoria de este estudio.

La autora

ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Problema general	4
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Justificación	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Marco referencial.....	6
2.1.1. El yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	6
2.1.1.1. Clasificación taxonómica del yacón	8
2.1.1.2. Composición química del Yacón.....	8
2.1.1.2.1. Fructooligosacáridos (FOS).....	9
2.1.1.2.2. Propiedades.....	11
2.1.1.3. Variedades del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	12
2.1.1.4. Clasificación de la raíz de yacón	13
2.1.1.5. Zonas de cultivo en el Perú.....	13
2.1.2. Alimentos acidificados y de bajas acidez	14
2.1.3. Principios generales del crecimiento microbiano	15
2.1.3.1. Factores que influyen en el crecimiento microbiano	17
2.1.4. Microbiología de los alimentos procesados térmicamente	19
2.1.5. <i>Clostridium botulinum</i>	21
2.1.5.1. Inactivación de las esporas del <i>Clostridium botulinum</i>	22
2.1.6. Tratamiento térmico	23
2.1.6.1. Cinética de la destrucción de microorganismos	23
2.1.6.1.1. Efecto del tiempo de proceso.....	24
2.1.6.1.2. Esterilidad comercial	24
2.1.6.1.3. Punto de calentamiento más lento	25
2.1.6.1.4. Constante de resistencia térmica Z	25
2.1.6.1.5. Tiempo de reducción decimal (Valor D).....	25
2.1.6.1.6. Valor F.....	26
2.1.7. Métodos para determinar de letalidad (Valor F ₀)	27
2.1.7.1. Método general de cálculo.....	27
2.1.7.2. Método de Ball	29
2.1.8. Evaluación sensorial	29
2.1.8.1. Percepción sensorial	30
2.1.8.2. Caracterización sensorial	31
2.1.8.2.1. Metodologías clásicas de caracterización sensorial.....	31

2.1.8.3. Preguntas marque todo lo que corresponde (Check-All-That-Apply, CATA).....	32
2.2. Marco conceptual.....	33
CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	37
3.1. Definición operacional de variables	37
3.3. Hipótesis de la investigación	38
3.4. Tipo y diseño de la investigación	39
3.5. Población y muestra.	39
3.6. Procedimiento de la investigación.....	39
3.6.1. Materiales, equipos y métodos	40
3.6.1.1. Materia prima e insumos	40
3.6.1.2. Equipos, instrumentos y materiales de procesamiento	40
3.6.1.3. Equipos e instrumentos para análisis físico, químico-proximal y microbiológico.....	41
3.6.2. Técnicas e instrumentos de análisis.....	42
3.6.2.1. Análisis de la materia prima	42
3.6.3. Metodología experimental.....	42
3.6.4. Evaluación sensorial de las conservas de trozos y zumo de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) utilizando preguntas “Marque Todo lo que Corresponde” (Check-All-That-Apply, CATA)	51
3.6.5. Análisis del producto final.....	53
3.6.5.1. Evaluación físico-organoléptica	53
3.6.5.2. Análisis químico-proximal	54
3.6.5.3. Análisis microbiológico.....	54
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	55
4.1. Resultados de la evaluación de la materia prima	55
4.1.1. Resultados físico-organoléptico.....	55
4.1.2. Resultados químico-proximal.....	55
4.1.3. Resultados microbiológicos.....	58
4.2. Resultados de la prueba de evaluación sensorial de las conservas de trozos y zumo de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) utilizando preguntas “Marque Todo lo que Corresponde” (Check-All-That-Apply, CATA)	58
4.3. Calculo del tiempo de tratamiento térmico.....	70
4.4. Análisis del producto final	73
4.4.1. Evaluación físico-organoléptica	73
4.4.2. Evaluación químico-proximal	74
4.4.3. Evaluación microbiológica	76
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1. Conclusiones.....	78
5.2. Recomendaciones	79
PAGINAS COMPLEMENTARIAS	80
Referencia bibliográfica	80
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición química del yacón.....	8
Tabla 2. Valor calórico y poder edulcorante de los fructooligosacáridos (FOS) en comparación con los azúcares más comunes y algunos edulcorantes sintéticos. ...	10
Tabla 3. Características morfológicas de diferentes variedades de yacón	12
Tabla 4. Clasificación de raíz de la yacón	13
Tabla 5. Microorganismos relevantes en alimentos acidificados de baja acidez	14
Tabla 6. Comparativo de resistencia térmica de bacterias en alimentos enlatados.....	15
Tabla 7. Parámetros intrínsecos y extrínsecos que afectan al crecimiento microbiano	17
Tabla 8. Grupos de microorganismos según su intervalo de temperatura adecuada.....	18
Tabla 9. Microorganismos de importancia en el procesamiento de alimentos	20
Tabla 10. Tipos de <i>Clostridium botulinum</i>	21
Tabla 11. Condiciones relacionadas con el crecimiento del <i>Clostridium botulinum</i>	22
Tabla 12. Parámetros de base para el tratamiento térmico.....	23
Tabla 13. Valores D para las esporas de algunos microorganismos	25
Tabla 14. Valores de F ₀ para algunos alimentos enlatados.....	27
Tabla 15. Variables independientes, dependientes, indicadores e índices	37
Tabla 16. Diseño Experimental.....	50
Tabla 17. Resultado del evaluación físico-organoléptico	55
Tabla 18. Resultados del análisis químico-proximal del yacón fresco y valores teóricos de otros investigadores	56
Tabla 19. Resultados del análisis microbiológico.....	58
Tabla 20. Test Q de Cochran para cada atributo.....	60
Tabla 21. Resultados de la prueba independencia entre los atributos y los tratamientos	61
Tabla 22. Resumen final	69
Tabla 23. Resultados de la composición químico-proximal	75
Tabla 24. Resultados de la prueba de esterilidad comercial	77
Tabla 25. Resultados de la evaluación sensorial mediante el método CATA.....	87
Tabla 26. Análisis del atributo color anormal.....	99
Tabla 27. Análisis del atributo almíbar consistente	100
Tabla 28. Análisis del atributo sabor extraño	100
Tabla 29. Análisis del atributo textura blanda	100
Tabla 30. Análisis del atributo desabrido.....	100
Tabla 31. Análisis del atributo olor característico	101

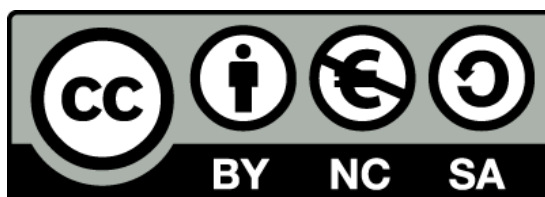
Tabla 32. Análisis del atributo buena presentación	101
Tabla 33. Análisis del atributo sabor característico	101
Tabla 34. Análisis del atributo textura semi-blanda	101
Tabla 35. Análisis del atributo ácido	102
Tabla 36. Análisis del atributo muy dulce	102
Tabla 37. Análisis del atributo astringente.....	102
Tabla 38. Análisis del atributo almíbar diluido.....	102
Tabla 39. Análisis del atributo color anormal.....	103
Tabla 40. Análisis del atributo dulce	103
Tabla 41. Análisis del atributo color característico.....	103
Tabla 42. Análisis del atributo textura firme	103
Tabla 43. Análisis del atributo mala presentación	104
Tabla 44. Monitoreo de F_0	105

ÍNDICE DE FIGURAS O GRÁFICOS

	pág.
Figura 1. Curva de crecimiento microbiano.....	16
Figura 2. Curva de temperatura interna del alimento y temperatura de retorta (método general).....	28
Figura 3. Diagrama de flujo cualitativo de la fase experimental.....	43
Figura 4. Diagrama de flujo cuantitativo de la fase experimental.....	44
Figura 5: Resultados del análisis químico-proximal del yacón fresco y valores teóricos de otros investigadores.....	56
Figura 6: Mapa de análisis de los atributos.....	62
Figura 7. Análisis de Coordenadas Principales (ejes F1 y F2).....	63
Figura 8. Frecuencias con las que ocurre P(No) (Si) y P(Si) (Si) en cada atributo.....	64
Figura 9. Efectos sobre la media (atributos necesarios).....	65
Figura 10. Efectos sobre la media vs % (atributos necesarios).....	66
Figura 11. Efectos sobre la media (atributos negativos).....	67
Figura 12. Efectos sobre la media vs % (atributos negativos).....	68
Figura 13. Resumen de efectos sobre la media vs % (atributos necesario y negativos).....	69
Figura 14. Curva de letalidad térmica.....	72

**“Determinación de parámetros para la elaboración de conservas
de rodajas y zumo concentrado de yacón
(*Smallanthus sonchifolius*)”**

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons.



INTRODUCCIÓN

La investigación surge a partir del conocimiento de las características sobresalientes en cuanto a antioxidantes, alto contenido de fructooligosacáridos y baja capacidad calórica del yacón; propiedades que no son aprovechados por los agricultores quienes reportan importantes pérdidas post cosecha por deterioro de la calidad. Además, la comercialización de yacón en la región de Apurímac, se realiza en forma fresca, a precios ínfimos, lo que incide negativamente en la rentabilidad y sostenibilidad de esta actividad.

También se evidencia la ausencia de alternativas tecnológicas que permitan no solo diversificar los productos de yacón, prolonguen su tiempo de conservación y a la vez otorguen mayor valor agregado, presentándose como una alternativa viable la tecnología de elaboración de conservas alimenticias aplicando metodologías de procesos adecuados.

Por esta razón, se estudió el empleo del yacón como materia prima de un producto que conserve la calidad sensorial, químico-proximal y microbiológica, a través de un proceso tecnológico apropiado que cumpla con los requisitos y/o estándares de calidad de la autoridad competente (DIGESA).

La presente investigación se divide en cinco capítulos:

En el Capítulo I, se expone la descripción y formulación del problema, los objetivos de la investigación y la justificación.

El Capítulo II, contiene el marco teórico donde se fundamenta todos los conceptos a utilizarse en la presente investigación.

El Capítulo III, corresponde al diseño metodológico que comprende la definición operacional de variables, hipótesis de la investigación, tipo y diseño, población, muestra, procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de datos y método de análisis de datos.

El capítulo IV, corresponde a la interpretación de los resultados y discusión de resultados.

El Capítulo V, se establecen las conclusiones y recomendaciones. En el Capítulo VI, contiene referencias bibliográficas; así mismo, los anexos correspondientes: los instrumentos de medición de las variables, la validación del juicio de expertos y las bases de datos correspondientes.

RESUMEN

La investigación titulada “Determinación de parámetros para la elaboración de conservas de trozos y zumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)” se desarrolló con el objetivo de “Determinar los parámetros óptimos para la elaboración de conservas de trozos y zumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en función del pH y concentración del líquido de gobierno”. La investigación se realizó bajo el enfoque cuantitativo y método hipotético deductivo con un tipo de investigación básica y nivel descriptivo. El diseño de investigación fue del tipo experimental; el muestreo fue no probabilístico por conveniencia y se trabajó con un panel no entrenado compuesto por 32 jueces. Se aplicó el estadístico de prueba Q de Cochran, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna; que los diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno si influyen significativamente en las características sensoriales de las conservas, y los parámetros óptimos para la elaboración de las conservas de yacón son los siguientes: Concentración del líquido de gobierno (zumo): pH 5 y 10 °Brix, con un nivel de significancia de 0.05 y $p = 0.0001 < 0.05$. Es decir que seis de los 18 atributos sensoriales son necesarios o imprescindibles (almíbar consistente, olor característico, buena presentación, sabor característico, dulce, color característico) y cinco atributos son negativos (color anormal, sabor extraño, desabrida, mala presentación, olor anormal). Los restantes son indiferentes (textura blanda, textura semi-blanda, ácido, muy dulce, astringente, almíbar diluido, textura firme), es decir que pueden o no estar presente en el producto ideal. El tiempo óptimo de esterilización, en envases de hojalata tipo tuna de ½ libra de capacidad (307x113), fue de 34 minutos, a una temperatura de 240 °F. La conserva presentó 0.048 pulgadas de espesor de cierre y 0.116 pulgadas de altura de cierre; en promedio un vacío de 4 pulgadas de Hg, 4 mm de espacio libre, los cuales se encuentran dentro de los valores estándares. Así mismo, con un buen contenido, presentando una textura, olor, dulzor y sabor; firme, bueno, satisfactorio y normal, respectivamente. En cuanto al líquido de gobierno, este, presento un sabor dulce, con pH 5 y 10 °Brix. Además con 92.06 % de humedad, 0.33 % de proteína, 0.09 % de grasa, 0.66 % de ceniza, 6.86% de carbohidrato y 29.57 kcal; la prueba de esterilidad dio la calificación de comercialmente estéril; por tanto, el producto es de buena calidad y sin riesgo para la salud pública.

Palabras clave: pH, °Brix, atributos sensoriales, zumo, esterilización.

ABSTRACT

The research entitled "Determination of parameters for the preparation of preserved pieces and yacon juice (*Smallanthus sonchifolius*)" was developed with the objective of "Determine the optimal parameters for the preparation of preserved pieces and yacon juice (*Smallanthus sonchifolius*), depending on the pH and concentration of the steering fluid". The research was conducted under the quantitative approach and hypothetical deductive method with a basic type of research and descriptive level. The research design was of the experimental type; sampling was non-probabilistic for convenience and worked with an untrained panel composed of 32 judges. The Cochran Q test statistic was applied, rejecting the null hypothesis and accepting the alternative hypothesis; that the different pH and concentrations of government liquid if they significantly influence the sensory characteristics of the preserves, and the optimal parameters for the elaboration of the yacon preserves are the following: Concentration of the governing liquid (juice): pH 5 and 10 °Brix, with a level of significance of 0.05 and $p = 0.0001 < 0.05$. That is to say that six of the 18 sensory attributes are necessary or essential (consistent syrup, characteristic odor, good presentation, characteristic flavor, sweet, characteristic color) and five attributes are negative (abnormal color, strange taste, tasteless, bad presentation, abnormal smell). The rest are indifferent (soft texture, semi-soft texture, acid, very sweet, astringent, diluted syrup, firm texture), that is, they may or may not be present in the ideal product. The optimal sterilization time, in tuna tinplate containers of ½ pound capacity (307x113), was 34 minutes, at a temperature of 240 °F. The conserve presented 0.048 inches of closure thickness and 0.116 inches of closure height; on average a vacuum of 4 inches of Hg, 4 mm of free space, which are within the standard values. Likewise, with a good content, presenting a texture, smell, sweetness and flavor; firm, good, satisfactory and normal, respectively. As for the government liquid, this, I present a sweet taste, with pH 5 and 10 ° Brix. Also with 92.06 % humidity, 0.33 % protein, 0.09 % fat, 0.66 % ash, 6.86 % carbohydrate and 29.57 kcal; the sterility test gave the rating of commercially sterile; therefore, the product is of good quality and without risk to public health.

Key words: pH, °Brix, sensory attributes, juice, sterilization.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Las características sobresalientes en cuanto a antioxidantes, alto contenido de fructooligosacáridos y baja capacidad calórica, han hecho del yacón la preferida de los diabéticos y personas que valoran una alimentación sana; no obstante, los agricultores reportan importantes pérdidas post cosecha por deterioro de la calidad. Además, la comercialización de yacón en la región de Apurímac, se realiza en forma fresca, a precios ínfimos, lo que incide negativamente en la rentabilidad y sostenibilidad de esta actividad.

Esta problemática se debe a la ausencia de alternativas tecnológicas que permitan no solo diversificar los productos de yacón, sino que prolonguen su tiempo de conservación y a la vez otorguen mayor valor agregado, uno de ellas sería mediante la elaboración de conservas alimenticias aplicando metodologías de procesos adecuados.

Por otro lado, el problema más importante en la elaboración de conservas es el desconocimiento de los parámetros óptimos de procesamiento que inciden en la calidad nutricional, sensorial y microbiológica del producto, como también en los costos de producción; para la determinación de estos parámetros se requiere el conocimiento de varios factores, entre ellos la naturaleza del producto, las dimensiones del envase, desarrollo y crecimiento microbiano, supervivencia y resistencia al calor de los microorganismos principalmente patógenos que contaminan al alimento, y por lo tanto garantizan la estabilidad del producto procesado.

En este sentido, se estudió el empleo del yacón para diseñar un nuevo producto que conserve la calidad sensorial, químico-proximal y microbiológica, a través de un proceso tecnológico apropiado que cumpla con los requisitos y/o estándares de calidad de la autoridad competente (DIGESA).

1.2. Problema general

¿Cuáles son los parámetros óptimos para la elaboración de conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en función del pH y concentración del líquido de gobierno?

Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características sensoriales de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), elaboradas a diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno?
- ¿Cuál es el tiempo de tratamiento térmico de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), a una temperatura de esterilización de 240 °F, en función del valor F_0 recomendado?
- ¿Cuáles son las características físico-organolépticas, químico-proximal y microbiológicas de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) elaboradas con los parámetros óptimos de procesamiento?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Determinar los parámetros óptimos para la elaboración de conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en función del pH y concentración del líquido de gobierno.

Objetivos Específicos

- Determinar las características sensoriales de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), elaboradas a diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno.

- Calcular el tiempo de tratamiento térmico de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), a una temperatura de esterilización de 240 °F, en función del valor F_0 recomendado.
- Determinar las características físico-organolépticas, químico-proximal y microbiológicas de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) elaboradas con los parámetros óptimos de procesamiento.

1.4. Justificación

El procesamiento de conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón, permitirá obtener un producto sui géneris de alto valor nutritivo, rico en fructooligosacaridos y considerando que se presentan importantes pérdidas post cosecha, su procesamiento permitirá otorgar mayor valor agregado a este importante recurso, en beneficio de los productores que obtendrán mayores ingresos económico que permitirá mejorar su nivel de vida.

Además, la agroindustria del yacón permitirá el incremento de la producción de materia prima y la generación de empleo en toda la cadena productiva.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco referencial

2.1.1. El yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Conforme señalan diversos investigadores, el yacón es una importante raíz que se desarrolla en los valles interandinos, así Velezmoro (2004) indica que “El yacón es una raíz con un sabor dulce y agradable al paladar, que crece en los valles interandinos templados” (p.4). Así mismo Coronado (2013) menciona que “El yacón es originario de los valles andinos, región de clima templado y de altitud entre 2,000 a 3,400 metros [m.s.n.m.] que se extiende desde Colombia hasta el noreste de Argentina” (p.9).

Así mismo la Norma Técnica Peruana aplicado a “Productos naturales: Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Definiciones, clasificación y requisitos” (NTP-NA 0087, 2011, p.2) define al yacón como planta herbácea perenne de 1.5 m de altura. El sistema radicular está compuesto de raíces reservantes carnosas en número de 4 a 20, que pueden alcanzar un tamaño de 25 cm de longitud por 10 cm de diámetro, y un sistema extensivo de raíces delgadas fibrosas.

Manrique, Párraga y Hermann (2005), mencionan que:

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es el nombre con el que se conoce comúnmente a la planta y a su raíz reservante. A pesar de que el yacón es una raíz originaria de los andes es consumida desde época preincaica, no ha llegado a tener la trascendencia de otros cultivos andinos como la papa o el camote. Su cultivo ha sido relevado por mucho tiempo para la subsistencia de los agricultores pobres, principalmente para el autoconsumo y la comercialización eventual en ferias campesinas rurales. Sin embargo, debido a que recién se comienzan a conocer sus efectos promisorios en la salud, desde hace un par de años el yacón ha llegado a los mercados de las ciudades y han comenzado a desarrollarse actividades comerciales en torno a su cultivo y aprovechamiento (p.3).

Coronado (2013), manifiesta que:

La raíz tuberosa ha recibido diferentes nombres en los idiomas andinos dominantes Aymara y quechua, “yakku” y “unison” palabras que significan agua, en cuanto yakku significa acuoso o insípido [...]. “Llaqon”, “llacum”, “llacumao” y “yacumpi” son palabras en quechua que designan al yacón [...]. En el Ecuador “jicama”, “chicama”, “shicama”, “jiquima” o “jiquimilla”, son los nombres populares del yacón.

De manera general el término yacón es el más utilizado principalmente en países como Colombia, Perú, Argentina, países europeos, Japón, Nueva Zelanda y Brasil (p.9).

Manrique *et al.*, 2005 (citado en Polanco 2011), sostiene que:

Tradicionalmente, ha sido considerado una “fruta” por su gran contenido de jugo dulce, y su bajo contenido energético. Se consume como fruta fresca o deshidratada en diferentes grados, y aunque de manera ocasional y solo en algunas localidades, en forma de jale y de chicha. Es un buen rehidratante en fresco debido a su alto contenido de agua (p.18).

Coronado (2013), indica que

Es una planta de crecimiento rápido y se adapta fácilmente, sobreviviendo aun en los suelos pobres, en climas fríos y se ha comprobado el crecimiento a nivel del mar. Se cultiva ampliamente en huertos familiares [...] y lo utilizan para su propio consumo o comercialización en ferias rurales representando una importante alternativa nutricional y económica para la agricultura de subsistencia y ocupando el lugar de frutas y vegetales en la dieta de pequeñas comunidades (p.9).

2.1.1.1. Clasificación taxonómica del yacón

Según NTP-NA 0087 (2011, p.9) el yacón tiene una clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino	Vegetal
División	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Smallanthus
Especie	<i>Smallanthus sonchifolius</i>
Nombre común	Yacón

2.1.1.2. Composición química del Yacón

En la tabla uno se puede observar de manera resumida los principales componentes de la raíz de yacón, según diferentes investigadores.

Tabla 1

Composición química del yacón

Características (%)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
					Mínimo	Máximo
Humedad	-	-	86.09	88.45	84.80	92.70
Grasa (b.s)	0.1 – 0.3	0.16	0.04	0.01	0.02	0.30
Energía (Kcal)	54	29.44	86.09	-	-	-
Proteína (b.s)	0.4 – 2.0	0.32	0.48	0.96	0.30	0.56
Carbohidratos (b.s)	12.5	6.68	11.99	9.37	9.23	-
Fibra bruta (b.s)	0.3 – 1.7	0.1	1.03	0.86	0.28	0.60
Cenizas (b.s)	0.3 – 2.0	0.81	0.37	0.35	0.26	0.53
Solidos solubles (° Brix)	-	11	-	8.6	-	-
pH	-	5.5	-	6.58	-	-
Acidez (exp. ácido cítrico)	-	3.8	-	-	-	-
Fosforo (mg)	2 100	-	-	-	-	-
Calcio (%)	2 300	-	-	-	-	-
Hierro (ppm)	30	-	-	-	-	-

Fuente: López (2007)¹, Chávez (2010)², Jiménez y Samman (2014)³, Coronado (2013)⁴, NTP-NA 0087 (2011)⁵

Además, Seminario, Valderrama y Manrique (2003) refieren que: el yacón es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua, entre 83 y 90 % del peso fresco de las raíces es agua. En términos generales, los carbohidratos representan alrededor del 90 % del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70 % son fructooligosacaridos (FOS). El resto de carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructosa y glucosa. Sin embargo, la composición relativa de los diferentes azúcares varía significativamente debido a diferentes factores como el cultivar, época de siembra y cosecha, tiempo y temperatura en post cosecha, entre otros (p.24). Las raíces reservantes acumulan, además, cantidades importantes de potasio, compuestos polifenólicos derivados del ácido cafeico, sustancias antioxidantes como ácido clorogénico y triptófano y varias fitoalexinas con actividad fungicida (p.24-25). Nótese, que la composición química del yacón es muy variable, la misma que podría deberse a la variedad, zona de cultivo, condiciones climáticas, estado de madurez, etc.

2.1.1.2.1. Fructooligosacáridos (FOS)

Uno de los componentes más importantes del yacón son los fructooligosacaridos (FOS), al respecto, Seminario *et al* (2003) define que:

Los fructooligosacáridos (FOS), también conocidos como oligofructanos u oligofructosa, pertenecen a una clase particular de azúcares conocidos con el nombre de fructanos. La estructura fundamental de los fructanos es un esqueleto de unidades de fructosa unidas entre sí por enlaces glucosídicos β (2 $\rightarrow$ 1) y/o β (2 $\rightarrow$ 6). Es frecuente encontrar, adicionalmente, una molécula de glucosa al inicio de la cadena de cada fructano. Existen diversos tipos de fructanos en la naturaleza, pero desde un punto de vista nutricional y de uso en la industria alimentaria se reconocen a los FOS y a la inulina como los más importantes (p.24).

Así mismo según la NTP-NA 0087 (2011, p.2) los fructooligosacáridos (FOS), también conocidos como oligofructosa u oligofructanos, son un tipo particular de azúcares de reserva que existen en varias especies de plantas. La estructura química de los FOS está basado en un esqueleto de 2 a 10 unidades de fructosa unidas entre sí por enlaces glucosídicos β (2 $\rightarrow$ 1), al que se pueden unir una molécula de glucosa al inicio de la cadena.

Por otro lado, Manrique *et al* (2005) indica que:

Los FOS son azúcares de reserva que existen en varias especies de plantas, pero es en el yacón donde se encuentran en mayores cantidades. La característica principal en su estructura química es que están constituidas por una molécula de glucosa ligada a un número variable entre 2 a 10 de moléculas de fructosa. Los enlaces que mantienen unidas las moléculas de fructosa resisten la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas y por ello los FOS alcanzan el colon, última porción del intestino grueso, sin sufrir ninguna modificación química. Esta es la razón por la que los FOS tienen una baja contribución calórica en el organismo humano así como se observa en la Tabla dos (p.5).

Tabla 2

Valor calórico y poder edulcorante de los fructooligosacáridos (FOS) en comparación con los azúcares más comunes y algunos edulcorantes sintéticos.

Azúcar	Origen	Contenido calorías (Kcal/g)	Poder edulcorante
FOS	Natural	1 – 1,5	0,3
Glucosa	Natural	4	0,7
Fructosa	Natural	4	1,7
Sacarosa	Natural	4	1
Esteviosidos	Natural	0	30 – 320
Aspartame	Sintético	0	200
Sacarina	Sintético	0	300 – 500
Sucralosa	Sintético	0	600

Fuente: Seminario *et al.*, (2003).

Nota: Con la finalidad de hacer efectiva la comparación, se asigna el valor de 1 al poder edulcorante de la sacarosa o azúcar de mesa.

Según Seminario *et al* (2003):

Existe una confusión de términos cuando se hace referencia al tipo de carbohidrato predominante en las raíces del yacón. En diversos tipos de literatura [...] se menciona que las raíces de yacón contienen inulina como componente principal. Sin embargo, esta información no es exacta, ya que estrictamente hablando, el yacón tiene solo FOS (p.24).

2.1.1.2.2. Propiedades

Según diversas investigaciones, al yacón se le atribuye grandes beneficios para quienes lo consumen, así López (2007, p.95-96) considera que el consumo de los FOS contribuye a la salud gracias a sus siguientes propiedades:

- Son reconocidos como los mejores prebióticos. Su efecto bifidogénico ha sido demostrado cuando, al no ser digeribles por las enzimas intestinales, alcanzan al colon donde son fermentados de forma anaerobia por la microflora e incrementan significativamente la población de bacterias benéficas o bifidobacterias. De esta manera se reprime el crecimiento de organismos patógenos en el colon, que son responsables de la producción de toxinas y compuestos potencialmente cancerígenos.
- Al beneficiar la multiplicación de las bifidobacterias (especialmente *Bifidobacterium* y *Lactobacillus sp.*), 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 del intestino.
- Diversos estudios muestran que el consumo de FOS ayuda a reducir el nivel de azúcar y grasas en la sangre, inhibiendo la lipogénesis hepática, reduciendo el riesgo de arterosclerosis, normalizando a presión sanguínea y mejorando el metabolismo de las personas que sufren de diabetes, colesterol alto o problemas cardiovasculares.
- Debido a que fermentan en el intestino grueso, se crean condiciones ideales para una absorción óptima de calcio, lo que se traduce en una reducción de la osteoporosis y un aumento tanto en la densidad mineral del hueso como en la masa ósea.
- Como prebióticos, también pueden tener un efecto regulador en el sistema inmunológico de las personas. Son capaces de estimular la síntesis de vitaminas del complejo B y poseen características específicas para la prevención de caries dental. Por otro lado, al no ser digeribles, aportan un bajo contenido calórico.

Según la información obtenida, se evidencia que los FOS pueden ser consumidos por todas las personas en general y están especialmente recomendados para niños y adolescentes en edad de crecimiento, infantes sin suplemento de leche, mujeres en gestación, diabéticos y personas de avanzada edad.

2.1.1.3. Variedades del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Gordillo (2009) sostiene que:

Se estima que en el Perú hay 12 cultivares o variedades diferentes de yacón. Los departamentos de Cajamarca, Amazonas y Piura (en el Norte), Junín, Ayacucho (en el Centro) y Cusco, Apurímac y Puno (en el Sur) concentran la mayor variabilidad. Sin embargo, atendiendo a la clasificación y la forma como nombran los agricultores, son cuatro los de mayor distribución y cultivo (p.45).

En la tabla tres se muestran las características morfológicas de las cuatro variedades o cultivares de yacón, en cuanto al color externo principal de la raíz reservante, varía entre purpura grisáceo y gris anaranjado; con relación al color principal de la pulpa de la raíz reservante, presentan tonos de amarillo anaranjado, blanco amarillento, naranja y blanco amarillento moteado.

Tabla 3

Características morfológicas de diferentes variedades de yacón

Carácter	Cultivar I	Cultivar II	Cultivar III	Cultivar IV
Descripción	Morado Purpura	Amarillo Intermedio Crespo	Hualqui Verde claro Anaranjado	Moteado Morado moteado Checchje
Color de follaje	Verde oscuro	Verde amarillento	Verde amarillento	Verde amarillento
Ramificación del tallo	A través del tallo	Ausente	Ausente	A través del tallo
Color principal del tallo	Purpura claro	Verde amarillento	Verde amarillento	Purpura claro
Borde de lamina	Dentado	Doblemente dentado	Dentado	Dentado
Forma de la base de la lamina	Astada	Astada	Truncada	Astada
Forma de lígula de la flor femenina	Oblonga	Oblonga	Ovalada	Oblonga
Color externo principal de la raíz reservante	Purpura grisáceo	Gris anaranjado	Gris anaranjado	Purpura grisáceo
Color principal de la pulpa de la raíz reservante	Amarillo anaranjado	Blanco amarillento	Naranja	Blanco amarillento moteado
Color de los propágulos (cepa)	Purpura grisáceo	Rojo purpura con blanco	Blanco	Rojo purpura

Fuente: Gordillo (2009).

2.1.1.4. Clasificación de la raíz de yacón

La NTP-NA 0087 (2011, p.3) clasifica la raíz de yacón de acuerdo a sus características de tamaño como se muestra en la tabla cuatro:

Tabla 4

Clasificación de raíz de la yacón

Clasificación	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (g)
Tipo 1	> 20	De 7 a 10	> 300
Tipo 2	De 12 a 20	De 5 a 6	De 120 a 300
Tipo 3	< 12	< 5	< 120

Fuente: NTP-NA 0087 (2011)

Nota: los requisitos 1, 2 y 3 pueden tener las siguientes formas: fusiformes, ovaladas o aovada e irregular. Algunos cultivares de yacón tienen tendencia a formar un mayor número raíces lisas y simétricas, que otros.

En la presente investigación se utilizó la clasificación tipo dos con un largo de 12 a 18 cm, diámetro de 5 a 6 y, peso de 255 a 298 g.

2.1.1.5. Zonas de cultivo en el Perú.

Velezmoro (2004, p.7-8), menciona que las mejores condiciones de cultivo se dan en pisos altos de la región yunga y pisos medios de la región Quechua (1,100 a 2,500 m.s.n.m.). Sin embargo, esta planta se ha adaptado rápido, en la costa y selva. Los principales nichos de producción en el Perú se encuentran en:

- Ancash: Huaraz, Caraz, Yungay.
- Apurímac: Andahuaylas y Abancay.
- Arequipa: Arequipa.
- Ayacucho: Huamanga y Huanta.
- Cajamarca: Cajamarca, Contumazá, San Marcos, Sam Ignacio y Jaen.
- Cusco: Urubamba, Cusco, Calca, Paucartambo, La Convención.
- Huánuco: Huánuco.
- Junín: Huancayo, Concepción, Jauja, Tarma.
- La Libertad: Otuzco, Santiago de Chugo y Sánchez Carrión.
- Lambayeque: Incahuasi.
- Lima: Pachacamac y Yauyos.
- Piura: Ayabaca y Huancabamba.
- Puno: Sandia y Carabaya.

De estos nichos de producción, los que más destacan son Cajamarca, Puno, Oxapampa, Huánuco y Junín. Por el sur del Perú, en los departamentos de Cusco, Apurímac.

En general, en los últimos años, se han incrementado el consumo y la comercialización en todo el país.

2.1.2. Alimentos acidificados y de bajas acidez

Según la Norma Sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano (N°069, 2008), se define como alimento envasado de baja acidez al “Alimento envasado de consumo directo con pH final en equilibrio mayor de 4.6 y actividad de agua (A_w) mayor a 0.85”. (p.92)

Una de las formas de inhibir el crecimiento microbiano y de extender el tiempo de vida del alimento sin hacer cambios significativos en su calidad nutricional es controlando su grado de acidez.

En la tabla cinco se observa los microorganismos relevantes en alimentos acidificados y de baja acidez.

Tabla 5

Microorganismos relevantes en alimentos acidificados de baja acidez

Tipos de alimentos	Nivel de acidez	Microorganismos relevantes
Alimentos acidificados	pH menor de 4.6	Mohos y levaduras
Alimentos de baja acidez	pH mayor o igual a 4.6	<i>Clostridium botulinum</i>

Fuente: Colina *et al.* (2009)

La consideración fundamental en el procesamiento de alimentos enlatados es el control del *C. botulinum*; con un valor de pH de 4.6 o inferior inhibe completamente el crecimiento de esta bacteria. De ahí que los alimentos enlatados sean clasificados en alimentos ácidos (pH 4.6 o inferior) y alimentos de baja acidez (pH mayor a 4.6) (Gómez y Sánchez, 2007, citado por Colina, *et al*, 2009, p.25)

A continuación se reportan parámetros de resistencia térmica de bacterias en alimentos enlatados.

Tabla 6

Comparativo de resistencia térmica de bacterias en alimentos enlatados

Tipo de alimento de acuerdo a su pH / Grupo de bacterias	Valor D (min)	Valor Z (°F)
Alimentos de baja acidez (pH > 4.5)		
• Termófilo (esporas)	D ₂₅₀	
Grupo de flat sour		
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	4.0 – 5.0	14 – 22
Grupo de daño por gas		
<i>Clostridium thermosaccharolyticum</i>	3.0 – 4.0	16 – 22
Productores de azufre		
<i>Clostridium nitrificans</i>	2.0 – 3.0	16 – 22
• Mesófilos (esporas)		
Putrefactivos anaerobios		
<i>Clostridium botulium</i> tipos A y B	0.10 – 0.20	14 – 18
Alimentos ácidos (pH 4,0 – 4,5)		
• Termófilos (esporas)		
<i>B. coagulans</i> (mesófilo facultativo)	0.01 – 0.07	14 – 18
• Mesófilos (esporas)	D ₂₁₂	
Anaerobios butíricos (<i>C. pasteurianum</i>)	0.10 – 0.50	12 – 16
	D ₁₅₀	
Alimentos de alta acidez (pH < 4,0)		
Bacterias mesofilicas y no esporuladas		
• <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Leuconostoc</i> sp,	0.50 – 1.00	8 – 10
Mohos y levaduras		

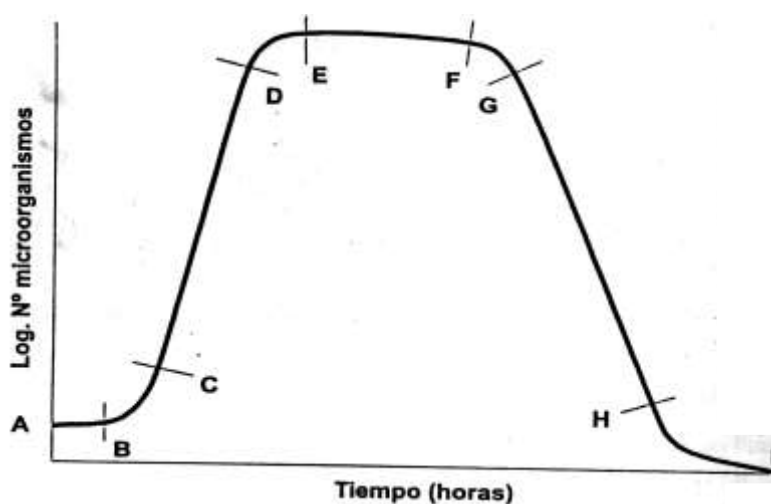
Fuente: Gómez y Sánchez, (2007, p.27)

2.1.3. Principios generales del crecimiento microbiano

Casp y Abril (1999, p.74-75) mencionan que cuando los microorganismos se encuentran en un ambiente óptimo para su desarrollo, se multiplican con tiempos de duplicación muy breves que, en la mayor parte de los casos, son de orden de pocos minutos. Se comprende pues que en estos casos, el número de microorganismos puede alcanzar al cabo de pocas horas valores numéricos extremadamente elevados, incluso del orden de varios millares. La curva de crecimiento microbiano consta de varias fases, como se puede apreciar en la figura uno.

- **Fase lag o de latencia:** En esta fase el número de microorganismos permanece aproximadamente constante., o incluso puede disminuir, como consecuencia de la adaptación de microorganismos al medio. Corresponde al tramo AB.

- **Fase estacionaria de crecimiento:** Una vez superada la fase anterior, de adaptación de los microorganismos al medio, comienza su multiplicación lentamente, con tiempos de duplicación notablemente largos. Corresponde al BC.
- **Fase logarítmica o logarítmica:** El número de bacterias se multiplica a tal velocidad que para representar su crecimiento es mejor utilizar valores exponenciales. Los tiempos de tiempos de duplicación son muy breves. Corresponde al tramo CD.
- **Fase de crecimiento negativo:** El número de microorganismos continúan aumentando pero con un ritmo mucho menor, los tiempos de duplicación son más largos. Corresponde al tramo DE.
- **Fase estacionaria:** En esta fase se establece un equilibrio ya que la velocidad de crecimiento es igual a la de muerte lo que determina que en todo momento haya el mismo número de bacterias. Corresponde al tramo EF.
- **Fase de muerte acelerada:** El número de gérmenes que mueren supera al de los que se reproducen. En consecuencia disminuye el número de microorganismos. Corresponde al tramo FG.
- **Fase de muerte o fase de declive:** El número de bacterias que mueren es mayor que el de las que se reproducen. Corresponde al tramo GH.
- **Fase de supervivencia:** Durante el cual no existe división celular, las células que sobreviven lo hacen a expensas de nutrientes endógenos. Corresponde al tramo HI.



Fuente: Casp y Abril (1999), citado por Cárdenas (2011).

Figura 1. Curva de crecimiento microbiano

La duración de cada fase depende del microorganismo y de las condiciones ambientales en que crece, la temperatura, pH, actividad de agua, etc.

2.1.3.1. Factores que influyen en el crecimiento microbiano

Químicamente el alimento es un sustrato complejo por lo que es difícil predecir cuándo y cómo crecerán microorganismos en un producto alimenticio determinado. La mayoría de los alimentos contienen suficientes nutrientes para permitir el crecimiento microbiano. Son muchos los factores que previenen o limitan el crecimiento de los microorganismos en los alimentos (Forsythe, 2003, p.25).

Los factores que afectan al crecimiento microbiano se dividen en factores intrínsecos y extrínsecos como se muestra en la tabla siete.

Tabla 7

Parámetros intrínsecos y extrínsecos que afectan al crecimiento microbiano

Factores Intrínsecos	Factores Extrínsecos
Actividad de agua	Temperatura
Disponibilidad de oxígeno	Humedad relativa
pH, acidez, identidad del acidulante	Composición de la atmósfera
Capacidad tampón	Envasado
Nutrientes disponibles	
Sustancias antimicrobianas naturales	
Presencia e identidad de la flora Microbiana natural	
Forma coloidal	

Fuente: Forsythe (2003)

A continuación se detalla algunos de los factores intrínsecos y extrínsecos que afectan al crecimiento microbiano:

- **Actividad de agua**

Los microorganismos necesitan agua para su crecimiento, que utilizan de dos formas, como solvente de nutrientes para permitir su transporte y disponibilidad en el citoplasma, y como agente químico que interviene en las reacciones hidrológicas que dan lugar a monómeros, necesarios para la síntesis microbiana y para las reacciones energéticas (Casp y Abril 1999, p.79).

- **pH**

El pH de un alimento influye de modo sustancial el crecimiento de algún microorganismo puesto que cada microorganismo tiene un pH mínimo, un pH óptimo

y un pH máximo de crecimiento. Una modificación insignificante del pH puede reducir notablemente la velocidad de crecimiento (Forsythe 2003, p.20).

- **Potencial de óxido-reducción**

El potencial de óxido-reducción, o poder oxidante y reductor, del propio alimento, influye en el tipo de microorganismo que se desarrollara en él y, por lo tanto, en las modificaciones que se producirán (Casp y Abril 1999, p.81).

- **Capacidad tampón**

Es la capacidad de los alimentos para amortiguar las modificaciones del pH. El pH de los alimentos con capacidad tampón escaso se modificara rápidamente en respuesta a los compuestos ácidos o alcalinos producidos por la microflora (Forsythe 2003, p.20).

- **Temperatura**

La temperatura es uno de los factores más importantes por su influencia en el crecimiento de los microorganismos. La temperatura optima de crecimiento permite clasificarlos en termófilos, mesófilos y psicrófilos.

Forsythe (2003) señala que, “los termófilos no crecen a temperatura ambiente y por ello los alimentos enlatados se almacenan a esta temperatura, incluso aunque contengan microorganismos termófilos que sobrevivan a las altas temperaturas de procesado” (p.30). En la tabla ocho, se muestra la clasificación para grupos de microorganismos según su intervalo de temperatura adecuada.

Tabla 8

Grupos de microorganismos según su intervalo de temperatura adecuada

Grupo	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Optima (°C)	Temperatura Máxima (°C)
Psicrófilos	-5	12 – 15	20
Mesófilos	5	30 – 40	47
Termófilos	40	55 – 75	60 - 90

Fuente: Forsythe (2003)

2.1.4. Microbiología de los alimentos procesados térmicamente

Sobre la microbiología de los alimentos procesados térmicamente, Colina, *et al.* (2009), señala lo siguiente:

La microbiología es el conocimiento de formas de vida tan pequeñas que solo pueden verse con la ayuda de un microscopio. Los alimentos crudos contienen microorganismos que eventualmente pueden causar su deterioro, a menos que puedan ser controlados o destruidos. Por ello es importante saber que son y cómo se comportan, así como conocer cuáles son sus factores que influyen en su desarrollo: la materia prima que usan para alimentarse, los productos que resultan del deterioro de alimentos, su tolerancia al oxígeno, su temperatura de crecimiento y su resistencia a agentes destructivos como el calor y los productos químicos (p.15).

En la tabla nueve se resume el comportamiento y los factores que favorecen el crecimiento de los microorganismos relevantes en el deterioro de alimentos, bacterias mohos y levaduras.

Tabla 9

Microorganismos de importancia en el procesamiento de alimentos.

Bacterias	Mohos	Levaduras
• Son organismos unicelulares tan pequeños que solo pueden verse con la ayuda de un microscopio. • Tienen varias formas: las redondas llamadas cocos, o los bastoncitos, denominados bacilos. • Se reproducen por división o fisión. • Microorganismos más importantes y problemáticos en el procesamiento de alimentos. • Pueden dividirse en dos grupos según su habilidad para formar esporas o no. Las que no forman esporas existen como células vegetativas. Las esporuladas sobreviven a un amplio rango de condiciones desfavorables. • Algunos pueden sobrevivir en agua hirviendo (100°C) por más de 16 horas. • Las esporas que resisten calor resisten químicos, mientras que las bacterias no esporuladas son destruidas por los agentes sanitizantes.	• Son más grandes que las bacterias y un poco más largos que las levaduras. Presentan algunas características de las plantas superiores; están compuestos por filamentos tubulares multicelulares; generan ramificaciones. • Y se reproducen por medio de esporas. • No presentan un problema de salud pública en alimentos térmicamente procesados. • Su presencia en alimentos envasados de baja acidez es el resultado de un mal procesamiento o contaminación pos proceso. • Bajo condiciones favorables de humedad, aire y temperatura, crecen en casi todos los alimentos. • Pueden consumir ácidos y toleran mejor el frío que el calor. Necesitan oxígeno para sobrevivir. • Algunos forman esporas, que les permite sobrevivir en condiciones adversas. Estos pueden sobrevivir más de un minuto a 92 °C; sin embargo, requieren días de maduración previa. Por eso, es necesario eliminarlos previamente de equipos y materias primas mediante sanitización.	• Son cuerpos vivos unicelulares, microscópicos, usualmente de forma ovoide; más pequeña que los hongos pero más grande que las bacterias. • No representa un problema de salud pública. • El deterioro por levadura resulta del mal procesamiento térmico o contaminación pos proceso. • Asociados a alimentos líquidos que contienen azúcares y ácidos. • Son más tolerables al frío que al calor. • Se adaptan a condiciones adversas, como acidez y deshidratación. La mayoría son destruidas a 77 °C.

Fuente: Colina, et al. (2009)

2.1.5. *Clostridium botulinum*

Colina *et al.* (2009) indica que:

El *Clostridium botulinum* es la bacteria que más preocupa a los productores de alimentos envasados, básicamente por dos razones: Su crecimiento produce una toxina capaz de genera un daño neuromparalizante en el ser humano, al punto que pueda provocarle la muerte; y, puede ser ubicada y aislada a partir del suelo o el agua, prácticamente en cualquier lugar del mundo. Este microorganismo es capaz de crecer sin oxígeno y de formar esporas, habilidad que le permite sobrevivir en las condiciones más desfavorables, como un fuerte calor y la presencia de químicos. La tabla 10 muestra siete clases diferentes (A, B, C, D, E, F, y G) que, a su vez, es posible dividir en cuatro tipos (I a IV), según la toxina que producen y su actividad proteolítica. (p.15, 17).

Tabla 10

Tipos de Clostridium botulinum

Tipo de toxina	Clostridium botulinum				<i>C. baritii</i>	<i>C. butyricum</i>
	I	II	II	IV		
	A, B, F	B, E, F	C, D	G	F	E
Temperatura de crecimiento (°C)						
Óptima	35-40	18-25	40	37	30-37	30-40
Mínima	12	3,3	15	---	---	10

Fuente: Colina, *et al.* (2009).

La enfermedad humana está vinculada principalmente a los tipos I y II y a la toxina A. La toxina es ingerida por el hombre junto con los alimentos y absorbida por el duodeno. Si esto ocurre, se produce una parálisis flácida que puede provocar la muerte por parálisis respiratoria del individuo afectado. En la tabla 11 se resume las condiciones que favorecen y las inhiben el crecimiento del *Clostridium botulinum* (Colina, *et al.* 2009, p.15, 17).

Tabla 11

Condiciones relacionadas con el crecimiento del Clostridium botulinum

Factor	Condiciones favorables para la reproducción y producción de esporas	Condiciones que inhiben su desarrollo
Temperatura	• 27 a 38° C (mesófilas) • Algunos tipos crecen entre los 14° C y los 20° C (psicrófilas), y otros a 40° C. • Cierta tipo de esporas resisten 10 horas en agua a 100° C.	• Es necesario aplicar temperaturas mayores de 121° C. • La toxina letal generada por el microorganismo no es resistente al calor, por lo que se destruye a 100° C.
pH (indicador de acidez o alcalinidad)	• Mayor de 4.8	• Menor de 4.6. • El crecimiento a este pH o a un valor menor no ocurrirá y no se formara la toxina, aun en presencia de esporas.
Aw (actividad de agua) Agua libre en el alimento disponible para las necesidades metabólicas del microorganismo	a) Mayor de 0.93. b) Menor de 7% de concentración salina.	a) Un valor de Aw de 0.85 da un alto grado de seguridad. • Formulación con ingredientes que compitan con el microorganismo por la disponibilidad de agua. b) El crecimiento se inhibe a una concentración de 10%, que equivale a una Aw de 0.93.

Fuente: Colina, et al. (2009)

Nota: Cuando un producto envasado presenta hinchazón, es muy fácil identificar la presencia de microorganismos o toxinas. El peligro del *Clostridium botulinum* reside precisamente en que no produce hinchazón, de modo que no se puede notar cambio físico alguno en el alimento. De ahí la importancia de cuidar los factores mencionados.

2.1.5.1. Inactivación de las esporas del *Clostridium botulinum*

Sobre la inactivación de las esporas, Rees y Bettinson (1994) manifiestan que:

Las esporas de *Clostridium botulinum* resisten al calor lo suficiente para sobrevivir a un tratamiento a temperatura superior a 100 °C. Esta propiedad determina la inactivación, que es un proceso equivalente en letalidad a 3 minutos a 121.1 °C (F=3), calculado con un valor Z de 10 °C. La aplicación de este concepto para el

cálculo del tratamiento térmico de alimentos de baja acidez ($\text{pH} > 4,6$) que aseguren su inocuidad, eliminando el riesgo de supervivencia de las esporas de *C. botulinum*, ha resultado satisfactoria más de 50 años. No se ha producido brotes de botulismo provocado por esporas de *C. botulinum*, supervivientes a un tratamiento de $F_0=3$ (p.45). Ver tabla 12.

Tabla 12

Parámetros de base para el tratamiento térmico

Microorganismos	<i>Clostridium botulinum</i>
Temperatura de referencia	250 °F = 121.1°C
Valor D	0.21 min
Valor Z	18 °F = 10 °C
Temperatura mínima letal	212 °F = 100 °C
Expresión de la letalidad	$F_{250}^{18} = F_{121.1}^{10} = F_0$

Fuente: Rees y Bettinson, (1994)

2.1.6. Tratamiento térmico

Encina (2005) señala que la operación de tratamiento térmico:

Es considerada el punto crucial, pues las propiedades de conservación y en cierta extensión la calidad del producto, depende del correcto uso de la técnica de esterilización. Consiste en el producto a la acción de elevadas temperaturas durante un tiempo suficiente con el objeto de destruir todos los microorganismos presentes, a fin de asegurar además, que las condiciones sean las adecuadas para retener al máximo sus factores nutritivos (p.27).

Así mismo según la NTS N°069 (2008) define el tratamiento térmico como “la aplicación de calor a un producto envasado herméticamente cerrado a condiciones de temperatura, presión y tiempo científicamente determinados para asegurar la calidad y esterilidad comercial” (p.91).

2.1.6.1. Cinética de la destrucción de microorganismos

El estudio de la inactivación microbiana consiste en determinar las diferentes características de termo-resistencia de un microorganismo como es el factor de reducción decimal y el valor Z.

2.1.6.1.1. Efecto del tiempo de proceso

Los primeros estudios de la destrucción de microorganismos se deben a Bigelow (1921) y a Ball (1923), que desarrollaron la teoría de la evaluación del proceso térmico con respecto a la muerte o inactivación de los microorganismos. El concepto básico de esta teoría es que los microorganismos y sus esporas mueren a cualquier temperatura, pero que cuanto mayor sea esta temperatura, mayor será la probabilidad de que tenga lugar la muerte. La probabilidad de cada espora de escapar a la destrucción no cambia con el tiempo, y define la resistencia térmica de un determinado microorganismo a una temperatura concreta (Casp y Abril 1999, p.128).

2.1.6.1.2. Esterilidad comercial

El tratamiento térmico de los alimentos suele denominarse erróneamente esterilización. Es importante reconocer que un producto que ha sido sometido a esterilización térmica puede no ser estéril. Un alimento estéril comercialmente se define como un producto que ha sido sometido a un tratamiento térmico tal que no se altera en condiciones normales de almacenamiento, ni supondrá un peligro para la salud del consumidor; por ejemplo, un producto ácido tal como una fruta puede ser sometido a un proceso de pasteurización suficiente para destruir las esporas bacterianas, que se consideran como un hecho sin importancia en productos muy ácidos, ya que la acidez evita su desarrollo (Ress y Bettinson 1994, citado por Encina 2005, p.28).

Así mismo según NST N°069 (2008) define la esterilidad comercial como condición de un alimento procesado térmicamente obtenida por:

- Aplicación de calor que hace que el alimento esté libre de: Microorganismos capaces de producirse en el alimento bajo condiciones normales de almacenamiento y distribución no refrigeradas; y, Microorganismos viables (incluyendo esporas) de importancia para la salud pública; o
- Control de la cantidad de agua y la aplicación de calor, que hace que el alimento esté libre de microorganismos capaces de reproducirse en el mismo, bajo condiciones normales (no refrigeradas) de almacenamiento y distribución.

2.1.6.1.3. Punto de calentamiento más lento

Es la zona dentro del producto envasado que recibe la menor cantidad de calor durante el proceso térmico programado (N°069, 2008).

Así mismo Mojo (2002, p.15) menciona que la zona de calentamiento más lento se conoce como punto crítico, siendo esta la más difícil de esterilizar debido al retraso producido en el aumento de su temperatura.

2.1.6.1.4. Constante de resistencia térmica Z

La constante de resistencia térmica Z, es un factor que describe la resistencia térmica de las esporas bacterianas, se define como el aumento de temperatura necesaria para causar una disminución del 90 % en el tiempo de reducción decimal D. representando los valores D obtenidos a diferentes temperaturas en coordenadas semilogarítmicas, el valor Z representa el aumento de temperatura necesario para cambiar el orden logarítmico (Singh y Heldman, 1998).

2.1.6.1.5. Tiempo de reducción decimal (Valor D)

El tiempo de reducción decimal (valor D) se define como el tiempo de procesamiento aplicado a una población microbiana a temperatura constante, requerido para inactivar el 90 % de la población con cinética de muerte de primer orden. Para *C. botulinum* D=0.21 min a 121.1 °C. Matemáticamente, es igual al recíproco de la pendiente de la curva de supervivencia y mide la rapidez con que un microorganismo muere, cada tipo de microorganismo posee un valor D diferente (Alvarado *et al.* 2009, p.89) la cual se observa en la tabla 13:

Tabla 13

Valores D para las esporas de algunos microorganismos

Microorganismos	Valor D (min) a 121.1 °C
<i>B. stearothermophilus</i>	4.0 – 5.0
<i>C. thermosaccharolyticum</i>	3.0 – 4.0
<i>C. nigrificans</i>	2.0 – 3.0
<i>C. botulinum</i> (A y B)	0.1 – 0.2
<i>C. sporogenes</i>	0.1 – 1,5
<i>B. coagulans</i>	0.01 – 0.07

Fuente: Instituto Tecnológico Pesquero (1995), citado por Cárdenas (2011)

2.1.6.1.6. Valor F

Es el número de minutos requeridos para destruir un número específico de microorganismo a una temperatura específica para alimentos de baja acidez. El valor F para diferentes microorganismos no debe ser comparado a menos que su valor Z sea el mismo. (NTS N°069, 2008, p.91)

Según Rees y Bettinson (1994), citado por Cárdenas (2011, p.43), menciona que Ball introdujo el símbolo F para designar el equivalente en minutos a 121.1 °C (250 °F) de las letalidades combinadas de todas las integraciones tiempo – temperatura en el punto de calentamiento más tardío para un producto durante su tratamiento térmico.

El tiempo de muerte térmica F, es el tiempo necesario para causar una determinada reducción en la población de microorganismos o esporas. Este tiempo puede expresarse como un múltiplo del valor D. por ejemplo una reducción del 99,99 % en una población microbiana equivale a cuatro reducciones de orden logarítmico o $F = 4D$. En el proceso térmico de alimentos perdurables, el valor típico de muerte utilizado es $F = 12D$ con el valor D característico del *C. botulinum*. En la ciencia de alimentos es común expresar F con un subíndice con el valor Z del microorganismo considerado. Entonces F_z^t es el tiempo de muerte térmica F_{18}^{250} o $F_{10}^{121,1}$. Este tiempo de muerte térmica de referencia, generalmente denominado F_0 , representa el tiempo necesario para lograr una determinada reducción en la población de una espora microbiana con un valor Z de 10 °C (18°F) a 121.1 °C (250°F) (Singh y Heldman 1998 por Cárdenas 2011, p.44).

En la tabla 14 se muestra los valores F_0 de algunos productos:

Tabla 14

Valores de F_0 para algunos alimentos enlatados

Productos	Tamaño de envase	F_0 (Requerido)
Alimentos infantiles	Compota	3 – 5
Aves enteras en salmuera	A2 ½, A10	15 – 18
Carne con curry y hortalizas	Hasta 16Z	8 – 12
Carnes en su salsa	A11	12 – 15
Chili con carne	Varios	6
Champiñones en salmuera	A1	8 – 10
Espárragos	A11	2 – 4
Guisantes en salmuera	Hasta A2	6
Leche evaporada	Hasta 16 oz.	4
Maíz, mazorca entera en salmuera	Nº 2	9
Pasteles de carne	Planos	10
Pollo deshuesado	Todos	6 – 8
Sopa de carne	Hasta 16Z	10
Zanahorias	A11	3 – 4
Camote en jarabe	Nº 2	4.5
Papa en salmuera	Nº 2	2.5
Crema de maíz	Nº 10	2,5
Producto de pescado	Varios	5.5 – 8.0

Fuente: Orrego (2003)

En la presente investigación se utilizó como referencia el valor F_0 de 4.5 que corresponde al enlatado de camote en jarabe. Este valor se toma ya que no existe un valor F_0 de referencia con respecto al yacón u algún otro producto elaborado a base de este y, además siendo muy similares.

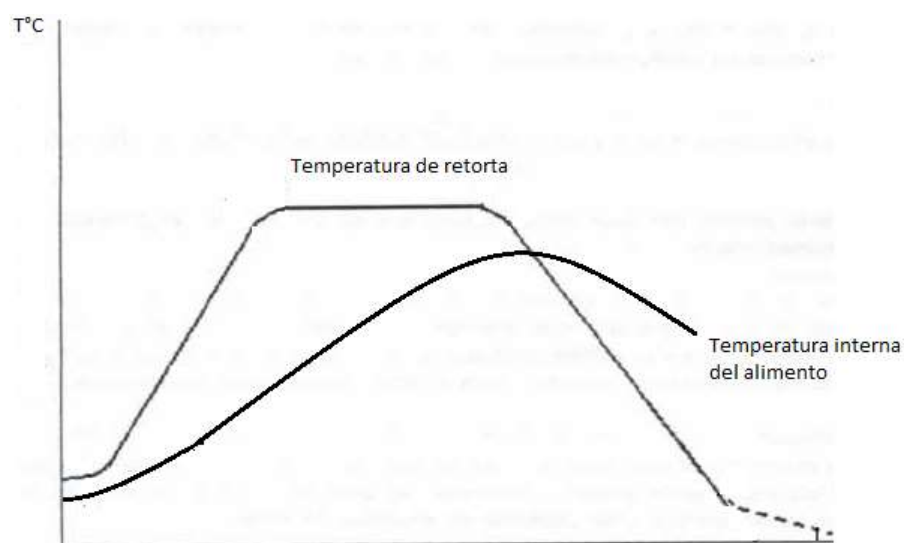
2.1.7. Métodos para determinar de letalidad (Valor F_0)

Para hallar la letalidad total de un proceso térmico existen varios métodos basados en el método general y en modelos matemáticos como el método de Ball.

2.1.7.1. Método general de cálculo

El método general de cálculo se basa en un trabajo de Bigelow *et al* (1920). Dicho trabajo constituye la base del actual cálculo de procesos térmicos. El método implica la investigación de los efectos letales para diversas combinaciones tiempo-temperatura, a partir de las mediciones en el punto frío, en un procesamiento térmico (Mafart 1994 citado

por Cárdenas 2011, p.49). La esterilización se produce de acuerdo a las condiciones de variación térmica que se muestra en la figura dos.



Fuente: Mafart (1994), citado por Cárdenas (2011)

Figura 2. Curva de temperatura interna del alimento y temperatura de retorta (método general)

Para Garro (2007, p.8) el método general se basa en el cálculo de la razón letal, la cual se define por la siguiente ecuación:

$$LT = 10^{\frac{(T_{pmf} - T_r)}{Z}} \quad (1)$$

Donde:

LT : Efecto letal

Tr : Temperatura de referencia (121.1°C).

Tpmf : Temperatura en el punto más frío del producto.

Z : Parámetro de termorresistencia para el *Clostridium botulinum* en °C

El valor de la letalidad se calcula resolviendo la ecuación anterior con respecto al tiempo, como lo expresa la siguiente ecuación.

$$F = \int_0^t L dt \quad (2)$$

Dado que la función L(t) no es conocida, no es posible realizar una integración analítica, pero si se posee un historial de temperatura se puede calcular el valor de L para diferentes tiempos utilizando la ecuación (1). Los valores así obtenidos se integran mediante la utilización de algún método numérico, como por ejemplo la regla del trapecio o Simpson (Chapra 2002, citado por Garro 2007, p.8)

2.1.7.2. Método de Ball

Este método es el más simple y utilizado en el cálculo de procesos térmicos. Posee como ventaja, con respecto al método general, que se puede utilizar para calcular nuevos procesos para un mismo producto que va ser procesado en recipientes de diferente tamaño o a diferentes condiciones de temperatura de operación (Valentas 1997 citado por Garro 2007, p.8).

Este método permite el cálculo de la letalidad en procesos con curvas de calentamiento simples o quebradas o el cálculo del tiempo de proceso si se conoce la letalidad. De esta forma se tiene cuatro posibles procedimientos de cálculo, dos para curvas simples y dos para curvas quebradas. Los datos requeridos por este método son: historial de temperatura-tiempo, la temperatura de operación de la autoclave (T_r), la temperatura del agua de enfriamiento (T_w), el tiempo de proceso (B), el valor Z , la temperatura de referencia para el microorganismo y la temperatura inicial del alimento (Garro 2007, p.8).

2.1.8. Evaluación sensorial

Según el Institute of Food Technologists (1981), citado por Valdez (2008) define como “disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a las características de los alimentos y materiales; los cuales son percibidos por los sentidos de olfato, gusto, tacto, vista y oído” (p.2).

Según Hernández (2005, p.14.) la importancia de la evaluación en las industrias de alimentos radica principalmente en varios aspectos como:

- Control del proceso de elaboración: la evaluación sensorial es importante en la producción, ya sea debido al cambio de algún componente del alimento o por que se varié la formulación; a la modificación de alguna variable del proceso o tal vez por la utilización de una máquina nueva o moderna.
- Control durante la elaboración del producto alimenticio: el análisis sensorial se debe realizar a cada una de las materias primas que entran al proceso, al producto intermedio o en proceso, al producto terminado. Esto permite hacer un seguimiento al producto evitando o previniendo algunos inconvenientes que puedan alterar las características del producto en cada etapa del proceso principalmente en los PC y PCC.

- Vigilancia del producto: este principio es importante para la estandarización, la vida útil del producto y las condiciones que se deben tener en cuenta para la comercialización de los productos cuando se realizan a distancias alejadas de la planta de procesamiento o cuando son exportados, ya que se deben mantener las características sensoriales de los productos durante todo el trayecto hasta cuando es preparado y consumido.
- Influencia del almacenamiento: es necesario mantener el producto que se encuentra en almacenamiento, bajo condiciones óptimas para que no se alteren las características sensoriales, para lograr este propósito es necesario verificar las condiciones de temperatura, ventilación, tiempo de elaboración y almacenamiento, las condiciones de apilamiento y la rotación de los productos.
- Sensación experimentada por el consumidor: se basa en el grado de aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor, ya sea comparándolo con uno del mercado (competencia), con un producto nuevo con diferentes formulaciones o simplemente con un cambio en alguno de los componentes con el fin de mejorarlo. Se debe tener claro el propósito y el aspecto o atributo que se va a medir.
- Además de medir la aceptación de un producto, la evaluación sensorial permite también medir el tiempo de vida útil de un producto alimenticio.

2.1.8.1. Percepción sensorial

Para Hernández (2005, p.12, 13) La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos. La percepción se define como: “La capacidad de la mente para atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que la produce”. Entonces la valoración de un producto alimenticio se percibe a través de uno o de dos o más sentidos. La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan respuesta o sensación, de acuerdo a la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo.

2.1.8.2. Caracterización sensorial

Ares (2011, p.2), indica que “La caracterización sensorial de alimentos es una de las herramientas más potentes y utilizadas de la evaluación sensorial. Permite obtener una descripción completa de las características sensoriales de un producto. Algunas de sus aplicaciones son: Desarrollo de productos y procesos, mantenimiento de productos, control de calidad y determinación de vida útil.

2.1.8.2.1. Metodologías clásicas de caracterización sensorial

Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)

Para Ares (2011) El análisis descriptivo cuantitativo (QDA) es una de las metodologías más extendidas en la evaluación sensorial. Implica:

- Seleccionar un grupo de individuos con capacidades sensoriales superiores al promedio de la población.
- Definir los atributos sensoriales a evaluar y su definición.
- Realizar un entrenamiento en el reconocimiento y evaluación con escalas de cada uno de los atributos a seleccionar.
- Evaluar las muestras de interés en varias sesiones.

La principal desventaja de QDA tiene que ver con el tiempo que insume la selección y el entrenamiento. Y en particular que el entrenamiento debe adaptarse a cada producto específico. Otro de los cuestionamientos es que asume que la percepción de los productos que tienen los consumidores es igual a la de un panel de jueces entrenados. En los últimos años se han desarrollado una serie de nuevas metodologías de caracterización sensorial que buscan:

- Disminuir los tiempos asociados con la selección y el entrenamiento de los jueces.
- Tener en cuenta la percepción que los consumidores tienen de los productos.
- Evaluar los productos como un todo, o de una forma holística.

2.1.8.3. Preguntas marque todo lo que corresponde (Check-All-That-Apply, CATA)

La metodología de preguntas CATA consiste en presentar a los consumidores una lista de términos, de la cual deben seleccionar aquellos que consideren apropiadas para describir la muestra evaluada. Los términos incluidos pueden estar exclusivamente vinculados con las características sensoriales de las muestras o pueden incluirse términos o emociones. Los términos a incluirse pueden corresponder a los descriptores utilizados por el panel de jueces entrenados o pueden ser seleccionados en base a estudios previos con consumidores. Las preguntas CATA han sido ampliamente aplicadas para evaluar las características sensoriales de una gran variedad de productos. También ha sido utilizada para identificar los atributos que direccionan la preferencia de los consumidores y evaluar su influencia sobre su aceptabilidad. Sin embargo ha sido reportado que da la sencillez de la prueba los consumidores dan respuestas rápidas sin un procesamiento profundo de lo que están respondiendo y seleccionando por lo general los términos que aparecen primero en la lista o los que llaman más su atención. La aplicación de una estrategia que comprometa a los consumidores a un nivel de procesamiento mayor es necesaria para obtener resultados confiables. Por esta razón, se recomienda aleatorizar los términos en las boletas entre los consumidores (cada consumidor utiliza una pregunta CATA con los términos en diferente orden (Bruzzone 2014, p.24).

Así mismo Ares (2011) menciona que las preguntas marque todo lo que corresponda o CATA (Check-All-That-Apply) consiste en una pregunta múltiple opción, en la cual el participante puede marcar todas las opciones que considere adecuadas. En este tipo de pregunta se pueden incluir:

- Términos relativos a las características sensoriales de un producto (Ej. Consistente, cremoso, dulce).
- Términos hedónicos (Ej. Rico, desagradable).
- Términos relativos a características no sensoriales (Ej. Es un producto de calidad, es de la marca X)
- Términos relativos a conceptos (Ej. Es un producto para toda la familia)
- Términos relativos a ocasiones de uso (Ej. Es un producto para consumir en la cena).

2.2. Marco conceptual

- **Esterilización**

Se denomina esterilización al proceso por el cual se obtiene un producto libre de microorganismos viables. El proceso de esterilización debe ser diseñado, validado y llevado a cabo para asegurar que es capaz de eliminar la carga microbiana del producto o un desafío más resistente (Mojo, 2002, p.25).

Dado que la esterilidad no puede demostrarse de manera absoluta sin causar la destrucción completa de todas las unidades del lote de producto terminado, se define la esterilidad en términos probabilísticos, en donde la probabilidad de que una unidad de producto esté contaminada es aceptablemente remota.

- **Esterilización comercial**

Según la Norma Técnica Sanitaria (2008, p.2), la esterilidad comercial se define como la condición de un alimento procesado térmicamente obtenida por:

- (i) Aplicación de calor que hace que el alimento esté libre de: a) Microorganismos capaces de reproducirse en el alimento bajo condiciones normales de almacenamiento y distribución no refrigeradas; y b) Microorganismos viables (incluyendo esporas) de importancia para la salud pública; o
- (ii) Control de la actividad de agua y la aplicación de calor, que hace que el alimento esté libre de microorganismos capaces de reproducir en el mismo, bajo condiciones normales (no refrigeradas) de almacenamiento y distribución.

- **Constante de resistencia térmica Z**

La constante de resistencia térmica, Z, es un factor que describe la resistencia térmica de las esporas bacterianas. Se define como el aumento de temperatura necesaria para causar una disminución del 90% en el tiempo de reducción decimal D (Singh y Heldman, 1998, p.232)

- **Valor D**

Es el tiempo de reducción decimal, o el tiempo necesario para destruir el 90 % de los microorganismos. Mide la rapidez con que un microorganismo muere, cada tipo de microorganismo posee un valor D diferente (Cárdenas, 2011, p.55).

- **Valor F**

Es el número de minutos requeridos para destruir un número específico de microorganismos a una temperatura específica para alimentos de baja acidez. El valor F para diferentes microorganismos no debe ser comparado a menos que su valor Z sea el mismo. F es frecuentemente escrito con un sub escrito (letra símbolo), el cual señala la temperatura de referencia y un sub escrito, el que indica el valor Z (NTS N° 069, 2008, p.3)

- **Valor F_0**

El valor F es definido como el “tiempo equivalente” durante el cual un producto ha sido sometido a una temperatura de esterilización determinada. En el cálculo de F se toman en consideración distintos factores: la temperatura instantánea en cualquier momento, la temperatura base, el valor Z y el intervalo de tiempo. El concepto de tiempo equivalente necesariamente implica que este tiempo es diferente al tiempo real (NTS N° 069, 2008, p.3)

- **Grado Brix**

Es la unidad de medida de sólidos solubles presentes en una solución, expresados en porcentaje en peso de sacarosa (Seminario *et al*, 2003, p.15)

- **Autoclave**

Equipo destinado al tratamiento térmico de alimentos envasados en recipientes herméticamente cerrados, que trabaja con parámetros de presión y temperatura (NTS N° 069, 2008, p.2)

- **Cierre hermético**

Condición que alcanza un envase para proteger el alimento contenido en él, contra el ingreso de microorganismos durante el tratamiento térmico y después de él, durante su vida útil. (NTS N° 069, 2008, p.2)

- **Curva de tratamiento térmico**

Es la presentación grafica de las variables temperatura, tiempo y presión, que se produce durante todo el tratamiento térmico (NTS N° 069, 2008, p.2)

- **Estudio de penetración de calor**

Es el procedimiento diseñado para determinar experimentalmente el comportamiento del calentamiento y enfriamiento del producto/envase (formato específico) en el punto de calentamiento más lento y en un autoclave específico con el objetivo de establecer tratamientos térmicos programados seguros. El ensayo debe ser diseñado para evaluar todos los factores críticos asociados al producto, al envase y al proceso, que afectan las características del calentamiento y enfriamiento. El estudio de penetración del calor se realiza después de un ensayo de distribución de temperatura (NTS N° 069, 2008, p.2).

- **Punto de calentamiento más lento**

Es la zona dentro del producto envasado que recibe la menor cantidad de calor durante el proceso térmico programado (NTS N° 069, 2008, p.3).

- **Tratamiento térmico**

Es la aplicación de calor a un producto envasado herméticamente cerrado a condiciones de temperatura, presión y tiempo científicamente determinados para asegurar la calidad y esterilidad comercial (NTS N° 069, 2008, p.3).

- **Alimento en conserva**

Alimento comercialmente estéril y envasado en recipiente herméticamente cerrados.

- **Alimentos de baja acidez**

Todo alimento excepto las bebidas alcohólicas, en el que uno de los componentes tenga un pH mayor a 4.6 y una actividad de agua mayor de 0.85 (NTS N° 071, 2008, p.2).

- **Alimentos ácido**

Todo alimento cuyo pH natural sea de 4.6 o menor (NTS N° 071, 2008, p.2).

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Definición operacional de variables

En el tabla 15, se presentan las variables independientes, dependientes, los indicadores y los índices que se utilizarán en la investigación.

Tabla 15

Variables independientes, dependientes, indicadores e índices

Variables	Indicadores	Índices
<u>Variable Independiente</u> Parámetros de procesamiento	pH del líquido de gobierno	$pH_1=5.0$, $pH_2=5.5$ y $pH_3 = 6.0$
	Concentración del líquido de gobierno	$C_1 = 10^\circ\text{Brix}$, $C_2 = 20^\circ\text{Brix}$ y $C_3=30^\circ\text{Brix}$.
	Características físico-organoléptica (INDECOPI 204.007)	a. pH b. °Brix c. Vacío. d. Espacio libre. e. Medidas de cierre.
<u>Variable Dependiente</u> Resultados de evaluación sensorial y caracterización físico-organoléptica, químico-proximal y microbiológica de conservas en zumo concentrado de yacón	Estudio de penetración de calor (Método general)	Cálculo del tiempo de esterilización, a 240°F , mediante monitoreo del valor F_0 .
	Características químico – proximal.	a. Contenido de humedad. b. Contenido de grasas. c. Contenido de proteínas. d. Contenido de carbohidratos. e. Contenido de cenizas. f. Contenido de energía
	Características sensoriales (método CATA).	a. Atributos necesarios o imprescindibles. b. Atributos interesantes. c. Atributos que no tienen influencia. d. Atributos indiferentes. e. Atributos negativos.
	Características microbiológicas (INDECOPI 204.009).	a. Recuento total de aerobios mesófilos. b. Recuento total de aerobios termófilos c. Recuento total de anaerobios mesófilos. d. Recuento total de anaerobios termófilos.

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda:

- C_1 = Concentración 1
- C_2 = Concentración 2
- C_3 = Concentración 3

Las variables operacionales más importantes se definen a continuación:

- °Brix: Se refiere al porcentaje de sólidos solubles del zumo concentrado de yacón, expresado en °Brix y que asume valores de 10, 20 y 30.
- pH del zumo: Esta dado por el valor del pH del zumo concentrado de yacón, a la que se le añadirá bicarbonato de sodio para regular el pH hasta los siguientes valores: 5.0, 5.5 y 6.0.
- Tiempo de esterilizado: Es el tiempo de exposición de las conservas para lograr la esterilización comercial, calculado en base al monitoreo del valor F_0 a una temperatura de ensayo de 240 °F.
- Características o atributos sensoriales: Están dados por las características de aceptación sensorial (color anormal, almíbar consistente, sabor extraño, textura blanda, desbrida, olor característico, buena presentación, sabor característico, textura semi-blanda, ácido, muy dulce, astringente, almíbar diluido, olor anormal, dulce, color característico, textura firme y mala presentación).

3.3. Hipótesis de la investigación

Hipótesis General

Las características sensoriales, físico-organoléptico, químico-proximal y microbiológica de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), varían en función de los parámetros de pH y concentración del líquido de gobierno.

Hipótesis Específico

- Existen diferencias significativas en las características sensoriales de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), elaboradas con líquido de gobierno con pH de 5.0, 5.5 y 6.0, y con concentraciones de 10, 20 y 30 °Brix, en envases de hojalata tipo tuna de 1/2 libra de capacidad y esterilizadas a una temperatura de 240 °F.

- Se conoce el tiempo de tratamiento térmico de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), esterilizados a una temperatura de 240°F, en función del valor F_0 recomendado.
- Se conocen las características físico-organolépticas, químico-proximal y microbiológicas de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) elaboradas con los parámetros óptimos de procesamiento.

3.4. Tipo y diseño de la investigación

De acuerdo al tipo de investigación es una investigación tecnológica, puesto que Carrasco (2009) define investigación tecnológica: “Esta investigación está dirigida a descubrir y conocer que técnicas son más eficaces o apropiadas para operar, es decir producir cambios o conservar los progresos alcanzados, así como perfeccionar las actividades productivas o manipular cualquier fragmento de la realidad” (p.42).

De acuerdo a la naturaleza del estudio, se utilizó un diseño de investigación del tipo experimental. El diseño planteado es completamente al azar, con un arreglo factorial de 3x3, es decir 9 tratamientos, cuyos resultados sensoriales fueron evaluados estadísticamente para ver si existen diferencias significativas.

3.5. Población y muestra.

La población, según Tamayo y Tamayo (2003) “Es la totalidad de unidades de análisis o entidades de población y que debe cuantificarse para un determinado estudio” (p.176). En este contexto, la población en estudio fueron las conservas de yacón en envases de hojalata tipo tuna de ½ libra de capacidad, las cuales se procesaron en una autoclave vertical de 30 litros de capacidad.

Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, es decir se tomó 10 muestras al azar para las evaluaciones respectivas.

3.6. Procedimiento de la investigación.

La fase experimental de la presente investigación, se desarrolló en los laboratorios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería

de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac; adicionalmente, los análisis químico-proximal y microbiológico se realizaron en el Laboratorio de la Sociedad de Asesoramiento Técnico (SAT) de la ciudad de Lima.

3.6.1. Materiales, equipos y métodos

3.6.1.1. Materia prima e insumos

a) Materia prima

La materia prima utilizada fue raíces frescas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), variedad blanca, provenientes del distrito de Santa María de Chicmo, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac.

b) Insumos

- Ácido ascórbico
- C.M.C.
- Bicarbonato de sodio
- Cloruro de calcio

c) Materiales indirectos

- Detergente
- Hipoclorito de sodio
- Sal de Andrews

d) Envases

Envases de hojalata tipo tuna de 1/2 libra de capacidad – 200 cm³, (Diámetro 3 7/16 plg, Altura: 1 13/16 plg), con tapas abre fácil.

3.6.1.2. Equipos, instrumentos y materiales de procesamiento

- Equipo DATA TRACE para monitoreo de F₀.
- Balanza semi-analítica, “ScoutPro”, capacidad máx. = 600 g, precisión = 0.1 mg.
- Autoclave vertical eléctrica, “Famarrel”, modelo FV3035, serie F12V1214, capacidad 30 litros, potencia 1.6 kw.

- Cerradora de latas eléctrica “Automatic Canning devices manitowoc. Wis. U.S.A., de 4 latas/minuto de ½ HP.
- Balanza analítica “PCE”, capacidad: min. = 0,1 g, max. = 10 kg
- Balanza de plataforma “Corona”, Capacidad máx.= 20 kg
- Refractómetro “ATC”, rango de 0-32 °Brix.
- Termómetro de alcohol en vidrio de -10 a +110 °C.
- pH-metro “SCHOT instruments”, Lab 850.
- Extractor de jugos “Oster”.
- Mesa de trabajo (acero inoxidable).
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Coladores.
- Vasos descartables.
- Cocina industrial
- Cinta térmica para control de esterilización
- Recipientes de acero inoxidable de 3 litros de capacidad.

3.6.1.3. Equipos e instrumentos para análisis físico, químico-proximal y microbiológico

- Equipo Kjeldahl.
- Equipo Softlet.
- Mufla de laboratorio.
- Desecador.
- Estufa-deshidratadora.
- Balanza de precisión, Ohaus triple Beambalance. U.S.A. 800 series: 5 lb 20 g; 700 series 2610 g. Capacidad máxima 610 g; escala 0.1 g.
- Tornillo micrométrico “Starret”.
- Vacuómetro tipo punzón marca “Narsball” con registro de 0 – 30 plg Hg.
- Pipetas.
- Probetas.
- Placas Petri.
- Vaso de precipitado.
- Autoclave gradillas y tubos de ensayo.
- Medios de cultivo para cada microorganismo específico.

3.6.2. Técnicas e instrumentos de análisis

3.6.2.1. Análisis de la materia prima

El análisis de la materia prima, se efectuó según lo establecido por la norma técnica peruana INACAL, realizándose las siguientes evaluaciones:

a) Evaluación físico-organoléptico

Se evaluó las siguientes características físico-organolépticas del yacón fresco: tamaño, olor, color y textura, conforme recomienda NTP-NA 0087 (2011, p.3, 4).

b) Evaluación químico-proximal

Se realizó las siguientes evaluaciones químico – proximal:

- Determinación de Humedad: Según AOAC 971.28 (2016).
- Determinación de Grasa: Según AOAC 920.177 (2016).
- Determinación de Energía total: Por cálculo.
- Determinación de Proteína: Según AOAC 920.152 (2016).
- Determinación de Ceniza: Según AOAC 925.51 (2016).
- Determinación de Carbohidratos: Por cálculo.

c) Análisis microbiológico

Las evaluaciones microbiológicas efectuadas fueron las siguientes:

- *Escherichia coli* (Según NST N°071, 2008 y NTP-NA 0087, 2011)
- *Salmonella spp.* (Según NST N°071, 2008 y NTP-NA 0087, 2011)

3.6.3. Metodología experimental

El diagrama de flujo del proceso experimental cualitativo y cuantitativo para la elaboración de conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se muestran en las figuras tres y cuatro respectivamente, cuya descripción se muestra a continuación:

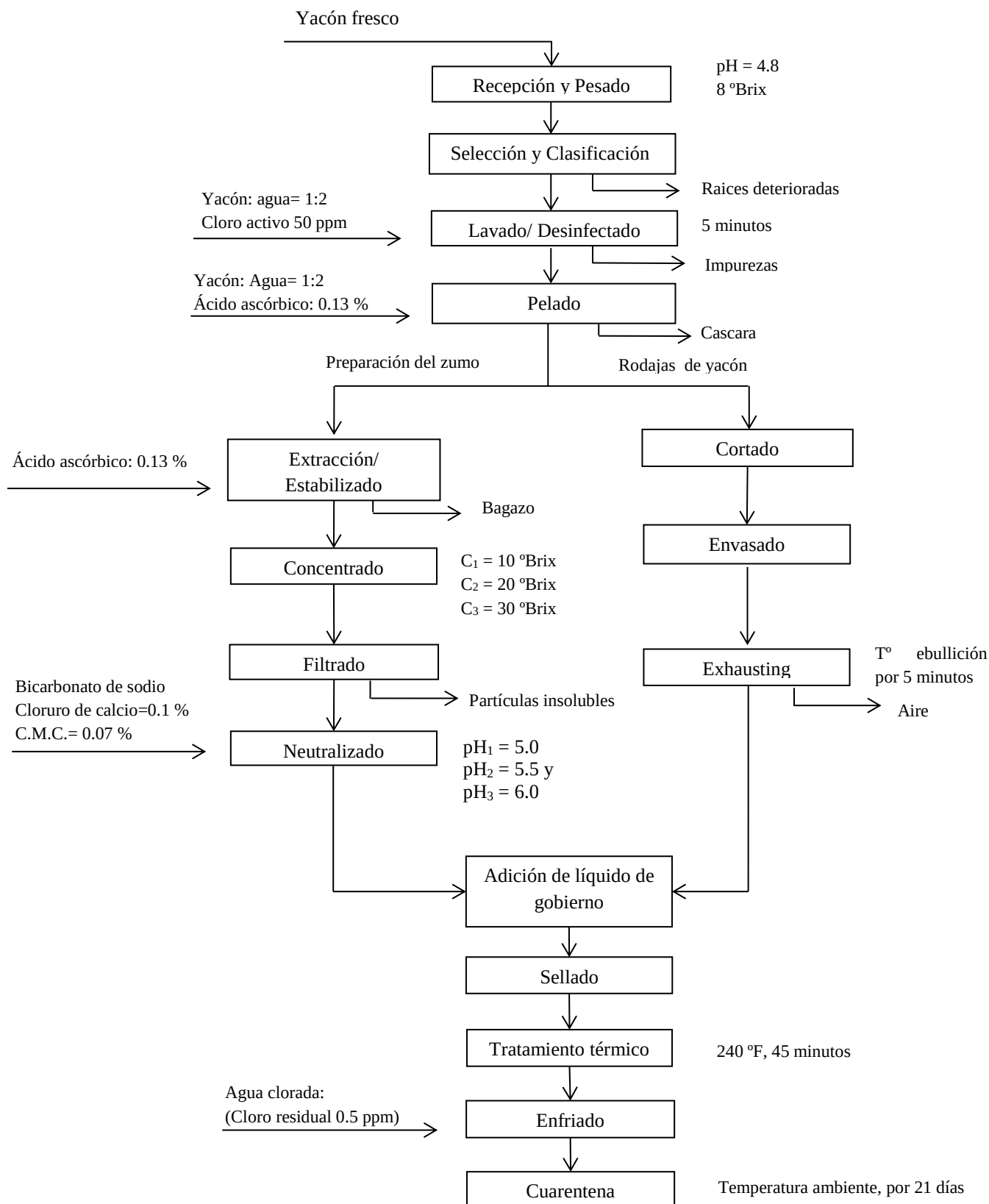


Figura 3. Diagrama de flujo cualitativo de la fase experimental

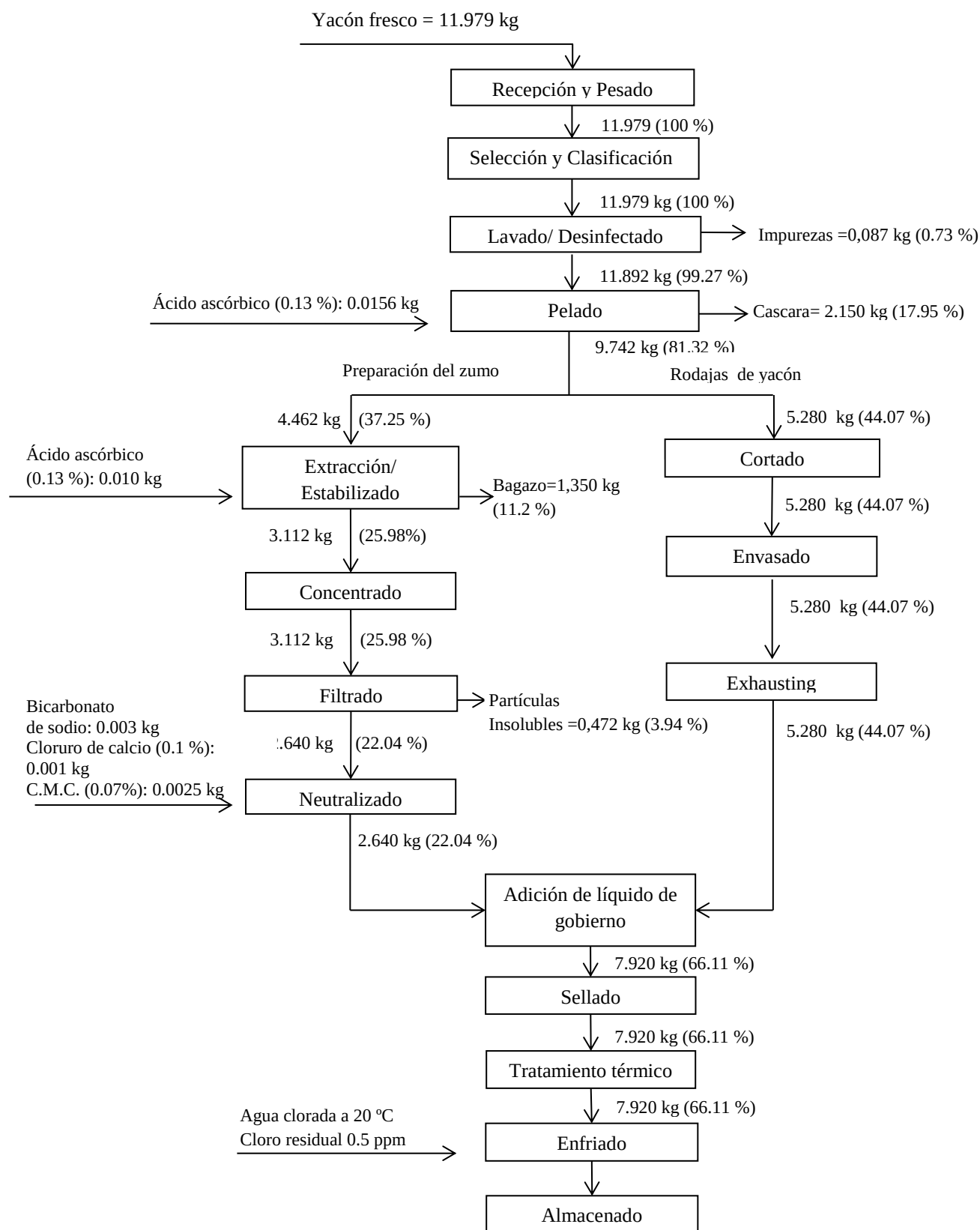


Figura 4. Diagrama de flujo cuantitativo de la fase experimental.

a) Recepción y pesado

Se recepcionó las raíces de yacón y se tomó una muestra representativa para las siguientes evaluaciones: físico-organoléptico, químico-proximal y microbiológico.

b) Selección – clasificación

La NTP-NA 0087 (2011, p.3) dentro de sus requisitos generales establece que las raíces reservantes del yacón deben estar enteras, sin presencia de rajaduras o particiones, sanas, exentas de signos de deterioro, sin presencia de plagas y enfermedades; en ese sentido, se separaron las raíces deterioradas e impurezas del producto, luego se clasificaron en función del tamaño, trabajándose con los del tipo 2.

c) Lavado – desinfectado

El lavado de la materia prima es una operación esencial en la elaboración de conservas, toda vez que reduce las impurezas adheridas a las raíces, lo cual se realizó por inmersión en agua potable, combinado con frotamientos con cepillos.

Al respecto Paltrinieri *et al.* (1993), citado por Encina (2005), menciona que la operación de lavado consisten en eliminar la suciedad que el material trae consigo antes que entre en la línea de proceso, evitando así complicaciones derivadas de la contaminación que la materia prima puede contener. Este lavado debe realizarse con agua limpia, lo más pura posible y de ser necesario potabilizada (p.20).

Adicionalmente, conforme recomienda Flores (2015), se desinfectó en una solución al 50 ppm de hipoclorito de sodio, empleando una relación yacón: agua igual a 1: 2, a temperatura ambiente y durante 5 minutos, lo que permite reducir la carga microbiana adherida a las raíces.

d) Pelado

El pelado es una operación que permite una mejor presentación del producto, al mismo tiempo favorece la calidad sensorial al eliminar material de textura más firme y áspera al consumo; además la piel muchas veces presenta un color que es afectado por los procesos térmicos normalmente usados en los métodos de conservación (Paltrinieri *et al.*, 1993, citado por Encina 2005, p.21).

Así mismo, Hersom y Hullanda (1984) citado por Encina (2005) refieren que el pelado de frutas y hortalizas constituye una operación preliminar importante, pues conjuntamente con el lavado, elimina de la superficie de estos la tierra y la contaminación microbiana a ella asociada (p.22).

Dada dichas recomendaciones, el pelado del yacón se realizó de forma manual, utilizando cuchillo de acero inoxidable, inmediatamente después se sumergió en una solución de ácido ascórbico al 0.13 % para evitar el pardeamiento enzimático, empleando una relación de M.P.: Agua de 1: 2, según señala Flores (2015).

e) Cortado

Para facilitar el proceso de envasado y tratamiento térmico, las raíces se cortaron en porciones de 1.5x1.5x2.5 cm, de tal forma que quepan en los envases de hojalata de media libra de capacidad, empleando una cortadora de tubérculos, luego fueron sumergidas en una solución de ácido ascórbico al 0.13 %, hasta su posterior envasado.

f) Extracción de zumo-Estabilizado

A fin de obtener el líquido de cobertura o líquido de gobierno para las conservas de rodajas de yacón, se procedió a extraer el zumo de yacón a partir de la merma de la operación de cortado; dicha merma conformada por trozos deformes se introdujeron en un extractor de jugos, separándose el zumo, a la que se añadió ácido ascórbico al 0.13% para evitar también el pardeamiento enzimático producido por la polifenoloxidasas (Flores, 2015).

g) Concentrado

El zumo obtenido, presento una concentración media de 8 °Brix, por lo que se ensayó tres procesos de concentración a fin de evaluar el de mayor aceptabilidad sensorial. Para el efecto, el zumo obtenido se concentró en un recipiente de superficie amplia colocada a una fuente de calor, evaporándose hasta las concentraciones siguientes:

Tratamiento 1 (Concentración 1): 10 °Brix

Tratamiento 2 (Concentración 2): 20 °Brix

Tratamiento 3 (Concentración 3): 30 °Brix.

h) Filtrado

El objetivo del filtrado es eliminar la mayor cantidad de residuos sólidos insolubles en el producto final, ya que estos residuos tienden a sedimentarse en el producto envasado dando una apariencia turbia y opaca, obteniendo de esta manera un producto de mejor apariencia y calidad; en ese sentido, durante la operación de concentración del zumo de yacón, se filtró varias veces, lográndose eliminar las partículas insolubles.

i) Neutralizado

A fin de neutralizar el exceso de ácido ascórbico utilizado para la inactivación de la polifenoloxidasas y dado que el pH medio de las raíces frescas de yacón resultó en 4.8, superior a pH de 4.6 (valor que sirve de referencia para aplicar procesos de esterilización comercial, según NST N°069, 2008), se adicionó a los zumos concentrados, bicarbonato de sodio, obteniéndose los siguientes tratamientos experimentales:

Tratamiento A: pH 1= 5.0

Tratamiento B: pH 2= 5.5

Tratamiento C: pH 3= 6.0

En consecuencia, sumado a los tres tratamientos de la operación de concentración, la presente investigación presenta nueve tratamientos experimentales.

Conforme recomienda Flores (2015), a los tres líquidos de gobierno, se adicionó cloruro de calcio (0.1 %) para mejorar la textura de las rodajas y C.M.C. (0.07 %) para mejorar la consistencia del zumo concentrado.

j) Envasado

Las rodajas de yacón se llenaron en envases de hojalata de 1/2 libra tipo tuna, previamente lavado y desinfectado con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5 ppm de cloro libre residual, dejando un “espacio libre” de 0.5 cm para favorecer la formación del vacío (Flores 2015). Se envasó a razón de 26 trozos por envase.

k) Exhausting

Según lo recomendado por (Flores 2015), se sometió el producto a un baño de vapor, durante cinco minutos, para eliminar el aire ocluido en el producto y en el envase, a fin de evitar la degradación de la vitamina “C” por oxidación y para formar un vacío adecuado.

Además de conseguir la formación de un vacío dentro del envase, la operación de exhausting también permite (Cerro 1975, citado por Ruiz 2006, p.21):

- Producir un estiramiento de la lata originado por la expansión de alimento y del aire residual del alimento durante el calentamiento, disminuyendo la posibilidad de fugas.
- Permite elevar la temperatura del producto en la lata facilitando llegar la temperatura inicial del proceso.
- Evitar la degradación de la vitamina C.

Por otro lado, según Ruiz (2006, p.22), el oxígeno es un elemento corrosivo por el cual es de suma importancia esta operación en el procesamiento de enlatado. La presencia de oxígeno en un producto enlatado degrada la calidad del mismo, como consecuencia, se producen problemas de:

- Decoloración del producto debido a los fenómenos de oxidación que se pueden presentar.
- Reduce el valor nutritivo del alimento al oxida y destruir ciertas vitaminas con la A y la C.
- Puede producir deformaciones de los envases durante el proceso de esterilización por dilatación de la masa encerrada en el envase.

l) Adición de líquido de gobierno

Cárdenas (2011), indica que el líquido de gobierno busca mejorar y hacer resaltar el sabor natural del producto enlatado; facilitando la transferencia de calor en el interior del envase, favorece la regulación del pH del producto y permite un llenado completo de los envases reduciendo así la cantidad de espacio libre y al mismo tiempo la posibilidad de corrosión en su interior (p.65).

En ese contexto, se adicionó el zumo concentrado de yacón a una temperatura de 85 °C, a razón de 30 ml por unidad (Flores 2015).

m) Sellado

Esta operación tiene por finalidad aislar totalmente el contenido del envase del medio exterior, de modo que dicho envase pueda soportar las condiciones de esterilizado y evitar contaminaciones posteriores.

Con ese objetivo, los envases con los productos, se sellaron rápidamente, con una cerradora de lata eléctrica previamente calibrada.

Esta operación es uno de los puntos críticos de control en la elaboración de conservas, por ello, previo al cerrado, se ajustó y calibró la maquina cerradora de latas para garantizar la adecuada operación del equipo y la hermeticidad del cierre.

n) Tratamiento térmico

El objetivo primordial del tratamiento térmico de los alimentos envasados es asegurar la destrucción de todos los microorganismos vivos capaces de deteriorarlos o de perjudicar la salud del consumidor. Es necesario, además, conservar las cualidades organolépticas y nutritivas en cuanta extensión sea posible y hay que ajustar científicamente la intensidad del tratamiento térmico; porque un proceso, perfecto desde el punto de vista culinario, puede no bastar para la eliminación de los organismos productores de alteraciones alimenticias. Por lo tanto es importante conocer y definir la intensidad o grado de calentamiento a que pueden someterse los alimentos enlatados para cumplir las necesidades antes citadas; es decir hay que conocer y definir los procesos o tratamientos estándar. Tal conocimiento junto con el de la termorresistencia de los microorganismos contaminantes, la naturaleza física y química del alimento y la velocidad de penetración del calor, hasta el punto de calentamiento más tardío, forman la base de la evaluación del tratamiento térmico (Encina 2005, p.25).

Para la evaluación sensorial de las conservas del presente estudio, se esterilizó en autoclave vertical, a una temperatura de 240 °F durante 45 minutos, a fin de destruir a los microorganismos, particularmente al *C. botulinum* que es importante en el deterioro de conservas (Flores, 2015).

Estos parámetros se controlan convenientemente para garantizar la destrucción de dicho microorganismo y a la vez garantizar la estabilidad de las vitaminas.

El diseño experimental para elegir la mejor concentración y pH óptimo del zumo, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16

Diseño Experimental

°Brix del líquido de gobierno	pH de zumo del yacón	N° de experimento
C ₁ = 10 °Brix	pH ₁ = 5.0	E1
	pH ₂ = 5.5	E2
	pH ₃ = 6.0	E3
C ₂ = 20 °Brix	pH ₁ = 5.0	E4
	pH ₂ = 5.5	E5
	pH ₃ = 6.0	E6
C ₃ = 30 °Brix	pH ₁ = 5.0	E7
	pH ₂ = 5.5	E8
	pH ₃ = 6.0	E9
TOTAL		9

Siguiendo lo indicado por Ares (2011) y Bruzzone (2014), los productos obtenidos de los nueve tratamientos, se sometió a una evaluación sensorial, aplicando una nueva técnica denominada preguntas “Marque Todo lo que Corresponde” (Check-All-That-Apply, CATA).

o) Enfriado

Encinas (2005), señala que los envases deben enfriarse lo más rápidamente posible al final de la etapa de esterilización a fin de lograr la uniformidad del proceso y conservar la calidad del producto. Haciendo esto se evita la sobre cocción del producto que daña su sabor y aspecto, además si se demora el enfriamiento se estimula el desarrollo de esporas resistentes al calor y mohos. Adicionalmente, indica que se baja la temperatura del envase con agua fría clorada al 0.5 ppm de cloro residual, hasta que este desciende a 40 – 45 °C, lo que permite la evaporación posterior del agua de la superficie, evitando oxidaciones posteriores de la tapa del envase. Con esta operación, además se logra una condensación del vapor presente en el espacio de cabeza y por consiguiente el vacío (p.26).

p) Cuarentena

Se almacenó el producto en un lugar fresco, ventilado y con poca humedad, a una temperatura entre 10 y 20 °C durante 21 días para lograr el equilibrio de la concentración de azúcar del zumo–fruta; así como, para su inspección físico-organoléptica con la finalidad de detectar posibles alteraciones como: abombamiento, deformaciones, enturbiamiento, etc. (Flores 2015).

3.6.4. Evaluación sensorial de las conservas de trozos y zumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) utilizando preguntas “Marque Todo lo que Corresponde” (Check-All-That-Apply, CATA)

Los productos de los nueve tratamientos, fueron evaluados con un panel no entrenado conformado por 32 jueces, los cuales escogieron las mejores alternativas mediante la metodología basada en preguntas marque todo lo que corresponda (Check-All-That-Apply, CATA), que según Bruzzone (2014), es un método rápido y simple para obtener información precisa acerca de la percepción de los consumidores sobre las características sensoriales de los productos, cuyo cuestionario de preguntas se muestran en el anexo uno.

Las muestras se presentaron a los panelistas, en recipientes idénticos previamente codificadas con números de tres cifras, antes se realizó una breve explicación de la metodología a emplearse.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico, se aplicó la prueba Q de Cochran, que es una prueba no paramétrica de comparación de proporciones para tres o más muestras relacionadas, siempre que los datos se ajusten a las siguientes características:

- Los datos se ajustan a la distribución de chi-cuadrada.
- Nivel nominal de la variable dependiente.

Su función es comparar el cambio en la distribución de proporciones entre más de dos mediciones de variable dicotómica y determinar que la diferencia no se deba al azar. (Que las diferencias sea estadísticamente significativa) (Juárez, Villatoro y López, 2011, citado por Bruzzone, 2014).

En consecuencia, el análisis estadístico de los resultados obtenidos del panel de evaluación sensorial se procesó mediante la prueba de Q de Cochran.

HIPÓTESIS:

H₀: Los diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno **NO** influyen significativamente en las características sensoriales de las conservas.

H_a: Los diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno **SI** influyen significativamente en las características sensoriales de las conservas.

Regla de decisión:

La hipótesis nula se rechaza con un nivel de significación de 5% ($\alpha=0.05$) si el valor p computado es menor que el nivel de significación.

El análisis estadístico correspondiente se realizó mediante la aplicación del software XLSTAT 2016.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN

Una vez obtenido el pH y la concentración (°Brix) óptimos del zumo concentrado, se determinó el tiempo de proceso, mediante el monitoreo del valor F_0 , utilizando el sistema de monitoreo inalámbrico DATA TRACE que consta de una interface, un sensor o termistor y una laptop con software DATA TRACE.

A continuación se describe el procedimiento para el cálculo de tiempo de esterilizado, recomendado por Cárdenas (2011):

- El sensor DATA TRACE fue programado ingresando los parámetros del tiempo de inicio, intervalo de tiempo de un minuto; para ello se utiliza el software instalado en la PC y a través de la interface del equipo.
- Inmediatamente se introdujo el sensor en el punto de calentamiento más lento de las conservas, dentro del producto, ubicado en el centro geométrico de los trozos y a la vez entre el centro geométrico y la parte inferior del envase, en el eje central.
- Se inició del proceso de esterilización.
- Una vez concluido la esterilización, se efectuó la lectura de los datos registrados en el sensor (tiempo, temperatura y valor F_0). Para el monitoreo del valor F_0 , se utilizó el método general ideado por Bigelow, ya que es más preciso porque en él

se considera la acumulación de valores de letalidad a lo largo del procesamiento térmico, desde el calentamiento hasta el enfriamiento y facilita el control de la penetración del calor, pues se puede determinar la acumulación del valor mientras el proceso está en marcha.

Para ello, el método general de cálculo fue realizado por el programa DATA TRACE, mostrando los resultados del valor F_0 ; del mismo modo para realizar una comparación se efectuó también el cálculo mediante la siguiente formula:

$$LT = 10^{\frac{(T_{pmf} - T_r)}{Z}}$$

Donde:

LT : Efecto letal

Tr : Temperatura de referencia (121.1°C).

Tpmf : Temperatura en el punto más frío del producto.

Z : Parámetro de termorresistencia para el *C. botulinum* en °C

- Con los datos obtenidos, se construyó una tabla para calcular el tiempo de esterilización. Se utilizó el valor estándar $F_0 = 4.5$ (camote en jarabe, ya que para la presente investigación no existen un F_0 recomendado), asegurando de esta manera la inactivación total de las esporas del microorganismo *C. botulinum*.

3.6.5. Análisis del producto final

El análisis del producto final, se efectuó a las conservas obtenidas del procesamiento con los parámetros óptimos de elaboración, es decir, una vez obtenida la concentración del líquido de gobierno, pH adecuado y tiempo de tratamiento térmico.

Luego de la cuarentena (21 días de almacenamiento), se realizó las evaluaciones físico-organolépticos, análisis químico-proximal y análisis microbiológico.

3.6.5.1. Evaluación físico-organoléptica

Se realizó un análisis físico-organoléptico de las conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón, utilizando el formato del anexo cinco.

3.6.5.2. Análisis químico-proximal

Se efectuó las siguientes determinaciones:

- Determinación de Humedad. Según AOAC 971.28 (2016).
- Determinación de Grasa. Según AOAC 920.177 (2016).
- Determinación de Energía total. Por cálculo.
- Determinación de Proteína. Según AOAC 920.152 (2016).
- Determinación de Ceniza. Según AOAC 925.51 (2016).
- Determinación de Carbohidratos. Por cálculo.

3.6.5.3. Análisis microbiológico

Se realizó la prueba de esterilidad comercial, en base a las recomendaciones de la NST N°069 (2008), efectuándose los siguientes controles microbiológicos:

- Microorganismos mesófilos aerobios. Según FAO 14/4 (1992).
- Microorganismos mesófilos anaerobios. Según FAO 14/4 (1992).
- Microorganismos termófilos aerobios. Según FAO 14/4 (1992).
- Microorganismos termófilos anaerobios. Según FAO 14/4 (1992).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados de la evaluación de la materia prima

4.1.1. Resultados físico-organoléptico

Los resultados de la evaluación físico-organoléptica del yacón fresco se muestran en la tabla 17.

Tabla 17

Resultado de la evaluación físico-organoléptico

Análisis físico-organoléptico	Descripción
Tamaño de la raíz	255-298 g
Color de la pulpa	Blanco
Olor	Característico
Sabor	Ligeramente dulce
Textura (externa e interna)	Crujiente y de consistencia firme

Así como se observa en la tabla 17, se trabajó con raíces de tamaño entre 255 a 298 g, lo cual corresponde al Tipo 2 de la clasificación de la raíz de yacón de la norma técnica peruana. Las otras características de color de la pulpa blanco, olor característico, sabor ligeramente dulce, textura crujiente y firme, se encuentran dentro de los rangos establecidos por la NTP-NA 0087 (2011, p.3, 4), lo que implica que la materia prima utilizada cumple con la normatividad vigente.

4.1.2. Resultados químico-proximal

La tabla 18 y figura cinco se muestran los resultados de la evaluación químico-proximal del yacón fresco obtenido en el presente estudio. Además, se muestra los datos de otros investigadores a efectos de realizar una comparación de resultados.

Tabla 18

Resultados del análisis químico-proximal del yacón fresco y valores teóricos de otros investigadores

Análisis	Unidad	Valor obtenido	Valores teóricos					
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
							Mínimo	Máximo
Humedad	g/100g	85.3	-	-	86.09	88.45	84.80	92.70
Grasa	g/100g	0.15	0.1 – 0.3	0.16	0.04	0.01	0.02	0.30
Proteína	g/100g	0.48	0.4 – 2.0	0.32	0.48	0.96	0.30	0.56
Carbohidratos	g/100g	13.77	12.5	6.68	11.99	9.37	9.23	-
Cenizas	g/100g	0.3	0.3 – 2.0	0.81	0.37	0.35	0.26	0.53
Energía	Kcal	58.35	54	29.44	86.09	-	-	-

Fuente: López (2007)¹, Chávez (2010)², Jiménez y Samman (2014)³, Coronado (2013)⁴, NTP-NA 0087 (2011)⁵

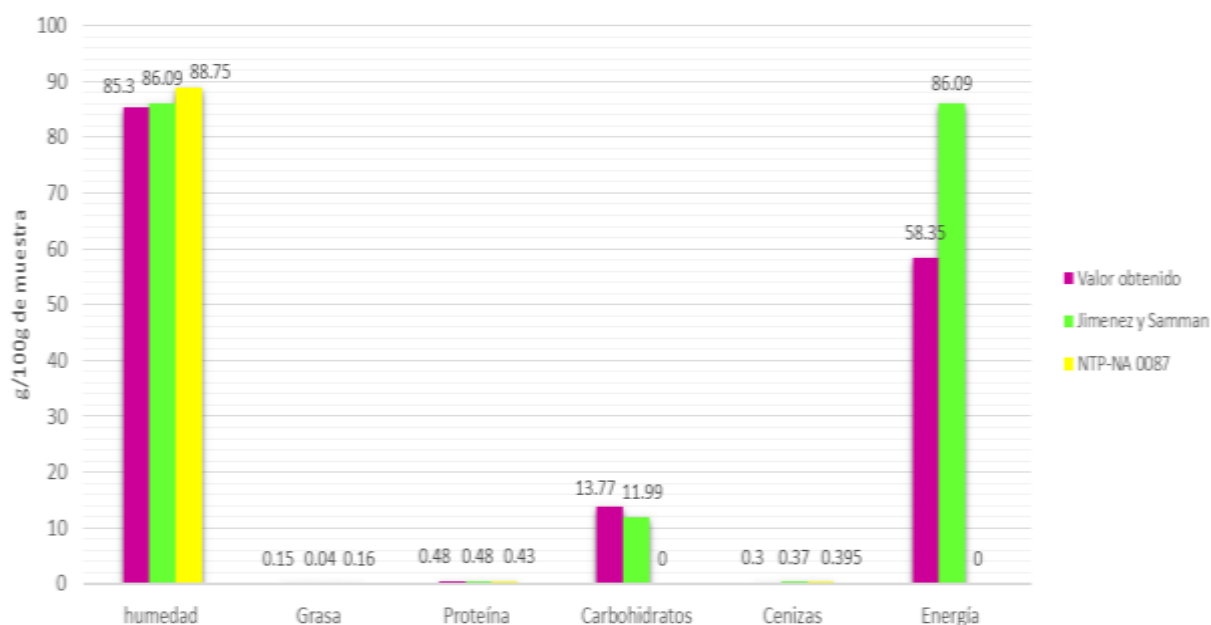


Figura 5: Resultados del análisis químico-proximal del yacón fresco y valores teóricos de otros investigadores.

Nótese en la figura cinco, que el contenido de humedad se encuentra ligeramente por debajo del rango reportado por Jimenez y Samman (2014) (citado por Velezmore, 2004) y Coronado (2013), pero dentro de los estándares establecidos por la norma técnica peruana.

El contenido de grasa, se encuentra dentro de los rangos mencionados por López (2007), así como de la norma técnica peruana, ligeramente inferior a lo mencionado por Chávez (2010) y, superior a lo mencionado por Jiménez y Samman (2014) (citado por Velezmoro, 2004) y Coronado (2013).

El contenido de proteínas se encuentra dentro del rango mencionado por López (2007), y Jiménez y Samman (2014) (citado por Velezmoro, 2004) así como de NTP-NA 0087 (2011), no obstante, ligeramente superior a lo reportado por Chávez (2010) y Coronado (2013).

Cabe señalar, que los resultados de contenido de proteínas obtenido corresponden a proteína bruta, constituida por las proteínas y otros compuestos nitrogenados tales como ácidos nucleicos, nucleótidos, trimetilamina (TMA) y su óxido (OTMA), aminoácidos, urea, etc. Sikorski (1994) citado por Cárdenas (2011, p.83).

El contenido de carbohidratos se encuentra superior a los valores reportados por López (2007), Chávez (2010), Jiménez y Samman (2014) (citado por Velezmoro, 2004) y, Coronado (2013) y dentro de los límites permisibles de la NTP-NA 0087 (2011).

El contenido de ceniza del yacón fresco se encuentra dentro del valor reportado por López (2007) en un rango de 0.3 a 2.0, así como de NTP-NA 0087 (2011) e inferior a lo reportado por Chávez (2010), Jiménez y Samman (2014) (citado por Velezmoro, 2004) y Coronado (2013).

Finalmente, las kilocalorías que aporta el yacón fresco, se encuentra ligeramente superior a lo reportado por López (2007) y Chávez (2010) e inferior a lo reportado por Jiménez y Samman (2014) (citado por Velezmoro, 2004).

En general, se observan variaciones en los resultados obtenidos en la presente investigación, con los encontrados por otros investigadores, esto puede deberse a diferentes factores como la variedad, el clima, condiciones geográficas, etc.; no obstante, todos los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Técnica Peruana.

4.1.3. Resultados microbiológicos

Los resultados del análisis microbiológico del yacón fresco se muestran en la tabla 19.

Tabla 15

Resultados del análisis microbiológico

Análisis	Unidad	Vía /Resultado	Limite por g (*)	
			m	M
<i>Escherichia coli</i>	ufc/g	180	10^2	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia /25 g	0	Ausencia /25 g	---

(*)NST N°071-MINSA/DIGESA-V.01 (2008) “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.

El análisis microbiológico realizado al yacón fresco dio como resultado cantidades de carga microbiana por debajo de los límites permisibles establecidos por la Norma Técnica Sanitaria NST N°071-MINSA/DIGESA-V.01 (2008); es decir, la materia prima utilizada fue sanitariamente apto para su procesamiento y consumo humano.

Con estos resultados se puede afirmar que las muestras analizadas se encuentran en buenas condiciones higiénicas y sanitarias, aptas para consumo humano.

4.2. Resultados de la prueba de evaluación sensorial de las conservas de trozos y zumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) utilizando preguntas “Marque Todo lo que Corresponde” (Check-All-That-Apply, CATA)

Los resultados de la evaluación sensorial, obtenidos mediante la aplicación del cuestionario del anexo uno, se muestran en el anexo dos. Los datos obtenidos corresponde a variables cuantitativas del tipo discreto, por lo que se aplicó la prueba estadística Q de Cochran, conforme recomienda el software XLSTAT, toda vez que es una prueba no paramétrica de comparación de proporciones para tres o más muestras relacionadas. Dichos datos se procesaron utilizando el software estadístico XLSTAT 2016, cuyos resultados se observan en la tabla 20. Nótese que la primera columna contiene los valores p asociados a las pruebas Q de Cochran, que compara los productos de forma independiente para cada atributo (color anormal, almíbar consistente, sabor extraño, textura blanda, desabrida, olor característico, buena presentación, sabor característico, textura semi-blanda, ácido, muy dulce, astringente, almíbar diluido, color anormal, dulce, color característico, textura firme y mala presentación). Una proporción elevada significa

que el atributo es marcado frecuentemente por los consumidores que evaluaron el producto.

En la tabla 20, se observa que para cada atributo dado, la prueba Q de Cochran permite comprobar el efecto de una variable explicativa (productos) sobre si los panelistas sienten el atributo o no. Así mismo, se aprecia que un valor p bajo más allá del umbral de significación indica que los productos difieren significativamente entre sí. Si el valor p es significativo, el panelista puede estar interesado en examinar comparaciones múltiples por pares, representadas por pequeñas letras dentro de las celdas de la tabla: dos productos que compartan las mismas letras no difieren significativamente. Dos productos que no tengan letras en común, difieren significativamente. Estos resultados son similares a los reportados por Ares *et al* (2014), citado por XLSTAT (2016).

Tabla 16

Test Q de Cochran para cada atributo.

Atributos/ productos	p-valores	pH 5.0 & 10°Brix	pH 5.5 & 10°Brix	pH 6.0 & 10°Brix	pH 5.0 & 20°Brix	pH 5.5 & 20°Brix	pH 6.0 & 20°Brix	pH 5.0 & 30°Brix	pH 5.5 & 30°Brix	pH 6.0 & 30°Brix
Color anormal	0.000	0,063 (a)	0,281 (ab)	0,313 (ab)	0,156 (a)	0,281 (ab)	0,281 (ab)	0,125 (a)	0,281 (ab)	0,594 (b)
Almíbar consistente	0.050	0,281 (a)	0,188 (a)	0,125 (a)	0,063 (a)	0,188 (a)	0,063 (a)	0,125 (a)	0,188 (a)	0,125 (a)
Sabor extraño	0.000	0,125 (ab)	0,094 (a)	0,563 (c)	0,375 (abc)	0,250 (abc)	0,469 (bc)	0,156 (ab)	0,313 (abc)	0,344 (abc)
Textura blanda	0.380	0,156 (a)	0,250 (a)	0,281 (a)	0,094 (a)	0,156 (a)	0,219 (a)	0,125 (a)	0,125 (a)	0,219 (a)
Desabrida	0.001	0,156 (a)	0,188 (a)	0,500 (b)	0,344 (ab)	0,281 (ab)	0,250 (ab)	0,344 (ab)	0,156 (a)	0,188 (a)
Olor característico	0.019	0,531 (a)	0,406 (a)	0,281 (a)	0,375 (a)	0,344 (a)	0,281 (a)	0,344 (a)	0,594 (a)	0,469 (a)
Buena presentación	0.000	0,563 (bc)	0,469 (abc)	0,156 (a)	0,500 (abc)	0,438 (abc)	0,281 (abc)	0,625 (c)	0,281 (abc)	0,250 (ab)
Sabor característico	0.175	0,500 (a)	0,469 (a)	0,219 (a)	0,375 (a)	0,500 (a)	0,375 (a)	0,313 (a)	0,375 (a)	0,344 (a)
Textura semi-blanda	0.393	0,313 (a)	0,188 (a)	0,281 (a)	0,156 (a)	0,281 (a)	0,344 (a)	0,125 (a)	0,219 (a)	0,219 (a)
Ácido	0.393	0 (a)	0 (a)	0,063 (a)	0,094 (a)	0,063 (a)	0,031 (a)	0,031 (a)	0,031 (a)	0 (a)
Muy dulce	0.040	0 (a)	0,125 (a)	0,031 (a)	0 (a)	0,031 (a)	0,063 (a)	0 (a)	0,125 (a)	0,031 (a)
Astringente	0.175	0,094 (a)	0,125 (a)	0,250 (a)	0,250 (a)	0,094 (a)	0,125 (a)	0,156 (a)	0,125 (a)	0,188 (a)
Almíbar diluido	0.217	0,188 (a)	0,313 (a)	0,250 (a)	0,313 (a)	0,250 (a)	0,250 (a)	0,156 (a)	0,344 (a)	0,188 (a)
Olor anormal	0.129	0,094 (a)	0,063 (a)	0,188 (a)	0,219 (a)	0,156 (a)	0,063 (a)	0,188 (a)	0,063 (a)	0,094 (a)
Dulce	0.001	0,469 (b)	0,344 (ab)	0,125 (a)	0,188 (ab)	0,406 (ab)	0,344 (ab)	0,375 (ab)	0,500 (b)	0,500 (b)
Color característico	0.002	0,594 (c)	0,438 (abc)	0,250 (ab)	0,375 (abc)	0,344 (abc)	0,313 (abc)	0,563 (bc)	0,313 (abc)	0,219 (a)
Textura firme	0.031	0,406 (a)	0,438 (a)	0,219 (a)	0,500 (a)	0,375 (a)	0,281 (a)	0,531 (a)	0,469 (a)	0,250 (a)
Mala presentación	0.010	0 (a)	0,156 (ab)	0,281 (b)	0,063 (ab)	0,094 (ab)	0,125 (ab)	0,125 (ab)	0,125 (ab)	0,250 (b)

En la tabla 20, también se observa que los valores p obtenidos resultan superiores a 0.05, lo que significa que los atributos de textura blanda, sabor característico, textura semi-blanda, ácido, astringente, almíbar diluido y olor anormal, no existe diferencias significativas entre los nueve tratamientos estudiados.

Con respecto a los atributos color anormal, almíbar consistente, sabor extraño, desabrida, olor característico, buena presentación, muy dulce, dulce, color característico, textura firme y mala presentación, los valores p encontrados resultan inferior a 0.05, lo que implica que existen diferencias significativas entre los tratamiento evaluados.

Resultado global.

Tabla 17

Resultados de la prueba independencia entre los atributos y los tratamientos

Chi-cuadrado (Valor observado)	300.100
Chi-cuadrado (Valor crítico)	182.865
GDL	153
p-valor	< 0.0001
α	0.05

En general, en base a los resultados de la prueba de independencia entre los atributos y los tratamientos mostrados en la tabla 21, se afirma que las conservas de yacón elaboradas a diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno, presentan diferencias significativas con un nivel de confianza del 95 %, es decir que los nueve tratamientos afectan las características sensoriales; por tanto la hipótesis nula (H_0 : Los diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno no influyen significativamente en las características sensoriales de las conservas) se rechaza, aceptándose la hipótesis alterna (H_a : Los diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno si influyen significativamente en las características sensoriales de las conservas), puesto que p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0.05$ ($0.0001 < 0.05$).

En la figura seis se muestra un mapa de análisis de cada uno de los atributos.

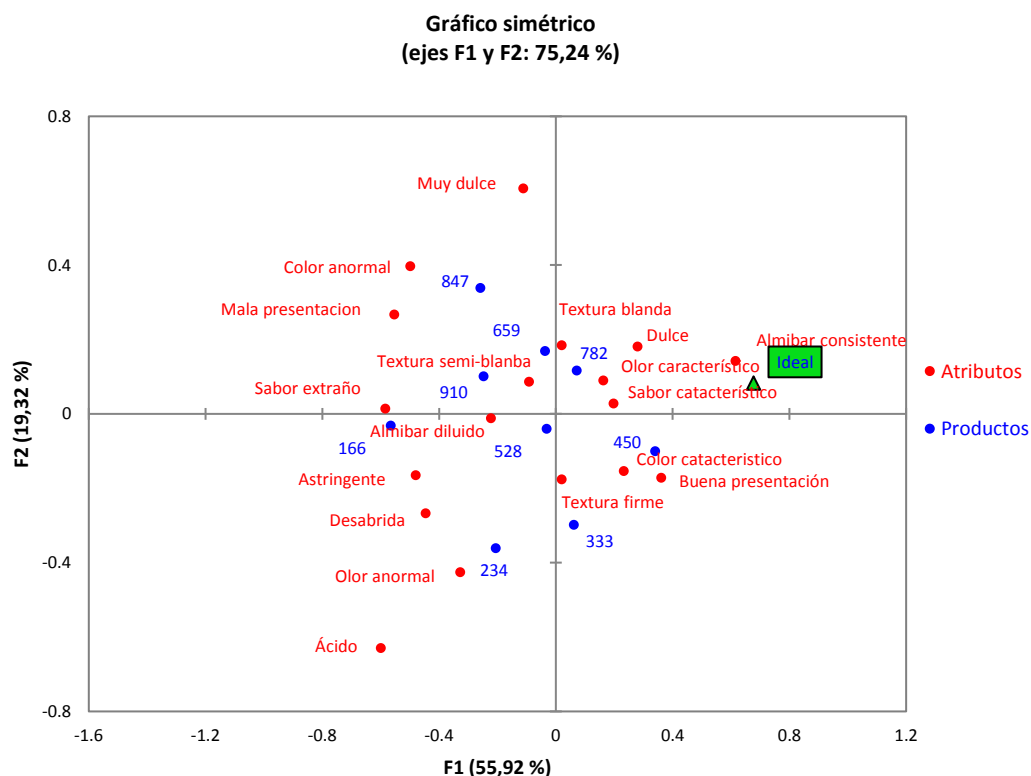


Figura 6: Mapa de análisis de los atributos.

Leyenda:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| • 450 (pH 5.0 & 10°Brix). | • 910 (pH 6.0 & 20°Brix). |
| • 782 (pH 5.5 & 10°Brix). | • 333 (pH 5.0 & 30°Brix). |
| • 166 (pH 6.0 & 10°Brix). | • 659 (pH 5.5 & 30°Brix). |
| • 234 (pH 5.0 & 20°Brix). | • 847 (pH 6.0 & 30°Brix). |
| • 528 (pH 5.5 & 20°Brix). | |

Aplicando lo especificado por Ares *et al* (2014) citado por XLSTAT (2016), en la figura seis donde se aprecia el mapa del análisis de atributos, se observa que el producto óptimo se encuentra en la zona más próxima al ideal. Dicho producto ideal debe ser relativamente dulce, olor característico, sabor característico, textura blanda y almíbar consistente; así mismo, no deberá ser demasiado astringente, desabrida, ácido, olor anormal, ni debe presentar almíbar diluido. En este contexto, los tratamientos 450 (pH 5.0 & 10 °Brix), 782 (pH 5.5 & 10 °Brix) y 333 (pH 5.0 & 30 °Brix) son los más próximos al ideal; en tanto que el tratamiento 234 (pH 5.0 & 20 °Brix) está muy lejos del ideal debido a la acidez, olor anormal, desabrida, almíbar diluido y astringencia; los

tratamientos 166 (pH 6.0 & 10 °Brix), 847 (pH 6.0 & 30 °Brix) están también relativamente lejos del ideal.

En la figura siete se muestra el análisis de coordenadas principales

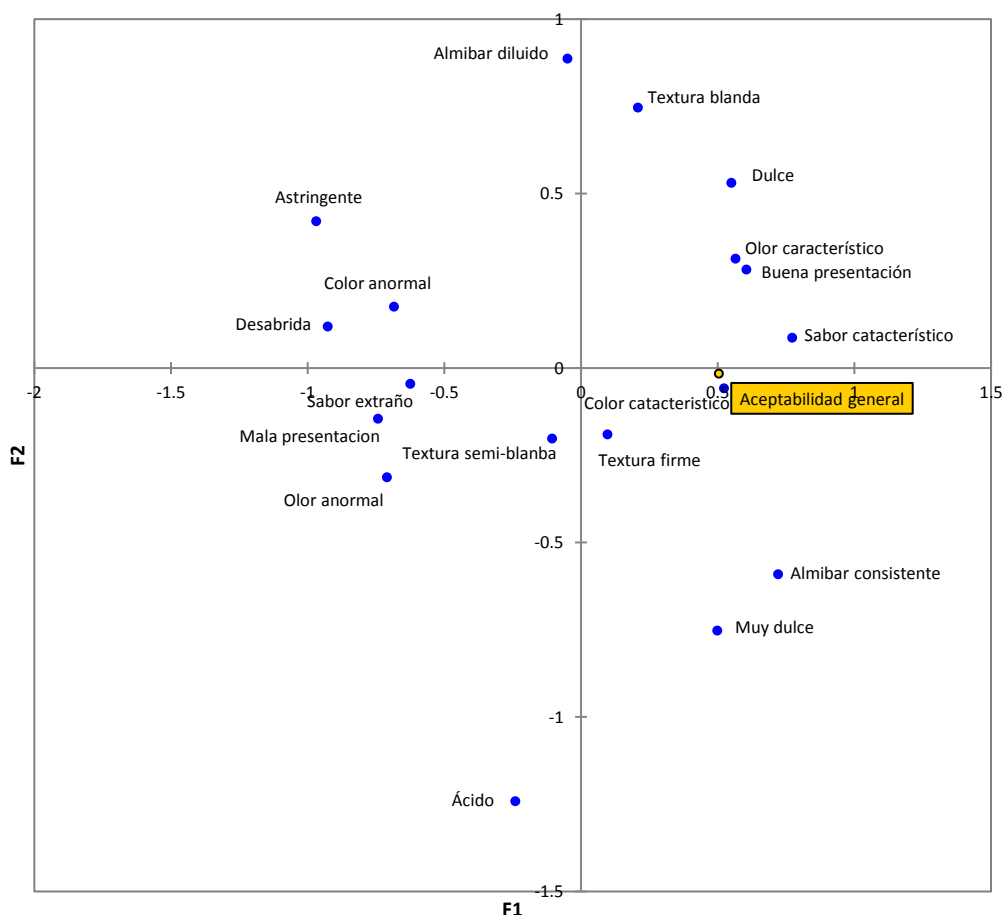


Figura 7. Análisis de Coordenadas Principales (ejes F1 y F2)

De forma similar, en la figura siete se observa que para la aceptabilidad general del producto, son necesarios los atributos dulce, buena presentación, almíbar consistente, color característico, sabor característico, olor característico; son indiferentes los atributos de textura firme, textura blanda, textura semi-blanda, ácido, muy dulce, astringente y almíbar diluido; y, son negativos los atributos color anormal, olor anormal, sabor extraño, desabrida y mala presentación; vale decir, que en el producto óptimo deberían estar presentes los atributos del primer grupo.

En base a los datos de aceptabilidad general, los resultados de la figura 8 se refieren al análisis de penalidad, basado en la incongruencia en la que el atributo está ausente en el producto real pero no en el ideal, lo que permitió identificar los atributos que debería

tener (necesarios o imprescindibles). Dicha figura muestra un resumen de las frecuencias con las que ocurre $P(\text{No})|(\text{Si})$ y $P(\text{Si})|(\text{Si})$.

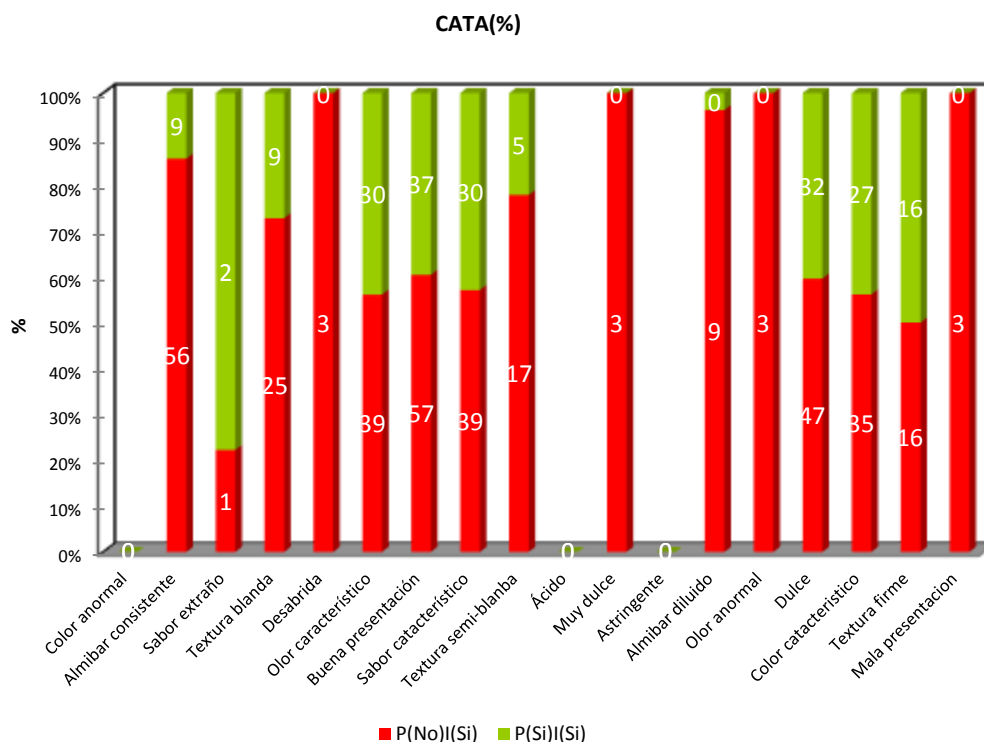


Figura 8. Frecuencias con las que ocurre $P(\text{No})|(\text{Si})$ y $P(\text{Si})|(\text{Si})$ en cada atributo.

Así como lo indica Ares *et al* (2014) citado por XLSTAT (2016), el grafico de efectos sobre la media muestra los atributos con un impacto medio significativo, lo cual se aprecia en la figura nueve, identificándose los atributos necesarios o imprescindibles (sabor característico, olor característico, color característico, almíbar consistente, dulce y buena presentación) de color azul. (Véase también figura cinco).

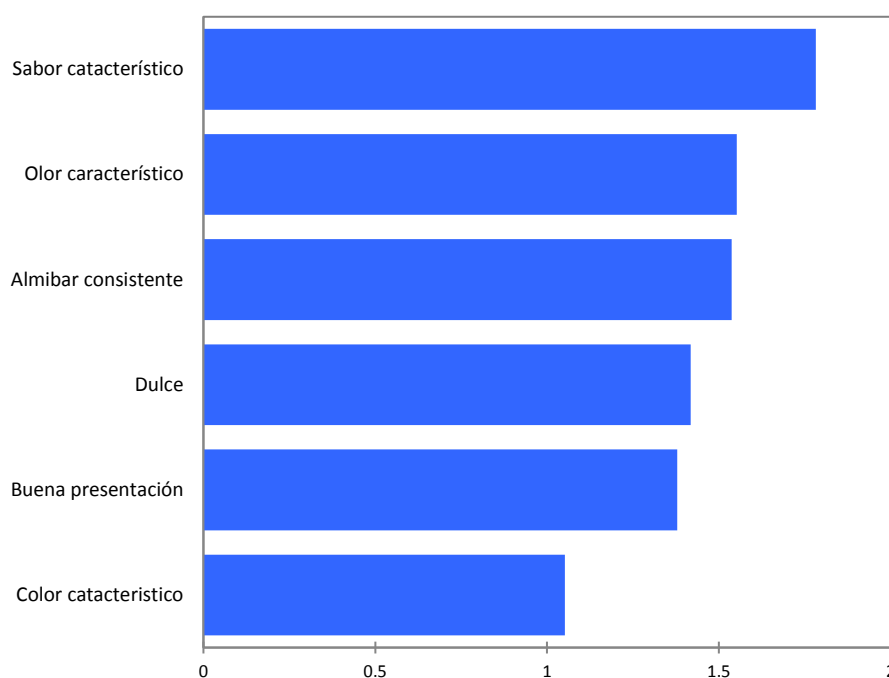


Figura 9. Efectos sobre la media (atributos necesarios)

Para Ares *et al* (2014) citado por XLSTAT (2016) el grafico de efectos sobre la media vs% también permite identificar claramente los atributos necesarios o imprescindibles. El eje Y corresponde a las diferencias entre la celda [1, 1] y la celda [0, 1] (los atributos marcados para el producto ideal y para el producto evaluado menos los marcados solamente para el ideal), así como también se observa en el anexo tres. El eje X representa el porcentaje de respuestas que incluyen una marca del producto ideal pero no una marca del producto en un atributo dado, lo que corresponde a situaciones donde el atributo describe bien el producto ideal, pero en alguna medida está ausente en los productos reales. Por consiguiente, en la figura 10 se aprecia los atributos que están asociadas a coordenadas elevadas en ambos ejes X e Y (almíbar consistente, olor característico, color característico, sabor característico, buena presentación y dulce) aparecen de nuevo como necesarios o imprescindibles.

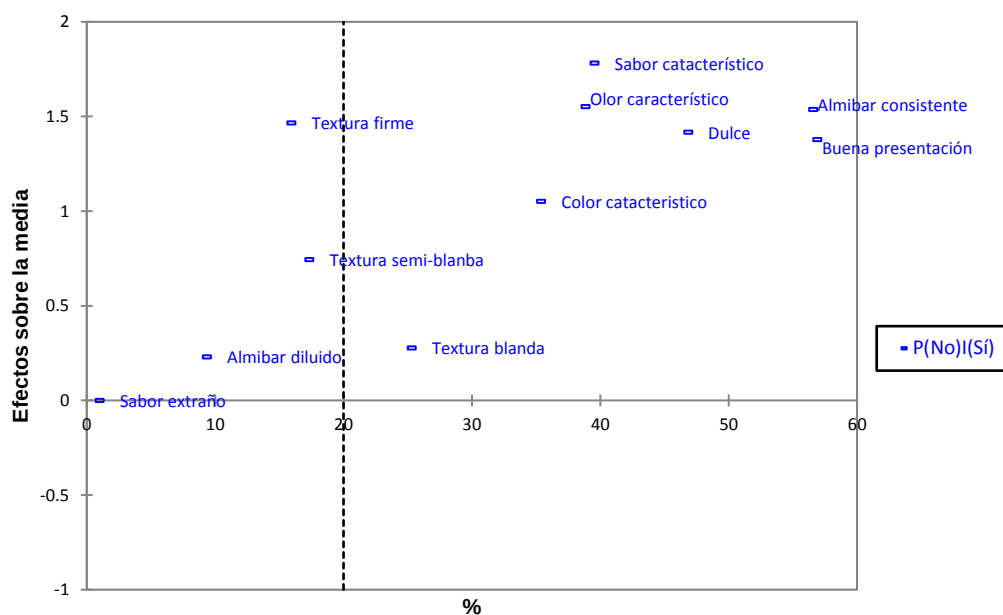


Figura 10. Efectos sobre la media vs % (atributos necesarios)

Según Ares *et al* (2014) citado por XLSTAT (2016) los de efectos sobre la media muestra los atributos con un impacto medio significativo, tal como se aprecia en la figura 11, donde los atributos negativos son de color rojo (color anormal, sabor extraño y desabrida) lo que indica que dichos atributos no deberán estar presentes en el producto ideal.

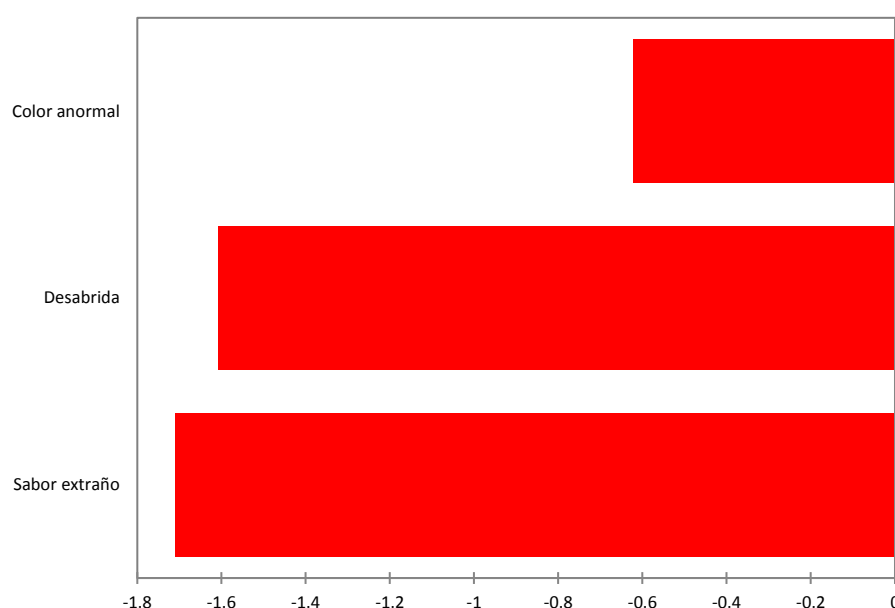


Figura 11. Efectos sobre la media (atributos negativos)

De igual manera Ares *et al* (2014) citado por XLSTAT (2016) el grafico de efectos sobre la media vs % también permite identificar claramente los atributos indeseables y los deseables. El eje Y corresponde a las diferencias entre la celda [0, 0] y la celda [1, 0] (los atributos no marcados para el producto ideal y para el producto evaluado menos los marcados solamente para el producto evaluado), así como también se observa en el anexo tres. El eje X representa el porcentaje de respuestas que incluyen una marca del producto ideal pero no una marca del producto en un atributo dado, lo que corresponde a situaciones donde el atributo describe bien a los productos reales, pero en alguna medida está ausente en lo producto ideal. Por lo tanto, en la figura 12 se aprecia que los atributos que están asociadas a coordenadas bajas en el eje Y (desabrida, sabor extraño, color anormal, olor anormal, mala presentación) son atributos indeseables o negativos.

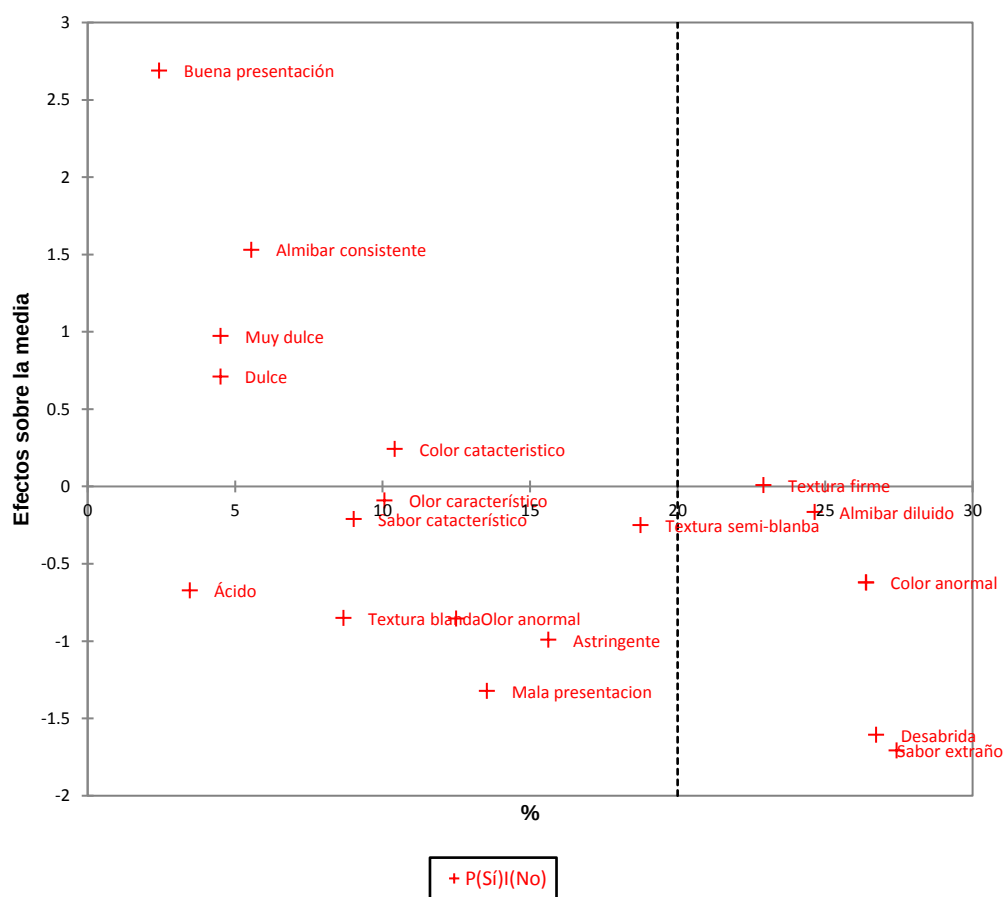


Figura 12. Efectos sobre la media vs % (atributos negativos)

En general, los dos análisis precedentes se resumen finalmente en la figura 13, donde se aprecia que los atributos: almíbar consistente, olor característico, color característico, sabor característico, buena presentación y dulce, son atributos necesarios que debe tener un producto ideal, y color anormal, sabor extraño, desabrida, mala presentación y olor anormal son atributos que afectan de forma negativa al producto, por ende no deberá contener ninguno de dichos atributos mencionados en el producto ideal.

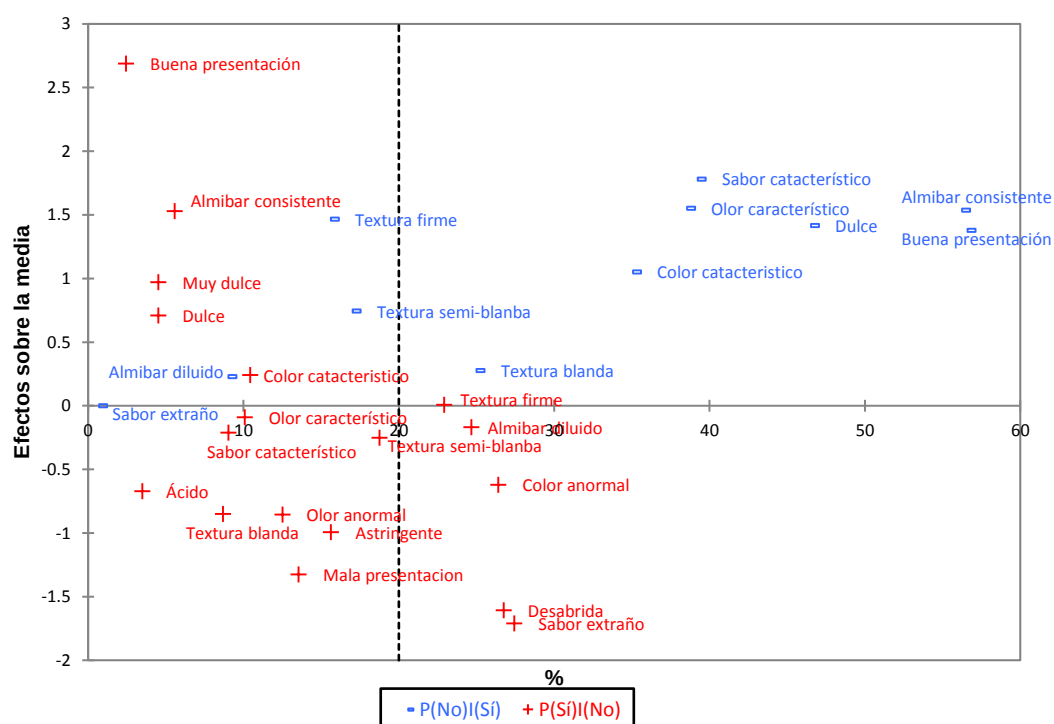


Figura 13. Resumen de efectos sobre la media vs % (atributos necesario y negativos)

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado de los atributos que son necesarios o imprescindibles, interesantes, no tiene influencia, indiferente y negativo.

Tabla 18

Resumen final

Necesario	Interesante	No tiene influencia	Indiferente	Negativo
Almíbar consistente	-	-	Textura blanda	Color anormal
Olor característico	-	-	Textura semi-blanda	Sabor extraño
Buena presentación	-	-	Ácido	Desabrida
Sabor característico	-	-	Muy dulce	Mala presentación
Dulce	-	-	Astringente	Olor anormal
Color característico	-	-	Almíbar diluido	-
	-	-	Textura firme	-

Como se puede observar en la tabla 22, seis de los 18 atributos son necesarios o imprescindibles (almíbar consistente, olor característico, buena presentación, sabor característico, dulce, color característico) y cinco atributos son negativos (color anormal, sabor extraño, desabrida, mala presentación, olor anormal). Los restantes son indiferentes (textura blanda, textura semi-blanda, ácido, muy dulce, astringente, almíbar diluido, textura firme), es decir que pueden o no estar presente en el producto ideal.

De acuerdo a tabla 22, se realizó un análisis minucioso, determinando que de los tres tratamientos que estaban cerca al ideal [450 (pH 5.0 & 10 °Brix), 782 (pH 5.5 & 10 Brix) y 333 (pH 5.0 & 30 °Brix)], el tratamiento 450 que corresponde al tratamiento elaborado con líquido de gobierno de pH 5.0 y 10 °Brix, obtuvo las mejores características sensoriales de acuerdo a la tabla 22.

4.3. Cálculo del tiempo de tratamiento térmico

Una vez obtenido el tratamiento con las mejores características o atributos sensoriales; es decir se realizó una corrida con el tratamiento 450 que corresponde al tratamiento elaborado con líquido de gobierno de pH 5.0 y 10 °Brix para el cálculo del tiempo de tratamiento térmico.

Una vez concluido los procesos de esterilizado y enfriado de las conservas, se realizó la lectura del sensor de monitoreo inalámbrico DATA TRACE, el cual registró los datos de tiempo, temperatura en el punto más frío del producto y el valor F_0 , para lo cual se consideró las características cinéticas de destrucción del microorganismo *Clostridium botulinum* (Temperatura de referencia = 121.1 °C y valor Z = 10 °C). Ver anexo cuatro.

En los resultados de letalidad, obtenidos del DATA TRACE, se observó que el tratamiento 450 (pH 5.0 & 10 °Brix), presentó efecto letal superior a $F_0 = 4.5$.

En consecuencia para proseguir con el estudio de determinación de tiempo óptimo de procesamiento térmico de las conservas mediante el monitoreo del valor F_0 , a una temperatura constante de 240 °F y con los parámetros de inactivación térmica del *Clostridium botulinum*, se utilizó el valor intermedio, es decir un tiempo de 45 minutos de esterilización.

En consecuencia, en base a los resultados de la prueba final que se muestra en el anexo cuatro donde se observa la evolución de las temperaturas en el punto más frío del producto, el valor F_0 y el efecto letal acumulado en función del tiempo de tratamiento térmico, se construyó la curva integral de letalidad térmica que se muestra en la figura 14, de donde se obtiene que para un valor de $F_0 = 4.5$, le corresponde un nuevo tiempo de cierre de vapor de 34 minutos, que resulta de la diferencia de 82 minutos requeridos para alcanzar un $F_0 = 4.5$ menos 48 minutos con el que se alcanza los 100 °C necesarios para el inicio del efecto letal contra la bacteria *Clostridium botulinum*.

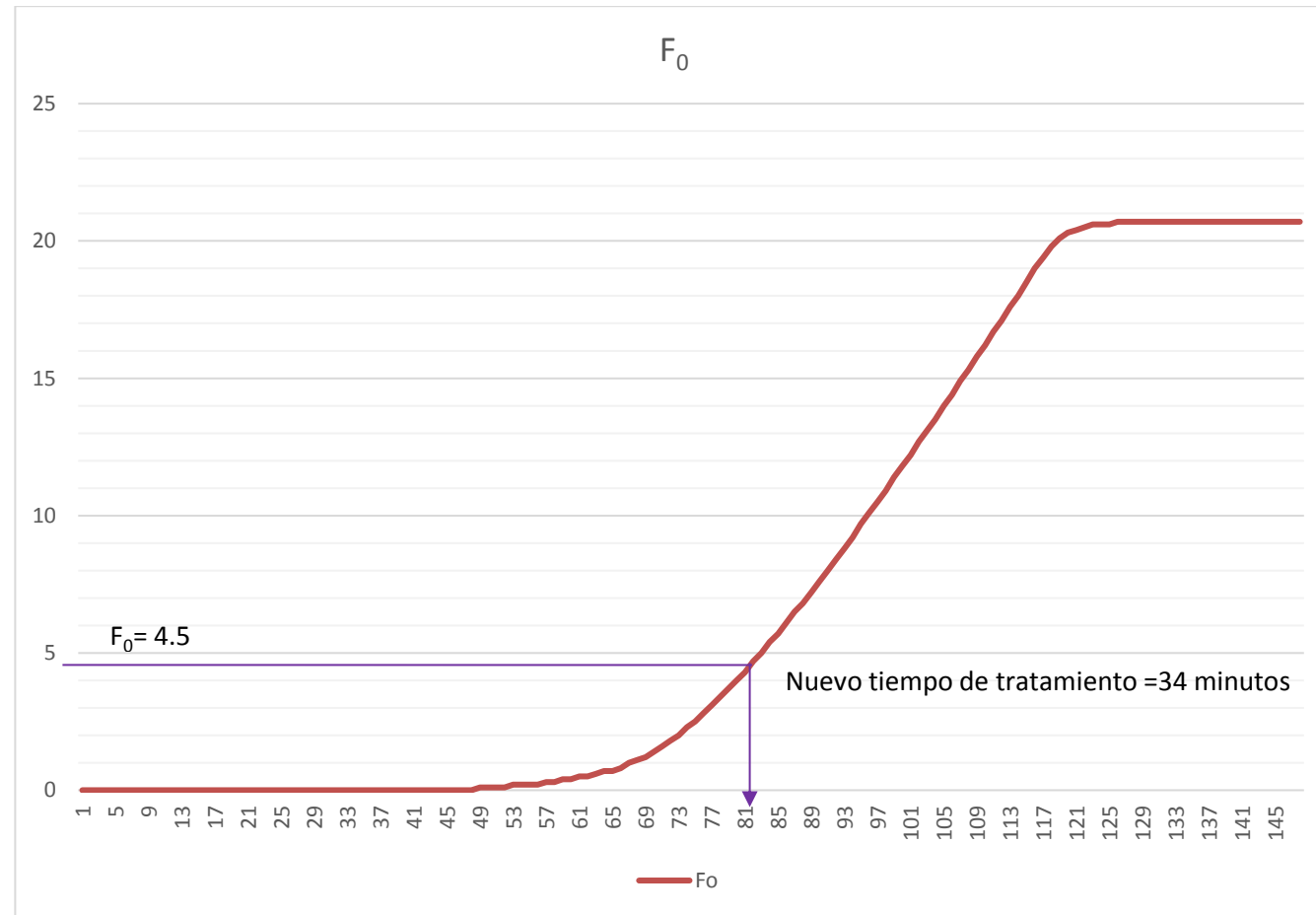


Figura 14. Curva de letalidad térmica

Por lo tanto, los parámetros óptimos de esterilización para las conservas de yacón, en envases de hojalata tipo tuna de ½ libra de capacidad, son 240 °F, 10.5 lb/plg² y 34 minutos, lo que garantiza la inactivación del *Clostridium botulinum* y la inocuidad del producto final.

En consecuencia, la disminución del tiempo de tratamiento térmico con el respectivo efecto letal, trae consigo un ahorro en los costos de producción y el aumento en los componentes nutritivos de la conserva, ya que como menciona Sikorski (1994), citado por Cárdenas (2011) el objetivo de la industria conservera es producir alimentos enlatados microbiológicamente seguros y con un elevado valor nutritivo y como consecuencia un tiempo de tratamiento térmico óptimo; de igual forma menciona que los azúcares se degradan cuando sufren un calentamiento prolongado a alta temperatura. Aminoácidos, péptidos y grupos amino de las proteínas pueden combinarse con azúcares en reacciones de pardeado (Maillard), lo que puede ocasionar cambios de color y textura en las conservas. (p.93, 94)

4.4. Análisis del producto final

Una vez obtenido los parámetros óptimos de procesamiento para la elaboración de conservas de rodajas y zumo concentrado, vale decir utilizando como líquido de gobierno una concentración de 10 °Brix y pH de 5.0 y esterilizados a 240 °F, 10.5 lb/plg² y durante 34 minutos, se realizó una corrida final, cuyas muestras se almacenaron durante 21 días, al cabo del cual se efectuó una evaluación físico-organoléptico, químico-proximal y microbiológica:

4.4.1. Evaluación físico-organoléptica

En el anexo cinco, se observa los resultados de la evaluación físico-organoléptico de las conservas, obteniéndose, que las medidas de los cierres de los envases se encuentran dentro de los rangos estándares para envases de hojalata de ½ lb tipo tuna, lo que ratifica el correcto cerrado de envases, que constituye un punto crítico de control en los procesos de elaboración de conservas.

Presentando un vacío de 4 pulgadas de Hg, lo cual es adecuado, toda vez que la NST N°069 (2008) señala que el vacío mínimo en envases cilíndricos deberá ser no menor de 3 pulgadas de Hg; esto quiere decir que, la operación de exhausting y cerrado de

envases se efectuaron en forma satisfactoria, conservándose además sus propiedades nutritivas. Sikorski (1994) citado por Cárdenas (2011, p.96) indica que la rivoflamina, las vitaminas A, E, D y PP son relativamente termoestables en ausencia de oxígeno; además la formación de vacío aumenta la estabilidad del producto enlatado, como consecuencia de atenuarse la oxidación de lípidos y vitaminas. Con ello se retrasa la merma de la calidad del producto y se evita también la deformación de la lata durante el tratamiento térmico por el calor.

Con relación al espacio libre obtenido de 4 mm, también se encuentra dentro de los valores aceptables, ya que según señala Flores (2015); el espacio de cabeza debe estar en el rango de 3 a 5 mm. Es decir, las labores de envasado y adición de líquido de gobierno se efectuaron en la forma correcta; al respecto Sikorski (1994) citado por Cárdenas (2011, p.97) menciona que es preciso controlar el peso del alimento envasado, un llenado excesivo puede motivar que el alimento no sea procesado convenientemente, que hagan prominencia las caras de la lata o inclusive que salten la suturas de ésta por consiguiente es imprescindible dejar un espacio adecuado entre el nivel del alimento y la cara interior de la tapa.

Así mismo, el contenido del envase es bueno, con textura firme, con buen olor, con un dulzor satisfactorio y un sabor normal.

Con respecto al líquido de gobierno presenta un sabor dulce, pH igual a 5, con 10 °Brix, y una cantidad de 30 ml por envase.

4.4.2. Evaluación químico-proximal

Los resultados de la evaluación químico-proximal de las conservas de yacón se muestran en la tabla 23.

Tabla 19

Resultados de composición químico-proximal

Análisis	Unidad	Resultados
Humedad	g/100 g	92.06
Grasa	g/100 g	0.09
Proteína (Nx6,25)	g/100 g	0.33
Carbohidratos	g/100 g	6.86
Cenizas	g/100 g	0.66
Energía	Kcal/100 g	29.57

Se observa que los resultados de composición químico-proximal del producto se encuentran dentro de los límites esperados; no obstante, conviene resaltar que el contenido de humedad, comparado con el de la materia prima, aumenta de 85.3 % a 92.06 %.

Los demás disminuyen porque se concentra la humedad.

El contenido de grasa se ve disminuida de 0.15 % en la materia prima a 0.09 % en el producto final.

El contenido de proteínas también se ve disminuida de 0.58 % en la materia prima a 0.33 % en el producto, no obstante debe entenderse que suelen presentarse pérdidas importantes, sobre el particular Carballo *et al* (2001) citado por Cárdenas (2011, p.100) indica que existen pérdidas de disponibilidad de las proteínas por participación de la reacciones de Maillard y formación de compuestos tóxicos tipo lantionina. Además, indica que se ha comprobado por valoración biológica que las proteínas sufren transformaciones profundas con alto porcentaje de pérdida de su valor biológico, por exceso de calentamiento.

Con relación al contenido de carbohidratos, se ve una ligera disminución, la materia prima presentó 12.11 % y el producto final 6.68 %.

De igual manera, el contenido de cenizas se ve disminuida de 0.99 % en el yacón fresco a 0.66 % en la conserva.

Así mismo, el contenido de energía, se ve disminuida de 55.59 % en la materia prima a 29.57 %.

Por lo tanto, la composición químico-proximal de la conserva de yacón, obtenida en el presente trabajo de investigación, se encuentra dentro de los valores normales, toda vez que al otorgarle un tiempo adecuado de tratamiento térmico en función del valor F_0 recomendado, la destrucción de los nutrientes sería mínima como lo recomienda Mojo (2002) citado por Cárdenas (2011, p.102), al señalar que dándole menor tiempo de tratamiento térmico que alcance un nivel de valor F_0 estipulado por las normas, se mejora la calidad nutricional del producto.

4.4.3. Evaluación microbiológica

Los resultados de la evaluación microbiológica de las conservas de yacón, fueron los siguientes:

- Recuento de mesófilos aerobios : 0/3 ufc/g
- Recuento de mesófilos anaerobios : 0/3 ufc/g
- Recuento de termófilos aerobios : 0/3 ufc/g
- Recuento de termófilos anaerobios : 0/3 ufc/g

Al no detectarse crecimiento de esporas de termófilos o mesófilos anaerobios estrictos o facultativos, se puede afirmar sobre la ausencia de microorganismos del género *Clostridium* en los conservas de yacón.

En consecuencia, en base a la NST N°069 (2008) se concluye que las conservas elaboradas son estériles comercialmente, por tanto aptas para el consumo humano, así como se observa en la tabla 20.

Tabla 20

Resultados de la prueba de esterilidad comercial

Análisis	Vía /Resultado
Prueba de esterilidad	Comercialmente estéril

Es decir, la ausencia de mesófilos anaerobios indica que se ha logrado inactivar esporas de *Clostridium botulinum*; al respecto, Fellows (1994), citado por Cárdenas (2011, p.103) menciona que la esterilidad comercial en el producto nos asegura la destrucción del *Clostridium botulinum*, microorganismo más resistente de los alimentos de baja acidez, pues éste es capaz de crecer en condiciones de anaerobiosis en envases cerrados, eliminando al medio una exotoxina muy potente, por ello los procesos de esterilización buscan como mínimo su destrucción.

En consecuencia, las conservas de yacón, elaboradas aplicando los parámetros óptimos de procesamiento, permitió obtener un producto de buena calidad físico-organoléptica, nutricional y sanitaria, toda vez que el producto es estéril comercialmente y por tanto se encuentra apto para el consumo humano.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El pH óptimo y la concentración del líquido de gobierno (zumo) para la elaboración de conservas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es pH = 5.0 y 10 °Brix, con un nivel de significancia de 0.05 y $p = 0.0001 < 0.05$, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna, es decir que los diferentes pH y concentraciones de líquido de gobierno si influyen significativamente en las características sensoriales de las conservas. Además seis de los 18 atributos sensoriales son necesarios o imprescindibles (almíbar consistente, olor característico, buena presentación, sabor característico, dulce, color característico) y cinco atributos son negativos (color anormal, sabor extraño, desabrida, mala presentación, olor anormal). Los restantes son indiferentes (textura blanda, textura semi-blanda, ácido, muy dulce, astringente, almíbar diluido, textura firme), es decir que pueden o no estar presente en el producto ideal.
- El tiempo óptimo de esterilización, en envases de hojalata tipo tuna de ½ libra de capacidad (307x113), fue de 34 minutos, a una temperatura de 240 °F.
- La conserva presentó 0.048 pulgadas de espesor de cierre y 0.116 pulgadas de altura de cierre; en promedio un vacío de 4 pulgadas de Hg, 4 mm de espacio libre, los cuales se encuentran dentro de los valores estándares. Así mismo, con un buen contenido, presentando una textura, olor, dulzor y sabor; firme, bueno, satisfactorio y normal, respectivamente. En cuanto al líquido de gobierno, este, presenta un sabor dulce, con pH 5, 10 °Brix y una cantidad de 30 ml por envase. Además con 92.06% de humedad, 0.33% de proteína, 0.09% de grasa, 0.66% de ceniza, 6.86% de carbohidrato y 29.57 kcal; la prueba de esterilidad dio la calificación de comercialmente estéril; por tanto, el producto es de buena calidad y sin riesgo para la salud pública.

5.2. Recomendaciones

- Estudiar los parámetros para la elaboración de conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) envasados en frascos de vidrio.
- Desarrollar un proyecto para la instalación de una planta procesadora de conservas de yacón.
- Evaluar el contenido de fructooligosacáridos en toda la fase del proceso tecnológico.
- Determinar el tiempo de vida en anaquel de la conserva producida, en función de la degradación del contenido de fructooligosacáridos.

PAGINAS COMPLEMENTARIAS

Referencia bibliográfica

- Ares, G., (2011). Nuevas metodologías para la caracterización sensorial de alimentos. Simposio llevado a cabo en el V congreso internacional de desarrollo e innovación de alimentos- INNOVA, Uruguay.
- Alvarado, *et al* (2009). Fenomenología de la esterilización de alimentos líquidos enlatados. Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia N° 50 87-98.
- Bruzzone, F., (2014). *Aplicación de metodologías de caracterización sensorial con consumidores en el desarrollo de postres lácteos funcionales*. (Tesis de post grado)
- Cárdenas, N. (2011). *Determinación de parámetros óptimos para la elaboración de conservas de filetes de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) al natural*. (Tesis de pregrado).
- Carrasco, D. (2009). *Metodología de la Investigación Científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Editorial San Marcos. Lima-Perú.
- Casp, A y Abril, J. *Procesos de Conservación de Alimentos*. Editorial Mundi Prensa 1999. España.
- Cotrina, P., Pacheco, A. y Moretti, K. (2012). *Referencias estilo APA: Adaptación de la norma de la Americana Psycological Association*. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de <https://es.scrib.com/doc/130972926/Manual-de-Referencias-Estilo-APA>.
- Colina, O., M., Ordoñez, R., L., Solano, O., C., Hernández, M., M., et al. (2009). *Guía para la exportación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados a Estados Unidos (LACF/AF)*.

- Coronado, A. (2013). *Elaboración de la harina de yacón (Samallanthus sonchifolius) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias prebióticas* (Tesis de post grado).
- DIGESA (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. NST N°071-MINSA/DIGESA-V.01.
- DIGESA (2008). *Norma sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano*. NST N°069-MINSA/DIGESA-V.01.
- Encina, C., (2005). *Determinación de la máxima retención de ácido ascórbico de la conserva de aguaymanto (Physalis peruviana) en almibar aplicando los métodos Taguchi y Superficie de respuesta*. Tesis de pregrado.
- Flores, D., (2015). *Procesamiento de Productos Agropecuarios Andinos*. [Diapositivas]. Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Forsythe, (2003). *Métodos Experimentales en la Ingeniería Alimentaria*. Editorial Acirbia, S.A. Zaragoza, España.
- Garro, L., (2007). *Desarrollo de un software para el cálculo de la letalidad en procesos de esterilización de alimentos*. (Tesis de pregrado)
- Gordillo, G. (2009). *Efecto hipoglucemiante del extracto acuoso de las hojas de Samallanthus sonchifolius (Yacón) en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2*. (Tesis de Maestría). Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/88177439/TESIS-MAESTRIA-YACON>
- Hernández, R., Fernández, C. y Batista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw-Hill.
- Hernandez, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá-Colombia.
- Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. (1985). *Curso Internacional: Alimentos Enlatados*. Lima-Perú.

- López, T., (2007). *Valorización de la raíz de Yacón: Obtención de un jarabe rico en Fructooligosacáridos*. Investigación & Desarrollo.
- Manrique, I., Párraga, A., y Hermann, M. (2005). *Jarabe de Yacón: Principios y Procesamiento*. Lima, Perú.
- Mojo, A., (2002). *Determinación de los Parámetros en la Elaboración de Conservas de Carne de Alpaca*. Tesis. (Tesis de pregrado).
- NTP-NA 0087, (2011). Norma Técnica Peruana aplicado a “Productos naturales: Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Definiciones, clasificación y requisitos”.
- Orrego, A., (2003). *Procesamiento de Alimentos*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Polanco, P., (2011). *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (*Samallanthus sonchifolius* Poep. & Endl) H. Robinson Colectados en la eco región eje cafetero de Colombia*. (Tesis de Maestria). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3715/1/7206010.2011.pdf>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. (22ª ed.). Consultado en <http://lema.rae.es/drae/?val=tangible>.
- Rees, J. y Bettinson, J. (1994). *Proceso térmico y Envasado de los Alimentos*, 3ra ed., editorial Acribia, Zaragoza, p. 283.
- Ruiz, R., (2006). *Procesamiento y elaboración de las verduras enlatadas*. (Tesis de pregrado)
- Seminario, J., Valderrama, M., y Manrique, I. (2003). *El Yacon: Fundamentos y aprovechamiento de un recurso promisorio*. Lima, Perú. pág. 24-52.
- Singh, P. y Heldman, D. (1998). *Introducción a la Ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia S. A. Zaragoza.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa S.A.

- Valdez, A. (2008). Evaluación Sensorial de Alimentos. [Diapositivas]. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villanueva, J. (1998). *Determinación del Valor F_o en la elaboración de conservas*. Tesis Monografía Universidad Nacional Federico Villareal, Lima – Perú.
- Velezmoro, J., J., (2004). *Perfil del mercado del yacon. Programa Desarrollo Rural Sostenible*. Universidad del Pacifico. Cajamarca-Perú.

ANEXOS

ANEXO 1

CUESTIONARIO 1

Evaluación sensorial de conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón
(*Smallanthus sonchifolius*) utilizando preguntas CATA (Chek-All-That-Apply)

CARACTERÍSTICAS DEL ENCUESTADO:

Edad:.....Sexo:.....Hora:.....

CÓDIGO DE MUESTRA:.....

INSTRUCCIONES:

- Deseamos conocer los atributos sensoriales de las muestras codificadas que usted tiene al frente, las cuales deberá probar una a la vez y marcar las alternativas que considere conveniente, según su punto de vista personal.
- Recuerde tomar o enjuagar la boca con un poco de agua y/o comer galletas, entre muestra y muestra.
- Lea con atención y no temas en preguntar cualquier duda mientras completes el cuestionario.
- Por favor no haga ningún tipo de comentario valorativo sobre la muestra, durante la prueba.
- Este cuestionario es anónimo. No firmes ni escribas ninguna identificación. Las respuestas se analizarán como respuestas de grupo y no como respuestas individuales.

1. ¿Cuánto le **gusta**
este producto?

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Me disgusta **Me es** **Me gusta**
mucho **indiferente** **mucho**

2. Marque todas las alternativas que considere adecuadas para describir este producto:

- | | | |
|--|---|---|
| ☐ Color anormal | ☐ Buena Presentación | ☐ Almíbar diluido |
| ☐ Almíbar consistente | ☐ Sabor característico | ☐ Olor anormal |
| ☐ Sabor extraño | ☐ Textura semi-blanda | ☐ Dulce |
| ☐ Textura Blanda | ☐ Acido | ☐ Color característico |
| ☐ Desabrida | ☐ Muy Dulce | ☐ Textura Firme |
| ☐ Olor característico | ☐ Astringente | ☐ Mala presentación |

3. Si piensa en una **conserva de rodajas y zumo concentrado de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)** ideal, marque todas las alternativas que consideraría adecuadas para describirla:

- | | | |
|--|---|---|
| ☐ Color anormal | ☐ Buena Presentación | ☐ Almíbar diluido |
| ☐ Almíbar consistente | ☐ Sabor característico | ☐ Olor anormal |
| ☐ Sabor extraño | ☐ Textura semi-blanda | ☐ Dulce |
| ☐ Textura Blanda | ☐ Acido | ☐ Color característico |
| ☐ Desabrida | ☐ Muy Dulce | ☐ Textura Firme |
| ☐ Olor característico | ☐ Astringente | ☐ Mala presentación |

¡¡¡¡Muchas gracias!!!

ANEXO 2

Tabla 21

Resultados de la evaluación sensorial mediante el método CATA.

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
1	450	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6
1	782	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6
1	166	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	4
1	234	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	5
1	528	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	7
1	910	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6
1	333	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	7
1	659	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	7
1	847	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
2	450	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
2	782	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	9
2	166	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2	234	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
2	528	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
2	910	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
2	333	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
2	659	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9
2	847	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9
	Ideal	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
3	450	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	9
3	782	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	8
3	166	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
3	234	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6
3	528	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7
3	910	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	7
3	333	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	8
3	659	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	5
3	847	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8
	Ideal	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
4	450	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
4	782	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7
4	166	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
4	234	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
4	528	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
4	910	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
4	333	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	6
4	659	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
4	847	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
	Ideal	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
5	450	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
5	782	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
5	166	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5
5	234	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
5	528	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5
5	910	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5
5	333	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
5	659	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
5	847	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	5
	Ideal	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	450	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
6	782	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
6	166	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
6	234	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
6	528	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
6	910	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
6	333	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
6	659	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
6	847	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
	Ideal	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	450	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5
7	782	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	6
7	166	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
7	234	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
7	528	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
7	910	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5
7	333	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
7	659	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3
7	847	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
	Ideal	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
8	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5
8	782	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
8	166	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
8	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	6
8	528	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5
8	910	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
8	333	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7
8	659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5
8	847	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
	Ideal	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
9	450	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
9	782	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	6
9	166	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
9	234	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2
9	528	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
9	910	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
9	333	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	6
9	659	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	6
9	847	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	450	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
10	782	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	9
10	166	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	234	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
10	528	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	9
10	910	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
10	333	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
10	659	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	9
10	847	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
11	450	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
11	782	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	7
11	166	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	6
11	234	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6
11	528	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	910	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5
11	333	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
11	659	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	4
11	847	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Ideal	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
12	450	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7
12	782	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	8
12	166	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
12	234	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
12	528	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	7
12	910	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
12	333	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	5
12	659	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	6
12	847	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13	450	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4
13	782	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
13	166	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
13	234	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
13	528	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2
13	910	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
13	333	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
13	659	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
13	847	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
	Ideal	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
14	450	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
14	782	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
14	166	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
14	234	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9
14	528	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
14	910	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
14	333	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
14	659	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
14	847	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
	Ideal	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	450	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
15	782	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
15	166	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	6
15	234	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
15	528	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6
15	910	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
15	333	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
15	659	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6
15	847	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Ideal	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
16	450	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8
16	782	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8
16	166	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8
16	234	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8
16	528	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8
16	910	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
16	333	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6
16	659	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7
16	847	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
17	450	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
17	782	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5
17	166	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	5
17	234	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
17	528	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
17	910	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17	333	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
17	659	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
17	847	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	5
	Ideal	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
18	450	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	9
18	782	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9
18	166	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5
18	234	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5
18	528	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9
18	910	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
18	333	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	9
18	659	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	5
18	847	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Ideal	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
19	450	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	9
19	782	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	9
19	166	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
19	234	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	5
19	528	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2
19	910	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	5
19	333	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	9
19	659	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	5
19	847	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	5
	Ideal	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
20	450	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
20	782	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
20	166	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
20	234	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
20	528	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	8
20	910	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20	333	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
20	659	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	6
20	847	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
21	450	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7
21	782	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
21	166	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
21	234	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
21	528	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	8
21	910	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5
21	333	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
21	659	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
21	847	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	8
	Ideal	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	450	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5
22	782	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5
22	166	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5
22	234	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5
22	528	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	5
22	910	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
22	333	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	5
22	659	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5
22	847	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
	Ideal	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
23	450	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	7
23	782	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	8
23	166	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5
23	234	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	7
23	528	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8
23	910	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	7

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
23	333	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7
23	659	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	7
23	847	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	6
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
24	450	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24	782	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
24	166	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
24	234	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
24	528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
24	910	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
24	333	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
24	659	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
24	847	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
25	450	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
25	782	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4
25	166	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
25	234	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
25	528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
25	910	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	5
25	333	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
25	659	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
25	847	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
	Ideal	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
26	450	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
26	782	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4
26	166	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
26	234	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6
26	528	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	6

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
26	910	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	7
26	333	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8
26	659	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7
26	847	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
27	450	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
27	782	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
27	166	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
27	234	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
27	528	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
27	910	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
27	333	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9
27	659	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
27	847	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9
	Ideal	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	450	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4
28	782	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
28	166	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28	234	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
28	528	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4
28	910	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
28	333	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	7
28	659	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3
28	847	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
	Ideal	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
29	450	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
29	782	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
29	166	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	6
29	234	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
29	528	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
29	910	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5
29	333	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
29	659	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
29	847	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
	Ideal	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
30	450	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
30	782	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
30	166	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
30	234	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
30	528	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
30	910	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5
30	333	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	5
30	659	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
30	847	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
31	450	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
31	782	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	5
31	166	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4
31	234	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	5
31	528	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
31	910	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5
31	333	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	5
31	659	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4
31	847	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4
	Ideal	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
32	450	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
32	782	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	166	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2

Nº	Código muestra	Color anormal	Almíbar consistente	Sabor extraño	Textura blanda	Desabrida	Olor característico	Buena presentación	Sabor característico	Textura semi-blanda	Ácido	Muy dulce	Astringente	Almíbar diluido	Olor anormal	Dulce	Color característico	Textura firme	Mala presentación	Aceptabilidad general
32	234	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4
32	528	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
32	910	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
32	333	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5
32	659	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
32	847	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
	Ideal	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0

ANEXO 3

Análisis de atributos

A continuación se muestran una tabla de 2x2 por cada atributo. A la izquierda de la tabla tenemos los valores registrados en relación al producto ideal y, en la parte superior, los valores obtenidos de los productos evaluados. En las celdas de las tablas, podemos encontrar la preferencia promedio (promediada sobre los panelistas y los productos) y el % de todos los registros que corresponden a esta combinación de ceros y unos.

Para cada atributo dado, si el atributo es marcado para el producto ideal (segunda fila), entonces, si la preferencia para los productos que están marcados (celda [1, 1]) es mayor que cuando no están marcados (celda [1, 0]), entonces el atributo es necesario o imprescindible. De forma similar, si el producto no está marcado en el producto ideal (primera fila), entonces, si la preferencia para los productos que están marcados (celda [0, 1]) es mayor cuando si están marcados (celda [0, 0]), entonces el atributo es negativo o indeseable. Si el atributo no está marcado para el producto ideal (primera fila) y si la preferencia para los productos que están marcados (celda [0, 1]) es aproximadamente la misma que cuando no están marcados (celda [0, 0]), entonces el atributo es un indiferente. Finalmente, si (celda [0, 1]) > (celda [0, 0]), entonces el atributo es un deseable.

- **Color anormal**

Tabla 22

Análisis del atributo color anormal

Ideal\Productos	0	1
0	5,7 (74%)	5,1 (26%)
1	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Almíbar consistente**

Tabla 23

Análisis del atributo almíbar consistente

Ideal\Productos	0	1
0	5,5 (29%)	7,0 (6%)
1	5,2 (56%)	6,8 (9%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Sabor extraño**

Tabla 24

Análisis del atributo sabor extraño

Ideal\Productos	0	1
0	6,1 (69%)	4,3 (27%)
1	5,0 (1%)	5,0 (2%)

Conclusión: Este atributo es negativo

- **Textura blanda**

Tabla 25

Análisis del atributo textura blanda

Ideal\Productos	0	1
0	5,5 (57%)	4,7 (9%)
1	5,7 (25%)	6,0 (9%)

Conclusión: Este atributo no interfiere

- **Desabrido**

Tabla 30

Análisis del atributo desabrido

Ideal\Productos	0	1
0	6,0 (70%)	4,4 (27%)
1	5,0 (3%)	0,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es negativo

- **Olor característico**

Tabla 26

Análisis del atributo olor característico

Ideal\Productos	0	1
0	5,9 (21%)	5,8 (10%)
1	4,7 (39%)	6,3 (30%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Buena presentación**

Tabla 27

Análisis del atributo buena presentación

Ideal\Productos	0	1
0	5,5 (4%)	8,1 (2%)
1	4,9 (57%)	6,3 (37%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Sabor característico**

Tabla 28

Análisis del atributo sabor característico

Ideal\Productos	0	1
0	5,3 (22%)	5,0 (9%)
1	4,9 (39%)	6,7 (30%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Textura semi-blanda**

Tabla 29

Análisis del atributo textura semi-blanda

Ideal\Productos	0	1
0	5,6 (59%)	5,3 (19%)
1	5,5 (17%)	6,2 (5%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Acido**

Tabla 30

Análisis del atributo acido

Ideal\Productos	0	1
0	5,6 (97%)	4,9 (3%)
1	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es negativo

- **Muy dulce**

Tabla 31

Análisis del atributo muy dulce

Ideal\Productos	0	1
0	5,5 (92%)	6,5 (5%)
1	6,0 (3%)	0,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es negativo

- **Astringente**

Tabla 32

Análisis del atributo astringente

Ideal\Productos	0	1
0	5,7 (84%)	4,7 (16%)
1	0,0 (0%)	0,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es negativo

- **Almíbar diluido**

Tabla 33

Análisis del atributo almíbar diluido

Ideal\Productos	0	1
0	5,7 (66%)	5,5 (25%)
1	4,8 (9%)	5,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Color anormal**

Tabla 34

Análisis del atributo color anormal

Ideal\Productos	0	1
0	5,6 (84%)	4,8 (13%)
1	7,2 (3%)	0,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es negativo

- **Dulce**

Tabla 40

Análisis del atributo dulce

Ideal\Productos	0	1
0	6,1 (17%)	6,8 (5%)
1	4,8 (47%)	6,2 (32%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Color característico**

Tabla 35

Análisis del atributo color característico

Ideal\Productos	0	1
0	5,7 (27%)	5,9 (10%)
1	5,0 (35%)	6,0 (27%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Textura firme**

Tabla 36

Análisis del atributo textura firme

Ideal\Productos	0	1
0	5,6 (46%)	5,6 (23%)
1	4,7 (16%)	6,1 (16%)

Conclusión: Este atributo es necesario

- **Mala presentación**

Tabla 37

Análisis del atributo mala presentación

Ideal\Productos	0	1
0	5,7 (83%)	4,4 (14%)
1	6,3 (3%)	0,0 (0%)

Conclusión: Este atributo es negativo

ANEXO 4

Tabla 44

Monitoreo del valor F_0

Intervalo de muestreo	Tiempo (Minutos)	T_{pmf} (°C)	ΣF_0 (DATA TRACE)	F_0 (Método general)
13/03/2017 14:20	0	50.900	0.000	0.000
13/03/2017 14:21	1	52.200	0.000	0.000
13/03/2017 14:22	2	53.900	0.000	0.000
13/03/2017 14:23	3	56.000	0.000	0.000
13/03/2017 14:24	4	63.000	0.000	0.000
13/03/2017 14:25	5	72.300	0.000	0.000
13/03/2017 14:26	6	78.700	0.000	0.000
13/03/2017 14:27	7	82.300	0.000	0.000
13/03/2017 14:28	8	84.600	0.000	0.000
13/03/2017 14:29	9	86.500	0.000	0.001
13/03/2017 14:30	10	87.900	0.000	0.001
13/03/2017 14:31	11	89.200	0.000	0.002
13/03/2017 14:32	12	90.100	0.000	0.003
13/03/2017 14:33	13	91.000	0.000	0.004
13/03/2017 14:34	14	91.700	0.000	0.005
13/03/2017 14:35	15	92.300	0.000	0.006
13/03/2017 14:36	16	92.800	0.000	0.008
13/03/2017 14:37	17	93.300	0.000	0.009
13/03/2017 14:38	18	93.500	0.000	0.011
13/03/2017 14:39	19	93.600	0.000	0.013
13/03/2017 14:40	20	93.800	0.000	0.015
13/03/2017 14:41	21	93.900	0.000	0.017
13/03/2017 14:42	22	93.900	0.000	0.018
13/03/2017 14:43	23	93.900	0.000	0.020
13/03/2017 14:44	24	94.000	0.000	0.022
13/03/2017 14:45	25	94.200	0.000	0.024
13/03/2017 14:46	26	94.300	0.000	0.026
13/03/2017 14:47	27	94.400	0.000	0.029
13/03/2017 14:48	28	94.500	0.000	0.031
13/03/2017 14:49	29	94.600	0.000	0.033
13/03/2017 14:50	30	94.800	0.000	0.035

Intervalo de muestreo	Tiempo (Minutos)	T _{pmf} (°C)	ΣF_o (DATA TRACE)	F _o (Método general)
13/03/2017 14:51	31	94.900	0.000	0.038
13/03/2017 14:52	32	95.000	0.000	0.040
13/03/2017 14:53	33	95.100	0.000	0.043
13/03/2017 14:54	34	95.200	0.000	0.045
13/03/2017 14:55	35	95.300	0.000	0.048
13/03/2017 14:56	36	95.600	0.000	0.051
13/03/2017 14:57	37	95.900	0.000	0.054
13/03/2017 14:58	38	96.300	0.000	0.057
13/03/2017 14:59	39	96.800	0.000	0.061
13/03/2017 15:00	40	97.500	0.000	0.065
13/03/2017 15:01	41	98.400	0.000	0.071
13/03/2017 15:02	42	99.000	0.000	0.077
13/03/2017 15:03	43	99.900	0.000	0.084
13/03/2017 15:04	44	100.600	0.000	0.093
13/03/2017 15:05	45	101.300	0.000	0.104
13/03/2017 15:06	46	102.000	0.000	0.116
13/03/2017 15:07	47	102.800	0.000	0.131
13/03/2017 15:08	48	103.300	0.100	0.147
13/03/2017 15:09	49	103.800	0.100	0.166
13/03/2017 15:10	50	104.300	0.100	0.187
13/03/2017 15:11	51	104.800	0.100	0.210
13/03/2017 15:12	52	105.300	0.200	0.237
13/03/2017 15:13	53	105.700	0.200	0.265
13/03/2017 15:14	54	106.100	0.200	0.297
13/03/2017 15:15	55	106.500	0.200	0.332
13/03/2017 15:16	56	106.800	0.300	0.369
13/03/2017 15:17	57	107.200	0.300	0.410
13/03/2017 15:18	58	107.500	0.400	0.453
13/03/2017 15:19	59	107.800	0.400	0.500
13/03/2017 15:20	60	108.200	0.500	0.551
13/03/2017 15:21	61	108.700	0.500	0.609
13/03/2017 15:22	62	109.200	0.600	0.673
13/03/2017 15:23	63	109.800	0.700	0.748
13/03/2017 15:24	64	110.400	0.700	0.833
13/03/2017 15:25	65	111.000	0.800	0.930
13/03/2017 15:26	66	111.600	1.000	1.043

Intervalo de muestreo	Tiempo (Minutos)	T _{pmf} (°C)	ΣF_o (DATA TRACE)	F _o (Método general)
13/03/2017 15:27	67	112.200	1.100	1.171
13/03/2017 15:28	68	112.700	1.200	1.316
13/03/2017 15:29	69	113.300	1.400	1.482
13/03/2017 15:30	70	113.800	1.600	1.668
13/03/2017 15:31	71	114.200	1.800	1.872
13/03/2017 15:32	72	114.600	2.000	2.096
13/03/2017 15:33	73	115.000	2.300	2.342
13/03/2017 15:34	74	115.200	2.500	2.599
13/03/2017 15:35	75	115.500	2.800	2.874
13/03/2017 15:36	76	115.600	3.100	3.156
13/03/2017 15:37	77	115.800	3.400	3.451
13/03/2017 15:38	78	116.000	3.700	3.760
13/03/2017 15:39	79	116.100	4.000	4.076
13/03/2017 15:40	80	116.200	4.300	4.400
13/03/2017 15:41	81	116.400	4.700	4.739
13/03/2017 15:42	82	116.500	5.000	5.086
13/03/2017 15:43	83	116.600	5.400	5.440
13/03/2017 15:44	84	116.700	5.700	5.803
13/03/2017 15:45	85	116.800	6.100	6.175
13/03/2017 15:46	86	116.900	6.500	6.555
13/03/2017 15:47	87	116.900	6.800	6.935
13/03/2017 15:48	88	117.000	7.200	7.324
13/03/2017 15:49	89	117.000	7.600	7.713
13/03/2017 15:50	90	117.100	8.000	8.112
13/03/2017 15:51	91	117.200	8.400	8.519
13/03/2017 15:52	92	117.200	8.800	8.926
13/03/2017 15:53	93	117.200	9.200	9.334
13/03/2017 15:54	94	117.300	9.700	9.751
13/03/2017 15:55	95	117.300	10.100	10.167
13/03/2017 15:56	96	117.300	10.500	10.584
13/03/2017 15:57	97	117.400	10.900	11.011
13/03/2017 15:58	98	117.400	11.400	11.437
13/03/2017 15:59	99	117.500	11.800	11.874
13/03/2017 16:00	100	117.500	12.200	12.310
13/03/2017 16:01	101	117.500	12.700	12.747
13/03/2017 16:02	102	117.500	13.100	13.184

Intervalo de muestreo	Tiempo (Minutos)	T _{pmf} (°C)	ΣF_o (DATA TRACE)	F _o (Método general)
13/03/2017 16:03	103	117.500	13.500	13.620
13/03/2017 16:04	104	117.600	14.000	14.067
13/03/2017 16:05	105	117.600	14.400	14.513
13/03/2017 16:06	106	117.600	14.900	14.960
13/03/2017 16:07	107	117.600	15.300	15.407
13/03/2017 16:08	108	117.600	15.800	15.853
13/03/2017 16:09	109	117.700	16.200	16.311
13/03/2017 16:10	110	117.700	16.700	16.768
13/03/2017 16:11	111	117.700	17.100	17.225
13/03/2017 16:12	112	117.700	17.600	17.682
13/03/2017 16:13	113	117.700	18.000	18.139
13/03/2017 16:14	114	117.700	18.500	18.596
13/03/2017 16:15	115	117.700	19.000	19.053
13/03/2017 16:16	116	117.600	19.400	19.500
13/03/2017 16:17	117	117.200	19.800	19.907
13/03/2017 16:18	118	115.900	20.100	20.209
13/03/2017 16:19	119	114.300	20.300	20.418
13/03/2017 16:20	120	111.400	20.400	20.525
13/03/2017 16:21	121	109.800	20.500	20.599
13/03/2017 16:22	122	108.400	20.600	20.653
13/03/2017 16:23	123	107.100	20.600	20.693
13/03/2017 16:24	124	105.700	20.600	20.722
13/03/2017 16:25	125	104.400	20.700	20.743
13/03/2017 16:26	126	103.200	20.700	20.759
13/03/2017 16:27	127	102.200	20.700	20.772
13/03/2017 16:28	128	101.300	20.700	20.783
13/03/2017 16:29	129	100.500	20.700	20.791
13/03/2017 16:30	130	99.800	20.700	20.799
13/03/2017 16:31	131	99.400	20.700	20.806
13/03/2017 16:32	132	98.600	20.700	20.811
13/03/2017 16:33	133	76.600	20.700	20.811
13/03/2017 16:34	134	76.200	20.700	20.811
13/03/2017 16:35	135	62.500	20.700	20.811
13/03/2017 16:36	136	56.100	20.700	20.811
13/03/2017 16:37	137	56.600	20.700	20.811
13/03/2017 16:38	138	56.000	20.700	20.811

Intervalo de muestreo	Tiempo (Minutos)	T_{pmf} (°C)	ΣF_o (DATA TRACE)	F_o (Método general)
13/03/2017 16:39	139	55.100	20.700	20.811
13/03/2017 16:40	140	54.100	20.700	20.811
13/03/2017 16:41	141	53.100	20.700	20.811
13/03/2017 16:42	142	52.200	20.700	20.811
13/03/2017 16:43	143	50.100	20.700	20.811
13/03/2017 16:44	144	31.400	20.700	20.811
13/03/2017 16:45	145	26.300	20.700	20.811
13/03/2017 16:46	146	24.000	20.700	20.811
13/03/2017 16:47	147	22.700	20.700	20.811

ANEXO 5

Análisis físico – organoléptico de conservas

Lugar de elaboración: Laboratorio de Procesamiento de Productos Agropecuarios Andinos-
UNAMBA

Producto: Conservas de rodajas y zumo concentrado de yacón

Fecha de Elaboración: 12-12-2016 **Fecha de inspección:** 19-01-2017

Cierre (plg)	Altura	0.116
	Espesor	0.048
Vacío (plg Hg)		4
Pesos (g)	Bruto	200
	Sin liquido	175
	Tara	35
	Neto	160
	Escurreido	137
Número de trozos		26
Espacio libre entre contenido y envase (mm)		4
Contenido	Bueno	✓
	Corriente	--
	Malo	--
Textura	Firme	✓
	Algo blanda	--
	Blanda	--
Olor	Bueno	✓
	Regular	--
	Malo	--
Dulzor	Satisfactorio	✓
	Insuficiente	--
	Excesivo	--
Sabor	Normal	✓
	Regular	--
	Anormal	--
Liquido de gobierno	Sabor	Dulce
	pH	5
	°Brix	10
	Cantidad (ml)	30

Fuente: Tomando como referencia de la NORMA TECNICA PERUANA.