

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



T E S I S

**“ACEPTABILIDAD FISCOQUÍMICA Y SENSORIAL DE YACÓN
(*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) CONFITADO A DIFERENTES
TIEMPOS DE BLANQUEADO Y CONCENTRACIONES DE MACERADO EN
SALMUERA”**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADA POR LA BACHILLER:
JUDIT SANDINA ABANTO ATALAYA.**

**ASESOR:
DR. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS.**

CAJAMARCA – PERÚ

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
JUDIT SANDINA ABANTO ATALAYA
DNI: 70202586
Escuela Profesional/Unidad UNC:
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
2. Asesor:
Dr. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS
Facultad/Unidad UNC:
Ciencias Agrarias
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"ACEPTABILIDAD FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) CONFITADO A DIFERENTES TIEMPOS DE BLANQUEADO Y CONCENTRACIONES DE MACERADO EN SALMUERA"
6. Fecha de evaluación: 28/02/2026
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 21%
9. Código Documento: oid::3117:561879344
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/03/2026

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Dr. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS DNI: 07297881



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cinco días del mes de enero del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente **2H - 204** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 520-2025-FCA-UNC, de fecha 15 de setiembre del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"ACEPTABILIDAD FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) CONFITADO A DIFERENTES TIEMPOS DE BLANQUEADO Y CONCENTRACIONES DE MACERADO EN SALMUERA"**, realizada por la Bachiller **JUDIT SANDINA ABANTO ATALAYA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las nueve horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las diez horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachin Chávez
SECRETARIO

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
VOCAL

Dr. José Gerardo Salhuana Granados
ASESOR

Dedicatoria

*La presente Tesis está dedicada a **DIOS**, por ser mi mejor amigo, mi ángel de la guarda, por acompañarme y guiarme a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y porque gracias a él he logrado concluir mi carrera profesional.*

*A mis padres: **José David Abanto Urbina** y **María Consuelo Atalaya Rodríguez**; por su apoyo económico, por estar siempre a mi lado cuando más los necesito, en los buenos y malos momentos de mi vida, por mostrarme en cada instante su amor incondicional base fundamental para mí, por levantarme y sostenerme sin importar el camino; por enseñarme que todo lo que me proponga lo puedo lograr con fe, perseverancia, esfuerzo, paciencia y optimismo sin importar el tiempo ni el espacio.*

*A mi pareja **Carlos**; a mis hermanas **Gabriela** y **Estefanía** por su apoyo incondicional, palabras de aliento de seguir siempre adelante para lograr mis metas, confiando siempre en mí.*

Judit Sandina Abanto Atalaya.

Agradecimientos

Dios, quién me guía por el buen camino, y me da las fuerzas para seguir adelante ante los problemas que se me presentan, enseñándome a nunca perder la fe.

A **mis padres y hermanos**, por ser el núcleo fundamental de mi vida, por todo su amor, esfuerzo, valores, dedicación, paciencia, apoyo, confianza y consejos haciendo de mí una mejor persona cada día.

A **mis queridos maestros** por su orientación y guía en estos cinco años de carrera profesional; gracias por sus relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial a la **Universidad Nacional de Cajamarca**, y a todas las personas que laboran en ella, gracias por brindarme sus instalaciones para realizar la presente investigación.

Al **Dr. José Gerardo Salhuana Granados**, asesor de tesis, por su ayuda, orientación y sugerencias durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Y a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron en mi formación profesional apoyando decididamente e impulsando la culminación de esta investigación, sepan que los quiero y aprecio mucho.

Judit Sandina Abanto Atalaya.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I.....	1
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación.....	3
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivo general.....	4
1.3.1. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación de la investigación	5
1.5. Hipótesis de la investigación	6
CAPÍTULO II.....	7
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp. et Endl.).....	9
2.2.1.1. Composición química del yacón	9
2.2.1.2. Composición química de la raíz de yacón	10
2.2.1.3. Beneficios del yacón	10
2.2.1.4. Formas de consumo del yacón.....	11
2.2.2. Producto confitado	11
2.2.3. Fruta confitada	12
2.2.3.1. Clasificación de las frutas confitadas	13
2.2.3.2. Métodos de confitado	14
2.2.3.3. Especificaciones físicoquímicas para frutas confitadas.....	15
2.2.3.4. Características de la aceptabilidad de las frutas confitadas	15
2.2.3.5. Defectos comunes de la fruta confitada.....	16
2.2.3.6. Insumos para frutas confitadas.....	16
2.2.4. Deshidratación osmótica	20
2.2.4.1. Ventajas de la deshidratación osmótica.....	21
2.2.4.2. Descripción de las etapas de deshidratación osmótica de las frutas.....	21
2.2.5. Blanqueado o escaldado en alimentos	23
2.2.6. Maceración en salmuera	24

2.2.7.	Humedad en alimentos	24
2.2.7.1.	Secado para la determinación de humedad.....	24
2.2.8.	Acidez titulable en alimentos.....	25
2.2.9.	Evaluación sensorial.....	25
2.3.	Definición de términos básicos.....	31
CAPÍTULO III		33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		33
3.1.	Ubicación geográfica del trabajo de investigación	33
3.2.	Materia prima e insumos	34
3.3.	Materiales y equipos de laboratorio	34
3.4.	Métodos de análisis	37
3.4.1.	Determinación del contenido de humedad	37
3.4.2.	Determinación de acidez titulable:.....	37
3.4.3.	Evaluación organoléptica:	38
3.5.	Metodología experimental.....	39
3.6.	Variables de estudio	39
3.6.1.	Variable independiente.....	39
3.6.2.	Variable dependiente.....	40
3.7.	Unidad de análisis, población, muestra de estudio	40
3.7.1.	Unidad de análisis	40
3.7.2.	Población	40
3.7.3.	Muestra de estudio	40
3.8.	Proceso de obtención del yacón confitado	42
3.9.	Factores de estudio.....	54
3.10.	Diseño experimental y arreglo de los tratamientos	55
3.11.	Modelo estadístico	57
3.12.	Análisis de varianza	58
3.13.	Matriz de tratamientos.....	59
3.14.	Trabajo de gabinete.....	59

CAPÍTULO IV	60
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1. Humedad en yacón confitado	60
4.2. Acidez titulable en yacón confitado	68
4.3. Aceptabilidad sensorial en yacón confitado	76
4.3.1. Color en yacón confitado	77
4.3.2. Sabor en yacón confitado	82
4.3.3. Olor en yacón confitado	87
4.3.4. Textura en yacón confitado	92
CAPÍTULO V	97
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
5.1. Conclusiones	97
5.2. Recomendaciones	97
CAPÍTULO VI	98
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
CAPÍTULO VII	105
VII. ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	10
<i>Composición química promedio del yacón</i>	<i>10</i>
Tabla 2	15
<i>Especificaciones físicoquímicas de la fruta confitada</i>	<i>15</i>
Tabla 3	39
<i>Puntuaciones y categorías para evaluación sensorial.....</i>	<i>39</i>
Tabla 4	46
<i>Concentraciones para la maceración en salmuera</i>	<i>46</i>
Tabla 5	48
<i>Temperaturas establecidas para el blanqueo o precocción</i>	<i>48</i>
Tabla 6	49
<i>Valores de sólidos solubles (°Brix) reportados para cada jarabeo del yacón confitado.....</i>	<i>49</i>
Tabla 7	54
<i>Factores de estudio para “Yacón confitado”</i>	<i>54</i>
Tabla 8	58
<i>Análisis de varianza para factorial (3A x 3B) en un diseño completamente al azar</i>	<i>58</i>
Tabla 9	59
<i>Matriz de tratamientos</i>	<i>59</i>
Tabla 10.....	60
<i>Promedios de contenido de humedad en 9 muestras de yacón confitado</i>	<i>60</i>
Tabla 11.....	61
<i>Análisis de varianza para humedad en yacón confitado.....</i>	<i>61</i>
Tabla 12.....	68
<i>Promedios de acidez titulable (%) en 9 muestras de yacón confitado.....</i>	<i>68</i>
Tabla 13.....	69
<i>Análisis de varianza para acidez titulable en yacón confitado</i>	<i>69</i>

Tabla 14.....	76
<i>Promedios de aceptabilidad sensorial en 9 muestras de yacón confitado.....</i>	<i>76</i>
Tabla 15.....	77
<i>Análisis de varianza para color en yacón confitado.....</i>	<i>77</i>
Tabla 16.....	82
<i>Análisis de varianza para sabor en yacón confitado.....</i>	<i>82</i>
Tabla 17.....	87
<i>Análisis de varianza para olor en yacón confitado</i>	<i>87</i>
Tabla 18.....	92
<i>Análisis de varianza para textura en yacón confitado.....</i>	<i>92</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	9
<i>Yacón (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl.)</i>	9
Figura 2	12
<i>Frutas confitadas</i>	12
Figura 3	33
<i>Mapa de ubicación – Universidad Nacional de Cajamarca (E.P de IIA)</i>	33
Figura 4	41
<i>Obtención de yacón confitado (método deshidratación osmótica)</i>	41
Figura 5	42
<i>Recepción</i>	42
Figura 6	42
<i>Primer pesado</i>	42
Figura 7	43
<i>Selección y clasificación</i>	43
Figura 8	43
<i>Lavado y desinfectado</i>	43
Figura 9	44
<i>Pelado</i>	44
Figura 10	44
<i>Cortado y rebanado</i>	44
Figura 11	45
<i>Cubitado</i>	45
Figura 12	45
<i>Segundo pesado</i>	45
Figura 13.....	47
<i>Macerado</i>	47

Figura 14.....	47
<i>Lavado y desalado.....</i>	<i>47</i>
Figura 15.....	48
<i>Blanqueado.....</i>	<i>48</i>
Figura 16.....	50
<i>Jarabeo</i>	<i>50</i>
Figura 17	50
<i>Coloreado</i>	<i>50</i>
Figura 18.....	51
<i>Colado/escurrido.....</i>	<i>51</i>
Figura 19	51
<i>Secado</i>	<i>51</i>
Figura 20.....	52
<i>Enfriado</i>	<i>52</i>
Figura 21	52
<i>Adición del conservante.....</i>	<i>52</i>
Figura 22	53
<i>Envasado.....</i>	<i>53</i>
Figura 23.....	53
<i>Etiquetado.....</i>	<i>53</i>
Figura 24.....	54
<i>Almacenado</i>	<i>54</i>
Figura 25.....	56
<i>Esquema de tratamientos.....</i>	<i>56</i>
Figura 26.....	61
<i>Gráfico de pareto estandarizado para humedad en yacón confitado.....</i>	<i>61</i>

Figura 27	63
<i>Gráfico de perfil y superficie de respuesta para humedad en yacón confitado.....</i>	<i>63</i>
Figura 28	64
<i>Gráfico de efectos individuales sobre la humedad en yacón confitado</i>	<i>64</i>
Figura 29	65
<i>Promedios de humedad en 9 muestras de yacón confitado.....</i>	<i>65</i>
Figura 30	69
<i>Gráfico de pareto estandarizado para acidez titulable en yacón confitado</i>	<i>69</i>
Figura 31	72
<i>Gráfico de perfil y superficie de respuesta para acidez titulable en yacón confitado</i>	<i>72</i>
Figura 32	73
<i>Gráfico de efectos individuales sobre la acidez titulable en yacón confitado</i>	<i>73</i>
Figura 33	74
<i>Promedios de acidez titulable en 9 muestras de yacón confitado</i>	<i>74</i>
Figura 34	77
<i>Gráfico de pareto estandarizado para color en yacón confitado</i>	<i>77</i>
Figura 35	79
<i>Gráfico de perfil y superficie de respuesta para color en yacón confitado</i>	<i>79</i>
Figura 36	80
<i>Gráfico de efectos individuales sobre color en yacón confitado</i>	<i>80</i>
Figura 37	81
<i>Promedios de color en 9 muestras de yacón confitado</i>	<i>81</i>
Figura 38	82
<i>Gráfico de pareto estandarizado para sabor en yacón confitado</i>	<i>82</i>
Figura 39	84
<i>Gráfico de perfil y superficie de respuesta para sabor en yacón confitado.....</i>	<i>84</i>

Figura 40	85
<i>Gráfico de efectos individuales sobre sabor en yacón confitado.....</i>	<i>85</i>
Figura 41	86
<i>Promedios de sabor en 9 muestras de yacón confitado.....</i>	<i>86</i>
Figura 42	87
<i>Gráfico de pareto estandarizado para olor en yacón confitado</i>	<i>87</i>
Figura 43	89
<i>Gráfico de perfil y superficie de respuesta para olor en yacón confitado</i>	<i>89</i>
Figura 44	90
<i>Gráfico de efectos individuales sobre olor en yacón confitado</i>	<i>90</i>
Figura 45	91
<i>Promedios de olor en 9 muestras de yacón confitado</i>	<i>91</i>
Figura 46	92
<i>Gráfico de pareto estandarizado para textura en yacón confitado</i>	<i>92</i>
Figura 47	94
<i>Gráfico de perfil y superficie de respuesta para textura en yacón confitado</i>	<i>94</i>
Figura 48	95
<i>Gráfico de efectos individuales sobre textura en yacón confitado</i>	<i>95</i>
Figura 49	96
<i>Promedios de textura en 9 muestras de yacón confitado</i>	<i>96</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	105
<i>Ficha de evaluación sensorial para yacón confitado</i>	<i>105</i>
ANEXO II	108
<i>Datos de contenido de humedad en yacón confitado.....</i>	<i>108</i>
ANEXO III	109
<i>Datos de acidez titulable en yacón confitado</i>	<i>109</i>
ANEXO IV	110
<i>Datos de aceptabilidad sensorial (color) en yacón confitado</i>	<i>110</i>
ANEXO V	111
<i>Datos de aceptabilidad sensorial (sabor) en yacón confitado</i>	<i>111</i>
ANEXO VI.....	112
<i>Datos de aceptabilidad sensorial (olor) en yacón confitado.....</i>	<i>112</i>
ANEXO VII	113
<i>Datos de aceptabilidad sensorial (textura) en yacón confitado</i>	<i>113</i>
ANEXO VIII	114
<i>NTP: Norma Técnica Peruana (Frutas Confitadas).....</i>	<i>114</i>
ANEXO IX.....	1201
<i>Galería fotográfica (obtención de yacón confitado).....</i>	<i>121</i>
ANEXO X	122
<i>Galería fotográfica (contenido de humedad en yacón confitado)</i>	<i>122</i>
ANEXO XI.....	123
<i>Galería fotográfica (acidez titulable en yacón confitado)</i>	<i>123</i>
ANEXO XII	124
<i>Galería fotográfica (evaluación sensorial de yacón confitado)</i>	<i>124</i>

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el laboratorio de: “Frutas y Hortalizas” de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. El objetivo central fue: determinar la aceptabilidad físicoquímica y sensorial de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con estructura factorial: 3A x 3B; donde el factor “A” fueron los tiempos de blanqueado: ($a_1 = 20s$, $a_2 = 40s$, $a_3 = 60s$) y el factor “B” fueron las concentraciones de macerado en salmuera: ($b_1 = 10\%$, $b_2 = 12\%$, $b_3 = 14\%$), haciendo un total de 9 tratamientos evaluados por triplicado, con una frecuencia de cada 5 días. Resultados: el tratamiento: “T9” (blanqueado a 60 segundos con 14% de concentración de macerado en salmuera) obtuvo el menor valor de humedad con 13.80 % y el mayor nivel de acidez titulable con (0.134%) y el tratamiento “T1” (blanqueado a 20 segundos con 10% de concentración de macerado en salmuera) obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial con valores promedio en color (4.56), sabor (4.23), olor (3.66), y textura (4.23). Conclusiones: El factor A (tiempos de blanqueado) y el factor B (concentraciones de macerado en salmuera) fueron significativos ($p < 0.05$) para humedad y acidez titulable. El factor A (tiempos de blanqueado) fue significativo ($p < 0.05$) para textura; y no hubo significancia estadística ($p > 0.05$) en ninguno de los factores para color, sabor y olor.

Palabras clave: yacón, confitado, tiempos de blanqueado, concentraciones de salmuera. deshidratación osmótica, evaluación, físicoquímica, aceptabilidad sensorial.

ABSTRACT

The research was conducted in the "Fruits and Vegetables" laboratory of the School of Food Industry Engineering at the National University of Cajamarca. The main objective was to determine the physicochemical and sensory acceptability of candied yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) with different blanching times and brine maceration concentrations. A Completely Randomized Design (DCA) with a factorial structure of 3A x 3B was used; where factor "A" represented the blanching times ($a_1 = 20s$, $a_2 = 40s$, $a_3 = 60s$) and factor "B" represented the brine maceration concentrations ($b_1 = 10\%$, $b_2 = 12\%$, $b_3 = 14\%$), resulting in a total of 9 treatments evaluated in triplicate, with a frequency of every 5 days. Results: Treatment "T9" (blanching for 60 seconds with a 14% brine macerate concentration) yielded the lowest moisture content at 13.80% and the highest titratable acidity level at 0.134%. Treatment "T1" (blanching for 20 seconds with a 10% brine macerate concentration) achieved the highest sensory acceptability, with average scores for color (4.56), flavor (4.23), aroma (3.66), and texture (4.23). Conclusions: Factor A (blanching times) and Factor B (brine macerate concentrations) were significant ($p < 0.05$) for moisture and titratable acidity. Factor A (blanching times) was significant ($p < 0.05$) for texture; however, there was no statistically significant difference ($p > 0.05$) for color, flavor, or aroma.

Keywords: yacon, candied, blanching times, brine concentrations, osmotic dehydration, evaluation, physicochemical, sensory acceptability.

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo de los andes peruanos, con propiedades favorables para la salud, como los fructooligosacáridos y flavonoides muy utilizados en el área de la salud y en la industria de alimentos (Dostert et al., 2019), tradicionalmente el yacón es usado para rejuvenecer la piel y aliviar problemas gastrointestinales, hepáticos y renales (Manrique et al., 2021).

La fruta confitada se elabora a partir de frutas y hortalizas que tienen como característica principal su textura firme, entre las frutas más usadas se encuentra la papaya verde, cáscara de sandía, hortalizas como el nabo, zanahoria, etc (Romaní, 2022). El proceso de confitado consiste en recubrir la fruta con un jarabe diluido caliente, al cual, día a día se le aumenta el contenido de azúcar hasta que se convierta en jarabe viscoso llegando a una concentración de azúcar de 75°Brix; y de esta forma adicionar gradualmente a la fruta, proceso llamado deshidratación osmótica en el que la fruta se comporta como una membrana semipermeable dando lugar a la remoción del agua por inmersión, de modo que la diferencia de actividad de agua (A_w) provoca una migración del agua de la fruta hacia la solución concentrada, es decir que el agua del tejido celular natural, sea sustituido por azúcar, de modo que el azúcar del jarabe penetre profundamente en los tejidos de la fruta. Asimismo este proceso de deshidratación osmótica previene el crecimiento de microorganismos, conservando la fruta durante tiempos prolongados (Panadés, Nuñez y Acosta 2019).

El proceso de blanqueado incrementa la velocidad de secado y favorece la estabilidad del producto deshidratado en el almacenamiento (Scher et al., 2019), realizar un pretratamiento como el blanqueado ayuda a reducir las reacciones de deterioro como el pardeamiento enzimático ocasionado por las peroxidasas y/o polifenol oxidasas. Los métodos de blanqueado más comunes son: la inmersión en agua caliente y la aplicación de vapor (Trivedi et al., 2021).

La sal desempeña un papel importante en el confitado de las frutas, cuando se requiere conservar fruta por un tiempo indeterminado y las instalaciones no tienen capacidad suficiente para confitar todo a la vez, se pone la fruta en salmuera, también cuando se requiere enviar fruta para confitar, a lugares distantes El grado de

concentración de la salmuera debe ser de 20°Baumé, cuando se requiere confitar se retira la fruta de la salmuera, se coloca en agua, se muda el agua cada doce horas durante tres días, se cuece y se pasa por agua fría donde se deja otras horas, luego se procede a confitar (Gianola, 2018).

La determinación de humedad mediante secado es una de las operaciones unitarias más antiguas y frecuentes en la industria de alimentos, el cual busca extender y preservar la vida de los productos mediante la reducción de humedad (Jangam et al., 2017).

El análisis de acidez titulable se realiza frecuentemente por alcalimetría usando fenolftaleína como indicador ($\text{pH} = 8.3$) y se expresa como la cantidad de ácido cítrico contenida en un volumen determinado de muestra (Mettler y Weibel, 2018; Parra, 2023).

La valoración organoléptica es una de las herramientas principales para el más óptimo rendimiento de las funciones de la industria alimentaria. La evaluación sensorial es una disciplina de mediciones fuertemente aliada con la precisión, la exactitud y la sensibilidad para evitar resultados erróneos. La evaluación sensorial se compone de técnicas en las que intervienen la psicología, la estadística, la ciencia de los alimentos, la física, la ingeniería, la ergonomía, la sociología, las matemáticas, las humanidades y otras ciencias biológicas. La evaluación sensorial se clasifica en pruebas objetivas y subjetivas. En el primer método, la respuesta hedónica de un producto la determinan evaluadores cualificados, mientras que, en el segundo, los consumidores participan en el proceso de evaluación (Sharif et al. 2017).

El objetivo principal de esta investigación es determinar la aceptabilidad fisicoquímica y sensorial de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

1.1. Problema de investigación

La fruta confitada se define como el producto obtenido por la impregnación de azúcar, hasta niveles de 75°Brix (sólidos solubles) con el fin de preservar contra cualquier alteración biológica por largos periodos de tiempo, las frutas confitadas se elaboradas de frutas enteras o en trozos, de tallos y cortezas, se caracterizan por su consistencia sólida, transparencia y brillantez, El método de deshidratación por ósmosis se centra en la remoción de agua, el cual está basado en incorporar al alimento (fruta u otro vegetal) una solución hipertónica de alta presión osmótica y por lo tanto, generar una baja actividad de agua, donde surge una fuerza impulsora entre la solución y el alimento, actuando la pared celular como una membrana semipermeable.

El yacón es un tubérculo que puede entrar en el grupo de las frutas debido a su sabor y propiedades, este cuenta con una composición de un 85% agua y un amplio cuadro nutricional, contiene inulina, calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, vitaminas A y C.

El problema de esta investigación se centra en dar valor agregado a través de fruta confitada, a materias primas como los tubérculos andinos tal es el caso del (yacón) para así contribuir con la industria de la confitería y desplazar a las frutas tradicionales que se emplean comúnmente como la papaya y otros, que en fresco son altamente nutricionales.

El yacón es un producto que solo es aprovechado en su estado fresco, pero que analizando su composición y naturaleza posee una textura firme y presenta tejidos que son apropiados para el desarrollo de este proceso de confitura, ya que presenta espacios intercelulares libres para fijar el azúcar, teniendo como alternativa el proceso de blanqueado y mediante la tecnología del salmuerado con cloruro de sodio (sal común) y por otro lado ver si esto afecta e influye en el contenido de humedad, la acidez titulable y la aceptabilidad organoléptica en los atributos de color, sabor, aroma y textura. Por lo cual esta investigación se pretende responder la siguiente interrogante:

1.2. Formulación del problema

¿Será posible determinar la aceptabilidad fisicoquímica y sensorial de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera?

1.3. Objetivo general

- Determinar la aceptabilidad fisicoquímica y sensorial de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

1.3.1. Objetivos específicos

- Determinar la aceptabilidad fisicoquímica (humedad y acidez titulable) de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.
- Determinar la aceptabilidad sensorial de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.) confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

1.4. Justificación de la investigación

El presente trabajo se justifica de la forma que trata de llevar a cabo una labor investigación en el campo alimentario presentando alimentos alternativos que utilicen materias primas exóticas, inocuas y a la vez nutritivas. El interés de la investigación está enfocado en el uso y aprovechamiento del yacón de un modo no convencional en la elaboración de la fruta confitada la cual busca darle un valor agregado a la producción del mismo.

En la actualidad el mercado de productos dulces está teniendo una gran acogida pero es muy poco explorado ya que la mayoría de la población que consume estos productos lo hacen sobre presentaciones tradicionales, por lo tanto, al usar materia prima saludable como el yacón busca dar una variante en cuanto a la elaboración de dulces se refiere, en consecuencia su desarrollo permite aumentar conocimientos en nuestro ámbito profesional, llevando a la práctica y resolviendo todo tipo de problemáticas que pudiesen existir. El yacón es el fruto seleccionado para este estudio, cuya venta en los mercados de Cajamarca es de bajo costo y que en muchas ocasiones solo es aprovechado de forma convencional como fruto fresco y no como otra forma de sub producto alimentario, y que si es aprovechado en su estado verde resiste a procesos térmicos, lo que permitirá la obtención de este tipo de productos (frutas confitadas).

Esta investigación es importante dado que en la ciudad de Cajamarca no cuenta con un mercado dedicado a la transformación de productos derivados de tubérculos andinos (yacón), consumiéndose únicamente fresco y recién cosechado, por tal razón con esta investigación se pretende brindar a la población un producto nuevo y de buena calidad.

En cuanto a la factibilidad operativa cabe destacar que la elaboración de frutas confitadas a partir de yacón no necesita de una inversión elevada en cuanto a que puede ser elaborada artesanalmente y brindar una nueva alternativa de trabajo a pequeños productores de este tubérculo andino.

1.5. Hipótesis de la investigación

Los tiempos de blanqueado y las concentraciones de macerado en salmuera influyen significativamente en la aceptabilidad fisicoquímica y sensorial de yacón confitado.

CAPÍTULO II

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Chávez (2021) en su investigación: *“Obtencion de parámetros tecnológicos para la elaboración de fruta confitada de corazón (endocarpio) de piña (Ananas comusus) variedad Golden (hibrido md-02)”* se maceró en (12% de sal, 1% de cloruro de calcio, 0.1% bisulfito de sodio por 48 horas), desalado durante (24 horas), blanqueado ($T=90^{\circ}\text{C}$, $t = 40\text{ s}$), inmersión en jarabe (jarabe inicial: 35°Brix y 75°Brix final de la fruta), lavado y escurrido, secado ($60^{\circ}\text{C} \times 1\text{ hora}$, humedad 18,07%), empacado (bolsas de polietileno de 0.15 mm), presentando una humedad de 18.12%, pH 4, acidez titulable 0.21 % Se almacenó durante 30 días a 25°C en bolsas de polietileno. *“Este antecedente nos sirvió para utilizar como referencia las concentraciones de salmuera y tiempos de blanqueado”*

Ramírez (2024) en su investigación: *“Obtención de fruta confitada de melón (Cucumis melo) mediante el método de deshidratación osmótica basado en los parámetros establecidos por la NTP 203.105”*, donde se observó que en T8 (A3B3C3) los grados ($^{\circ}\text{Brix}$) del producto final fueron los más elevados, esto quiere decir que, al someter la fruta a un mayor tiempo de maceración, mayor tiempo de cocción y mayor tiempo de reposo de deshidratación osmótica, el nivel de traspaso de azúcares del jarabe a la fruta es mayor. Sensorialmente se determinó que el T8 fue el más aceptable.” *Este antecedente nos sirvió como referencia para utilizar las concentraciones de salmuera y los tiempos de blanqueado y comparar los resultados sensoriales”*

Yurivilca (2022) en su investigación: *“Obtención de fruta confitada a partir del Chayote (Sechium edule L.) por el método del proceso lento”*, donde el macerado tuvo como parámetros (12% de Na Cl, 1% de Ca Cl 2 y 0.1% Na_2S_03), el desalado, la precocción ($100^{\circ}\text{C} \times 60''$), inmersión en jarabe (30°Brix inicial - 75°Brix final), escurrido y lavado, secado (60°C por 1 hora), obteniendo un 19.15% de humedad, el almacenado a temperatura ambiente, el proceso de confitado duró 8 días a 25°C , con un jarabe inicial de inmersión, de 30°Brix y terminando con 75°Brix , 19.15% de humedad, los resultados sensoriales indicaron como mejor tratamiento a T5 (12% de NaCl 30% de azúcar, 1% de CaCl_2 y 0.1% de Na_2S_03 , en una proporción de 1:1,5 de fruta: jarabe). *“Este antecedente nos sirvió como referencia para utilizar las concentraciones de salmuera y comparar los resultados del contenido de humedad”*

Domínguez y Moreno (2021) en su tesis titulada: *“Influencia del pH y de las concentraciones de salmueras y almibares en el proceso de confitado de nabo (Brassica napus) y sábila (Aloe vera)”*, donde concluyeron que la mayor pérdida de agua tanto en las muestras de nabo y sábila, se obtuvo a concentraciones de salmuera del (20%) en la etapa de acondicionamiento, llegando a los 40 minutos a niveles de humedad del 12% en la sábila y 4% en el nabo, con pH (4.5) y concentración de azúcar (75°Brix). *“Este antecedente nos sirvió como referencia para utilizar las concentraciones de salmuera y comparar los resultados del contenido de humedad”*

Saca (2023) en su investigación: *“Evaluación de cuatro frutas confitadas: banano, papaya, mango y toronche procedentes del cantón Puyango provincia de Loja”* concluyen que el T8 (mango 75°Brix), fue superior a los demás con nivel de significación del 95%, en cuanto a características sensoriales (textura, aroma, color), este tratamiento fue superior a los demás con nivel de significación del 95%, en cuanto a características organolépticas (sabor), la elaboración de fruta confitada es rentable, indicando que el agricultor podrá utilizar la tecnología planteada para elaborar fruta confitada, el tiempo de vida de las frutas confitadas oscila entre los 60 y 80 días de vida útil, reconociendo que T8 mantuvo sus características hasta el día 85, la difusión de los resultados obtenidos se contó con la presencia de 20 personas las cuales evaluaron todo el proceso, donde un 98% lo calificaron como muy bueno y un 2% como bueno. *“Este antecedente nos sirvió como referencia para utilizar los tiempos de blanqueado y comparar los resultados sensoriales obtenidos”*

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. et Endl.)

Es una planta perenne de 1.5 2.5 metros de altura. El sistema radicular está compuesto de un sistema ramificado de raíces carnosas (conocidas con el nombre de yacón), que pueden pesar entre 0.2-2 kg y alcanzar hasta 25 cm de largo y 10 cm de groso. El color de la corteza de las raíces y del tejido de almacenaje varía, entre blanco, crema, rosado, lila, y hasta marrón (Dostert et al., 2019).

Su hábitat original son las tierras altas de los Andes Peruanos, desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina, entre 1800 a 2800 msnm y climas templados montañosos. Sin embargo, se adapta fácilmente a una amplia diversidad de climas y suelos, desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm. En el Perú, los lugares con mayor área de siembra de yacón son Amazonas, Cajamarca, Oxapampa, Huánuco y Puno. Esta siembra se da mayormente entre los meses de septiembre a noviembre, en la época de inicio de lluvias (Manrique et al., 2021). La cosecha se realiza después de 6 a 7 meses de la plantación en sitios de media altitud, tomándole hasta 1 año en sitios altos (Maldonado et al., 2020).

Figura 1

Yacón (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl.)



Nota. En la figura se observa la imagen del yacón, obtenida de Maldonado et al. (2020).

2.2.1.1. Composición química del yacón

Las raíces frescas de yacón están compuestas principalmente de agua y carbohidratos. Contienen entre 10 y 14% de materia seca, donde cerca del 90% son carbohidratos, de los cuales el 50 a 70% son FOS, es decir que constituyen el 10% del

peso fresco, lo que significa 70 a 80% del peso seco y el resto de carbohidratos son azúcares como fructosa, glucosa y sacarosa (Seminario et al., 2021). En particular, estas raíces no contienen almidón (Graefe et al., 2020).

2.2.1.2. Composición química de la raíz de yacón

Tabla 1

Composición química promedio del yacón en relación a 1kg de materia prima comestible de raíz fresca

Variable	Promedio	Rango
Materia seca (g)	115	98 – 136
Carbohidratos totales (g)	106	89 – 127
Fructanos (g)	62	31 – 89
Glucosa libre (g)	3.4	2.3 – 5.9
Fructosa libre (g)	8.5	3.9 – 21.1
Sacarosa libre (g)	14	10 – 19
Proteína (g)	3.7	2.7 – 4.9
Fibra (g)	3.6	3.1 – 4.1
Lípidos (mg)	244	112 – 464
Calcio (mg)	87	56 – 131
Fósforo (mg)	240	182 – 2946
Potasio (mg)	2282	1843 - 2946

Nota. En la tabla se describe los valores promedio para la composición química para yacón, datos obtenidos de (Hermann, 2022).

2.2.1.3. Beneficios del yacón

El yacón ha demostrado tener importantes características prebióticas, debido a su alto contenido de FOS. Estos compuestos son resistentes a las enzimas presentes en el tracto digestivo superior, y solamente son hidrolizados y fermentados por las bacterias del colon. Los FOS estimulan el crecimiento de estos microorganismos, que ejercen efectos positivos sobre el sistema intestinal (Bibas et al., 2020).

De Mohanthy (2022) indican que el yacón y la mezcla de yacón con *Lactobacillus casei* pueden reducir el desarrollo de cáncer de colon inducido químicamente.

2.2.1.4. *Formas de consumo del yacón*

- Harina de yacón contiene efectos positivos en la absorción intestinal de calcio, masa ósea y propiedades biomecánicas, por lo que influye favorablemente en la salud de los huesos (Lobo et al., 2021).
- El yacón contiene flavonoides, ácidos fenólicos y triptófano, que demuestran tener actividad antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana y anticancerígena. Asimismo, los compuestos fenólicos protegen a las biomoléculas como ADN, lípidos y proteínas, contra el daño causado por los radicales libres (Simanovska et al., 2020).
- Genta et al. (2019) indican que el consumo de jarabe de yacón, produce efectos benéficos en la salud de las mujeres premenopáusicas obesas con resistencia a la insulina. Una ingesta diaria de 0.14 g FOS/Kg de peso conduce a una disminución significativa del peso corporal, circunferencia de la cintura e índice de masa corporal; y no produce efectos gastrointestinales indeseables, más aún, incrementa la frecuencia de defecación y la sensación de saciedad.

2.2.2. **Producto confitado**

Se define el confitado como el proceso de impregnación lenta de la fruta con azúcar a través de sumergirla en una solución o jarabe de concentración de sólidos (grados °Brix) cada vez mayores. Con el fin de que el azúcar del medio ingrese en el interior de sus tejidos y se obtenga un producto de aspecto cristalino y con gran capacidad de conservación. De modo de preservar contra cualquier alteración biológica por largos periodos de tiempo, hace mención a las características que deben de cumplir los productos confitados, estos deben verse traslucido, hinchado, cuerpo pastoso con una consistencia uniforme, sin grietas y de superficie seca una vez terminado el proceso de confitado (Chagua, 2023).

La coloración debe ser agradable y homogénea, su sabor dulce y sin sabores extraños, además debe conservarse bien a condiciones ambientales. Al proceso de impregnación de azúcar se le llama confitado, este proceso permite que la concentración de azúcares en el tejido sea lo suficiente para prevenir el crecimiento de los microorganismos de la descomponían de las frutas. El producto confitado tiene un porcentaje (%) de azúcar el cual no debe de ser menor del 66% como mínimo ya que puede estar sujeto a la fermentación durante la conservación general. El fruto inmaduro absorbe significativamente menos azúcar que los frutos totalmente maduros (Chagua, 2023).

2.2.3. *Fruta confitada*

La fruta confitada es un producto alimenticio en el cual el agua del contenido celular, ha sido sustituida por azúcar. Además, es un producto que se obtiene luego de sucesivas etapas de ebullición y prolongado reposo, en jarabes de concentración cada vez mayores, que van desde 30°Brix a 75°Brix, de manera que el azúcar del jarabe penetra profundamente en los tejidos de la fruta. Utilizando este método es posible reducir hasta un 50% del peso inicial de las frutas, por cuanto se disminuye el tiempo necesario para el secado con aire lo que representa un ahorro energético (Navarrete, 2022).

ITINTEC (citado por Chávez, 2021) define la fruta confitada como el producto obtenido a partir de pulpa de fruta, cáscara de fruta o ambas; que ha sido sometido a un proceso gobernado por las leyes de osmosis y capilaridad, el cual ha producido un intercambio del agua de la fruta por la de un jarabe de azúcar concentrado, y que puede o no estar adicionado de colorantes saborizantes u otros aditivos e ingredientes permitidos. También se le llama fruta glaseada o fruta escarchada, por el aspecto final que adopta con el proceso.

Figura 2

Frutas confitadas



Nota. En la figura se observa los diferentes colores de frutas confitadas, tomado de Navarrete (2022).

Chagua (2023) define a la fruta confitada como el producto obtenido por la impregnación de azúcar, hasta niveles de 70-75 % de sólidos solubles. Estas se caracterizan por su consistencia sólida, transparente y brillante. Señala que durante la cocción de las frutas en el jarabe o almíbar se produce la difusión del jugo celular de los trozos de la fruta a la solución del almíbar, y el azúcar (del almíbar) penetra al interior de la fruta. Estos dos procesos ocurren a diferentes velocidades; el jugo celular sale a mayor

velocidad y deja los trozos de frutas arrugados, mientras que la impregnación del azúcar es lenta y por este motivo se vuelve necesario dejar la fruta en el jarabe hasta que se logre el equilibrio. Es posible confitar fruta entera o en trozos pequeños como la piña en rodajas, papaya en octavos, duraznos en mitades, etc. constituyendo esto una forma atractiva y potencialmente lucrativa de conservación de frutas, sobre todo si se piensa en mercados de exportación, donde no se dispone de variedad y abundancia de frutas. La velocidad de transferencia y concentración final del azúcar adicionado, está influenciada por los siguientes factores:

- Madurez de la fruta.
- Dimensiones de la fruta.
- Concentración del azúcar en el almíbar o jarabe.
- Temperatura a la cual ocurre el proceso.

La cantidad de azúcar transferida a la fruta es particularmente importante en conexión con una buena vida de anaquel del producto mismo.

- **Ventajas de las frutas confitadas:**

- Vida útil prolongada sin riesgos de descomposición.
- Conservación de características organolépticas y nutricionales de la fruta.
- Disminución de costos por transporte y almacenamiento, puesto que su contenido de agua es muy bajo y no requiere refrigeración.
- Disponibilidad del producto en tiempo de escasez
- La coloración generalmente se afecta de manera negativa.
- El alimento tratado tiende a ganar humedad en ambientes con humedad relativa alta.

- **Desventajas de la fruta confitada:**

- La coloración generalmente se afecta de manera negativa.
- El alimento tratado tiende a ganar humedad en ambientes con humedad relativa alta.

2.2.3.1. *Clasificación de las frutas confitadas*

- **Fruta Escurrida:** Se denomina así a la fruta que ha sido saturada, mediante la incorporación de azúcares, generalmente hasta un 70 a 75% y luego por escurrimiento, privarla de la mayor parte de jarabe adherido a su superficie.

- **Fruta Glaseada:** Es la que luego de haber sufrido el proceso anterior es lavada con agua hirviente o jarabe caliente (92°C como mínimo, operación conocida como “desgraisse” o desgrasado) con el objetivo de ampliar su superficie externa y luego será cubierta con el almíbar de alta concentración (3 partes de azúcar, 1 parte de glucosa y 2 de agua) y luego secada en un horno o estufa.
- **Fruta Abrillantada:** Puede ser cualquiera de las anteriores, a la que posteriormente se coloca en tinas de cristalización, cubriéndola con un jarabe puro de azúcar de elevada concentración (80 a 85 °Brix). Por la acumulación de cristales en su superficie externa, se obtiene una capa consistente o viscosa.
- **Fruta Cristalizada:** Es la fruta confitada o escurrida que ha sido cubierta de una capa de cristales de azúcar.
- **Fruta Simple:** Es la fruta confitada o escurrida que presenta un olor típico de la fruta.
- **Fruta Mixta:** Es la fruta confitada o escurrida que presenta dos o más tipos de fruta.
- **Fruta Entera:** Es la fruta confitada o escurrida que se presenta sin ningún tipo de corte o fraccionamiento.
- **Fruta en trozos:** Es la fruta confitada o escurrida que se presenta fraccionada en piezas, el tamaño y formas diversas.

2.2.3.2. *Métodos de confitado*

- Método tradicional por batch
- Lento: Incremento de azúcar cada 24 horas
- Rápido: Existen varias modalidades. Con calentamiento (66°C) se puede incrementar su grado °Brix en 10 cada 3 o 4 horas.
- Continuo: Con equipos ADHOC. Se confita en forma continua a una concentración de 75°Brix proceso que es favorecido por la temperatura que puede estar entre 60 a 70°C. Se consigue: un tiempo de confitado de 10 a 12 horas y no existe pérdidas de jarabe

2.2.3.3. Especificaciones físicoquímicas para frutas confitadas

Tabla 2

Especificaciones físicoquímicas de la fruta confitada

Parámetro	Mínimo	Máximo
Sólidos solubles	35°Brix	75°Brix
pH	3	4.5
% de acidez (como ácido cítrico)	0.5	-
Azúcares reductores (%)	35	50

Nota. En la tabla se describen las especificaciones físicoquímicas para frutas confitadas toamdo de referencia de Diaz y Medranda (2024).

2.2.3.4. Características de la aceptabilidad de las frutas confitadas

Una fruta confitada de buena calidad es la que cumple con los requisitos que exigen las normas técnicas, tiene la aceptación, la preferencia del consumidor y puede competir con éxito en el mercado. Los requisitos de calidad están relacionados con las características sensoriales, la composición y las condiciones microbiológicas de la fruta confitada. Los requisitos son los siguientes:

- Apariencia: brillante, transparente, uniforme en el color y en el tamaño.
- Acidez: Dependiente de la materia prima y del proceso.
- Presentación: en cubitos, rodajas, tiras, estrellas u otros cortes.
- Contenido de azúcar: debe de estar a 75 °Brix.
- Color: Uniforme y brillante.
- Consistencia: Cuerpo definido, debe soportar la presión al ser tomada entre el pulgar y el índice.
- Humedad: el contenido máximo de agua debe de ser de 25% esto asegura el tiempo de conservación. A mayor contenido de azúcar, menor contenido de humedad.
- pH: debe de estar entre 4.0 a 4.5
- Requisitos microbiológicos: libre de bacterias, mohos o levaduras. El control de calidad de la fruta confitada se realiza en dos etapas una es la evaluación sensorial y otra la evaluación técnica
- Sabor: dulce
- Textura: firme y blanda

2.2.3.5. *Defectos comunes de la fruta confitada*

- Azucarada: la fruta confitada está rodeada de pequeños cristales de fruta.
- Malograda por mohos: olor a humedad y presenta manchas de color verde, blanco o negro.
- Fermentada: sabor y olor a alcohol.
- Pegajosa: está rodeada de jarabe y colorea los productos.

2.2.3.6. *Insumos para frutas confitadas*

- *Azúcar*

Respecto al azúcar Juvasa (2018) señala lo siguiente:

El azúcar se utiliza como un aditivo natural y eficaz para la conservación de diferentes frutas en forma de conservas en almíbar, mermeladas, jaleas, frutas confitadas, etc. Su éxito se debe al efecto inhibidor en la creación de microorganismos. El azúcar disminuye la humedad en ciertos alimentos, de este modo, como los microorganismos patógenos necesitan agua para sobrevivir y reproducirse, con el azúcar se evita que puedan colonizar alimentos.

Cuando se sumerge la sección de una fruta en soluciones concentradas de azúcar (almíbares) o se añade azúcar a un puré de frutas para preparar mermeladas, se produce el fenómeno llamado efecto osmótico: el azúcar de la solución de almíbar penetra en los tejidos de las frutas y se libera el agua de los tejidos de la fruta hacia el almíbar, hasta que se alcanza un equilibrio en las concentraciones de ambos. Así, como consecuencia de la pérdida de agua de la fruta, se reduce considerablemente el agua disponible del alimento, se impide el crecimiento microbiano y se posibilita la conservación.

Para realizar correctamente la conservación, es importante observar las cantidades de azúcar que se especifican en las recetas. Si se añade demasiado azúcar se pueden formar cristales que condesan la pulpa, si se añade poco azúcar las conservas pueden fermentar. Además, para evitar el deterioro debido al crecimiento de microorganismos, el azúcar evita la oxidación del sabor en la conserva y aporta una textura suave, pudiendo disfrutar durante más tiempo del sabor original del alimento. Reduce la acidez y aumenta el dulzor.

Potter (2018), indica que el azúcar de caña o remolacha se disuelve a temperatura ambiente; 2 partes de sacarosa en una de agua, produciendo una solución cuya concentración es de 65 °Brix. La velocidad de cristalización de la sacarosa en soluciones sobresaturadas y el tamaño de los cristales formados puede reducirse considerablemente con la adición de glucosa, azúcar invertido o agentes hidrocoloides. Esta propiedad se

utiliza en confitería para obtener productos donde la sacarosa no cristalice a pesar de su elevada concentración.

- *Azúcar invertido*

Según Braverman (2021), es el producto de la hidrólisis ácida de la sacarosa, viene a ser la mezcla de dextrosa y levulosa en pesos iguales.

Rodríguez (2019), menciona las siguientes ventajas del uso de azúcar invertido: Es un agente humectante, que retiene la humedad de los productos. Evita la cristalización de otros azúcares debido a su contenido de fructosa. Es muy estable y no se deteriora en almacenamiento prolongado bajo condiciones normales. Tiene mayor poder edulcorante que otros azúcares. Mejora el color de los horneados debido a que se carameliza a baja temperatura.

- *Sal*

Luck (2021), menciona que la sal se presenta en el mercado en distintos tamaños, es obtenida de las aguas de mar, también se extrae de las minas.

Según Alfaro (2017), la sal desempeña un papel importante cuando se requiere enviar pulpa de fruta para confitar, a lugares distantes.

Gianola (2018), sostiene que el grado de concentración de la salmuera es de 20° Bahomé. Cuando se requiere confitar se retira la fruta de la salmuera, se coloca en agua, que se cambia cada 12 horas durante tres días, se cuece y se deja en agua fría otras 24 horas luego se procede a confitar. Según Luck (2021), las frutas emplean salmueras de 6-8% como paso intermedio en la conservación antes de que la fruta sea conservada definitivamente con azúcar y de acuerdo a Rodríguez (2019) se pueden utilizar salmueras de 10 %, 12 % y 14 % de NaCl.

- *Ácido cítrico*

Es un polvo blanco cristalino usado en la elaboración de una serie de productos alimenticios. Se utiliza para ajustar el pH y dar realce al valor de compotas, jaleas, confituras, gelatinas, bebidas y jarabes. En la elaboración de fruta confitada se usa para la obtención del jarabe invertido a emplearse en el proceso. Es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria. Se obtiene por fermentación de distintas materias primas, especialmente la melaza de caña de azúcar (Bristhar, 2021).

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas. El ácido cítrico en el caso de la fruta confitada

se emplea para evitar la caramelización en los jarabes que contienen alta concentración de azúcar. Se usa 5g de ácido cítrico por 20 litros de jarabe (Bristhar, 2021).

- *Bisulfito de sodio*

Es una sal inodora de acción antimicrobiana (antimoho y anti levadura) que se puede combinar con otros fungistáticos, como el ácido sórbico, ampliando el espectro de acción de ambos grupos de sustancias; siendo su uso permitido a partir de 0.001% hasta 0.1 %.

- *Cloruro de calcio*

Se utiliza en la operación de macerado de la fruta en salmuera con la finalidad de mejorar la textura en una concentración de hasta 1 %.

- *Colorantes*

La función de un colorante es teñir el alimento, para darle un color atractivo, de esta forma, un colorante no modifica la calidad de un producto, pero sí lo hace más apetecible, de hecho, algunos productos como las golosinas o los caramelos tienen en el colorante su principal atractivo. Los colorantes en la alimentación se utilizan para:

- Dar un color atractivo a productos que naturalmente son incoloros tales como: gelatinas, bebidas, productos de confitería, polos, etc.
- Devolver el color natural destruido en el proceso de fabricación.
- Completar la intensidad del color natural del alimento, para hacerlo más agradable a la vista y más apetecible al consumidor. En frutas confitadas se emplean solo colorantes permitidos para alimentos, siendo los más usuales: Verde, amarillo y rojo. La cantidad a usar depende del proveedor.

2.2.3.7. *Tecnología de elaboración de frutas confitadas*

- **Proceso de elaboración:** De acuerdo a (Lauerta, 2021) el proceso de elaboración del confitado consiste en sumergir en caliente a las piezas de fruta en varias disoluciones de almíbar, de formas hasta alcanzar la concentración deseada en el producto final:
 - a) Recepción de materia prima: Recibimiento de la materia prima que se va utilizar.
 - b) Pesado: Determinación del peso de la materia prima es indispensable para calacular el rendimiento a obtenerse.
 - c) Selección: Eliminación de las frutas maduras, cuya textura blanda impide su correcta elaboración.

- d) Lavado: El lavado se realiza con la finalidad de erradicar elementos extraños adheridos al fruto, se realiza mediante inmersión, agitación o por aspersión. Lavada la fruta se procede a desinfectarla utilizando hipoclorito de sodio, en una concentración de cloro residual de 0.05 a 0.2% durante 15 minutos.
- e) Trozado: Se debe cortar toda la fruta en cubos de 1cm por lado aproximado de preferencia en forma manual.
- f) Preparación de salmuera: Por cada kg de fruta picada se debe agregar 750 g de agua. Por cada litro de agua se adiciona 120 g de sal. A esta salmuera se le agrega cloruro de calcio en una proporción de 10 g por litro de agua. Finalmente se agrega 5g de bisulfito de sodio por cada 10 litros de agua para evitar contaminación.
- g) Maceración: La preparación a base de salmuera se agrega a la fruta picada durante 2 días, su finalidad es facilitar la penetración posterior del azúcar presente en los jarabes.
- h) Desalado: Una vez macerada se lava la fruta a fin de eliminar el sabor a sal, y se escurre en coladores.
- i) Pre cocción: La fruta escurrida es hervida en agua durante 3 minutos de cocción.
- j) Escurrido: Se escurre la fruta y se la enfría con agua para evitar deformaciones.
- k) Preparación del jarabe de azúcar al 30%: El jarabe al 30% se debe preparar en peso a la misma cantidad de jarabe como fruta picada tengan. Para lograr un jarabe al 30% se debe mezclar en proporción 300g de azúcar por cada 700g de agua.
- l) Inmersión en jarabe de azúcar al 30%: Una vez que el jarabe esté al 30% esta en ebullición. Se añade a la fruta pre cocida y escurrida, este deberá cubrir la fruta. Se lleva a cocción por un minuto y luego se echa a los depósitos donde se deja por espacio de 12 horas en reposo, para que la fruta pierda agua y azúcar del jarabe penetre.
- m) Escurrido: Se escurre y mide la concentración de jarabe en el producto.
- n) Preparación del jarabe de azúcar al 40%. Señala que para el Segundo jarabe al 40% mezclado con 400g de azúcar por cada 600g de agua se prepara en peso la misma cantidad de jarabe como fruta picada tengan.
- o) Inmersión en jarabe de azúcar al 40%: Cuando el jarabe al 40% esta en ebullición se agrega la fruta precocido y escurrido, y se cocina por minuto, se coloca en los depósitos en reposo durante 12 horas a fin de que la fruta pierda agua y lograr una penetración del azúcar del jarabe.

- p) Preparación del jarabe de azúcar al 50%: Se añade el color elegido en la preparación del tercer jarabe al 50% se debe preparar en peso la misma cantidad de jarabe como fruta picada tengan. Para lograr un jarabe al 50% se debe mezclar en proporción 500g de azúcar por cada 500g de agua.
- q) Inmersión en jarabe de azúcar al 50%: Una vez que el jarabe al 50% esta en ebullición se agrega 0.5g de ácido cítrico por kg de azúcar. Al finalizar el hervido se añade 0.5g de bicarbonato de sodio por cada kg de azúcar, retirado el fuego el jarabe se adiciona a la fruta escurrida cubriéndola toda. Se agrega el colorante en una cantidad minima 12 horas en reposo. La fruta sumergida en los jarabes, con period de reposo es de 12 horas, en el caso de los 3 últimos jarabes se agrega ácido cítrico, bicarbonato de sodio y colorants.
- r) Escurrido: Se escurre en coladores.
- s) Enjuague: Se rocía con agua tibia (60°C) en coladores para eliminar la miel de la superficie de la fruta.
- t) Secado: La fruta se coloca en un lugar ventilado a fin de que pierda la humeda superficial.
- u) Conservación y envase: Se agrega 1g de potasio y benzoate de sodio por kg de fruta confitada, se rocía sobre la fruta antes del envasado.

2.2.4. Deshidratación osmótica

La deshidratación osmótica (DO) es una operación que permite eliminar el agua de un alimento al ponerlo en contacto directo con una disolución altamente concentrada (Castro, Panadés, y Pino, 2019).

Lenart y Flink, Molano, Serna y Castaño (Citados por Zapata, J y Castro, 2019) señalo que la deshidratación osmótica consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal. Estas son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto. El proceso tiene lugar debido a que el agua del producto (disolución más diluida) se difunde a través de las membranas celulares que son semipermeables, hacia el medio que le rodea (disolución más concentrada) con el fin de establecer el equilibrio

Black (2022) Menciona que la deshidratación osmótica es un tratamiento no térmico utilizado para reducir el contenido de agua de los alimentos, con el objeto de extender su vida útil y mantener características sensoriales, funcionales y nutricionales. Es un método antiguo que se va mejorando a través del tiempo y adecuando a las necesidades actuales. Con esta técnica es posible lograr una deshidratación parcial del alimento, entero o fraccionado, mediante su inmersión en soluciones acuosas concentradas en solutos (soluciones hipertónicas) que tienen elevada presión osmótica y baja actividad de agua. Durante este proceso se presentan dos flujos en contracorriente: el desplazamiento de agua desde el alimento hacia la solución concentrada, y el movimiento de solutos desde la solución al alimento.

2.2.4.1. *Ventajas de la deshidratación osmótica*

- Costos energéticos reducidos debido a la aplicación de temperaturas relativamente bajas.
- No se producen cambios de fase del agua contenida en el alimento durante el proceso.
- El color, aroma, sabor y textura del alimento se modifican mínimamente.
- Permite el procesamiento de pequeños volúmenes de producto.
- En la mayoría de los casos no se requiere de tratamientos químicos previos.
- Aumenta la vida útil del alimento ya que disminuye su actividad de agua, inhibiendo el crecimiento de los microorganismos.
- Al reducir el contenido de agua disminuye el peso del producto, lo cual reduce los costos de empaque y transporte.
- Luego de finalizada la operación, se puede utilizar la solución osmótica como materia prima en la formulación de otros productos.

2.2.4.2. *Descripción de las etapas de deshidratación osmótica de las frutas*

- Selección:

Se elimina la fruta que no tenga el grado de madurez adecuado o presente magulladuras o pudrición.

- Lavado:

Se sumergen los cítricos en un baño de agua clorada. El agua se clora agregando el cloro en el agua de lavado en una proporción de 2ppm.

- Raspado:

Con ayuda de una rayadora se elimina la cáscara externa de la fruta, procurando dejar solamente la cáscara blanca.

- Despulpado:

En forma manual se saca la parte carnosa de la fruta para liberar la corteza. Luego se trocea en cuartos u octavos.

- Cocción:

Los trozos de fruta se cocinan con agua durante una hora a temperatura de ebullición.

- Confitado:

Se prepara un jarabe de azúcar al 40% con 0.2% de ácido cítrico y se calienta a ebullición por 2 minutos. Seguidamente se sumergen los trozos de corteza en una relación fruta: jarabe de 1:1 y se deja reposar durante 24 horas. Al final de esta etapa, se escurre el almíbar y se concentra agregando más azúcar de modo que los °Brix suban hasta 50°. Además, se agrega 0.5% de ácido cítrico y se hierve por 2 minutos. Se deja en reposo por un nuevo período de 24 horas y se repite el proceso dos veces más aumentando cada vez 10 °Brix en la concentración del almíbar. Al finalizar el cuarto período de reposo por 24 horas, la concentración del almíbar debe ser de 75 °Brix.

- Drenado:

Se saca la fruta del recipiente de concentración y se pasa por un colador para eliminar el exceso de jarabe.

- Lavado:

Los trozos de corteza confitados se sumergen durante unos segundos en agua a 95°C - 100 °C. para eliminar el almíbar adherido en la superficie y facilitar el secado.

- Secado:

La fruta se seca a una temperatura de 60-65 °C durante 4 horas, en un secador con aire caliente.

- Empaque:

Debe hacerse de preferencia en un empaque de celofán polietileno con sellado al vacío.

- Almacenamiento:

Debe hacerse en lugares secos, con buena ventilación, sin exposición a la luz y sobre anaqueles.

2.2.5. Blanqueado o escaldado en alimentos

El blanqueado o escaldado, es un tratamiento térmico que generalmente se aplica para mejorar la estabilidad del producto alimenticio durante el almacenamiento (Heldman y Hartel, 2017).

Fellows (2020) indica que el blanqueado ofrece una variedad de funciones, una de las principales es destruir la actividad enzimática en las verduras y algunas frutas antes de su procesamiento. Como tal, no está destinado como único método de preservación, sino un pre tratamiento que se lleva a cabo normalmente entre la preparación de la materia prima y las operaciones posteriores (en particular de esterilización por calor, la deshidratación y congelación). Inmediatamente después de exponer al alimento a vapor de agua o agua hirviendo durante un breve período de tiempo, este debe ser enfriado rápidamente en agua helada para evitar su cocción (Hui, 2016).

El tratamiento térmico asociado con el blanqueado es suficiente para reducir la población de microorganismos vegetativos, especialmente aquellos que residen en la superficie del producto. También se conoce que elimina el aire de los espacios intercelulares del alimento, una medida que es beneficiosa antes de sellar los productos en sus envases. Además, mejora el color de la mayoría de las verduras y frutas (Heldman y Hartel, 2017).

El tiempo y temperatura de blanqueado afectan la calidad del alimento. Si los tratamientos son muy severos, pueden acelerar las pérdidas de calidad durante el almacenamiento (por ejemplo, el desarrollo de dureza y cambios en el color o sabor); si son muy leves, la actividad enzimática puede persistir (Brown, 2021).

Los dos métodos de blanqueado más comunes implican que los alimentos pasen a través de una atmósfera de vapor saturado o un baño de agua caliente. Ambas técnicas emplean equipos relativamente simples y de bajo costo. Por otra parte, el blanqueado por microondas aún no se utiliza comercialmente a gran escala (Heldman y Hartel, 2017).

Heldman y Hartel (2017) indican que los factores que influyen en el tiempo de blanqueado son:

- Tipo de fruta o verdura
- Tamaño de las piezas del alimento
- Temperatura de blanqueado
- Método de calentamiento

2.2.6. Maceración en salmuera

Potter (2018) afirma que la acción del macerado es preventiva al deterioro, siendo preservativa en alto grado cuando aumenta en concentración. Generalmente una concentración entre el 18 al 25% en solución prevendrá el crecimiento de microorganismos en los alimentos. El tiempo de macerado puede ser desde 48 horas hasta varios meses, dependiendo de la concentración de sal y la necesidad de conservación. También ayuda a extraer los mucílagos, la pectina, ciertos azúcares y otros componentes que están en las canículas de la superficie de los trazos de las frutas para facilitar el proceso de confitado.

2.2.7. Humedad en alimentos

La determinación de humedad es un paso obligado en el análisis de alimentos, es la base de referencia que permite: comparar valores; convertir a valores de humedad tipo; expresar en base seca y expresar en base tal como se recibió. Por estas razones debe seleccionarse cuidadosamente el método a aplicar para la determinación de humedad en un alimento, ya que un mismo método no sirve para todos los alimentos. En general, los más usados aplican un cierto grado de calor. El alimento sufre cambios que pueden afectar el valor obtenido como humedad. Se pierden compuestos volátiles junto con el agua, como alcohol, aceites esenciales y materia grasa (Jangam et al., 2021).

2.2.7.1. Secado para la determinación de humedad

El secado es una operación compleja que implica la transferencia transitoria de calor y masa junto con varios tipos de procesos (Jangam y Mujumdar, 2021) relacionados a las propiedades físicas, químicas y biológicas del alimento, tales como la actividad enzimática, deterioro microbiano, textura, viscosidad, dureza, aroma, gusto y sabor (Barbosa y Vega, 2020).

La deshidratación o secado de alimentos es una de las operaciones unitarias más utilizadas en la conservación de los mismos, con la que también se logran disminuir los costes de envasado, manejo, almacenado y transporte, ya que se disminuye el peso del alimento y en algunos casos el volumen. A pesar de que los términos de secado y deshidratación se utilizan como sinónimos, en realidad no debería ser así, porque se considera que un alimento está deshidratado si no contiene más de 2.5 por ciento de agua, mientras que uno seco puede contener más de 2.5 por ciento (Ibarz y Barbosa, 2022).

Cuando el aire caliente pasa sobre el alimento húmedo, el vapor de agua se difunde a través de una película que rodea al producto y se deja llevar por el aire en movimiento. Un gradiente de presión de vapor de agua se establece entre el interior húmedo del

alimento y el aire seco, la cual proporciona la “fuerza motriz” para la eliminación de agua (Fellows, 2020).

El secado produce cambios en la estructura del alimento. El efecto más general y evidente, así como también el más difícil de evitar, es la contracción. Por lo general, la matriz sólida tiene una cierta resistencia, y por lo tanto la contracción es menor que el volumen de agua eliminado. Tensiones mecánicas son inducidas y la deformación se produce (Berk, 2023) para dar al alimento una apariencia arrugada y encogida. La naturaleza y el grado de pretratamientos (por ejemplo, cloruro de calcio añadido al agua de escaldado o el tipo y el grado de reducción de tamaño) afecta la textura de las frutas y verduras (Fellows, 2020). Los productos secados por aire caliente se caracterizan por una baja porosidad y una alta densidad aparente (Krokida y Maroulis, 2019).

En general, el secado rápido y las altas temperaturas causan mayores cambios en la textura de los alimentos que las que generan las tasas moderadas de secado y temperaturas más bajas. Las altas temperaturas del aire (especialmente con frutas, pescados y carnes), producen cambios químicos y físicos complejos en los solutos de la superficie, y la formación de una piel impermeable dura. Esto se denomina “caso de endurecimiento” y reduce la velocidad de secado para producir un alimento con una superficie seca y un interior húmedo. Esto se reduce al mínimo mediante el control de las condiciones de secado para evitar gradientes de humedad excesivamente altas entre el interior y la superficie del alimento (Fellows, 2020).

2.2.8. Acidez titulable en alimentos

En el caso de jugo de frutas, la acidez titulable indica el porcentaje de ácidos orgánicos contenido en él. Se determina por titulación con una base fuerte de concentración conocida, generalmente, NaOH 0.1 N y se expresa en el % de ácido orgánico predominante. Cada fruta tiene un ácido orgánico predominante, en general, los más abundantes son el ácido cítrico y el ácido málico. La presencia de estos ácidos orgánicos hace que el pH de los jugos de fruta pueda ser muy bajo como sucede en el caso de limón y tomate con pH 2 y 4 respectivamente (Barceló et al., 2021).

2.2.9. Evaluación sensorial

La valoración organoléptica de los productos alimentarios es una de las herramientas principales para el más óptimo rendimiento de las funciones de la industria alimentaria. La evaluación sensorial es una disciplina de mediciones fuertemente aliada con la precisión, la exactitud y la sensibilidad para evitar resultados erróneos. La

evaluación sensorial se compone de técnicas en las que intervienen la psicología, la estadística, la ciencia de los alimentos, la física, la ingeniería, la ergonomía, la sociología, las matemáticas, las humanidades y otras ciencias biológicas. La evaluación sensorial se clasifica en pruebas objetivas y subjetivas. En el primer método, la respuesta hedónica de un producto la determinan evaluadores cualificados, mientras que, en el segundo, los consumidores participan en el proceso de evaluación (Sharif et al. 2017).

La "evaluación sensorial" es una técnica que emplea los sentidos humanos para evaluar las propiedades de las sustancias orgánicas. Esta evaluación permite conocer la clasificación de las materias primas y los productos, la opinión de los consumidores, su aprobación, su desaprobación y su gusto, lo que puede utilizarse en la formulación y el desarrollo de los productos. La importancia de esta disciplina en el ciclo de vida de un producto se pone de manifiesto por sus diversas aplicaciones y por el hecho de que la evaluación de las características sensoriales mediante pruebas sensoriales es esencial para el análisis de los productos alimentarios, no sólo ahora sino también en el futuro (Sharif et al. 2017).

Varios autores mencionan las evaluaciones orientadas al usuario, como las pruebas de preferencia, las pruebas de aceptabilidad y las pruebas hedónicas. Estos tardan menos tiempo en evaluarse, tienen procedimientos más interesantes y pueden ser utilizados por evaluadores sin formación

El análisis sensorial es la disciplina científica que se ocupa de conseguir, determinar, evaluar e identificar las respuestas a los productos alimenticios y otras propiedades físicas que se perciben mediante la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. Esta área incluye una serie de tecnologías para medir con precisión cada respuesta humana a los productos y brindando datos útiles para el perfeccionamiento del producto, el control en su procesamiento y el monitoreo durante su almacenaje. La prueba de análisis sensorial puede informar sobre las necesidades de los consumidores en cuanto a la calidad de los productos. Para ello, se obtiene información sobre las preferencias, los gustos y las condiciones de aceptación a través de un método analítico denominado prueba de orientación del consumidor. Sólo deben realizarse con consumidores y evaluadores formados.

- **Tipos de evaluación sensorial en alimentos**

Las pruebas de preferencia pretenden averiguar cuál de dos o más muestras es la preferida por un determinado número de personas, mientras que las pruebas de preferencia miden los factores psicológicos y los que influyen en el gusto.

- Las pruebas de aceptación:

Se realizan para determinar la reacción de los consumidores a un producto alimentario. Se dice que es de naturaleza emocional o subjetiva, es una medida de la aceptabilidad de un producto considerándose una prueba de juicio individual.

- Las pruebas hedónicas

Se emplean con el fin de medir el nivel de agrado o desagrado de un alimento/producto o para medir la satisfacción del mismo. Estas pruebas utilizan una escala categorizada que debe sentirse extraña en la categoría "me gusta o no me gusta" o en el punto medio, con hedonismo verbal y facial. Por otro lado, puede haber consumidores semiprofesionales o novatos, comúnmente denominados panelistas de laboratorio. No existe un consenso general, pero cuando se utilizan calificadores, las pruebas suelen realizarse con un grupo formado por 10 hasta 20-25 panelistas (Manfugáz, 2020).

También, algunos usuarios, comúnmente denominados consumidores, no responden a normas específicas y no están capacitados para ello. Es decir, se trata de personas que no tienen relación directa con las pruebas organolépticas, no intervienen en la producción de productos alimentarios o trabajan como investigadores de empresas de procesamiento de alimentos, y no realizan regularmente evaluaciones sensoriales. Suelen ser personas seleccionadas al azar de la calle, empresas, colegios, etc.

No se ha llegado a un consenso sobre el número mínimo de personas (30-40 por muestra) que deben participar en este tipo de paneles. Sin embargo, se recomienda trabajar con un máximo de 100 personas para obtener resultados estadísticamente válidos. Para esta evaluación sensorial existen dos tipos de panelistas: panelista analítico y panelista afectivo (Manfugás 2020).

El analista es una persona que presenta una especial sensibilidad sensorial a uno o más de los grupos de productos candidatos. Sin embargo, deben analizarse en función de la edad, el sexo, el estado de salud, la personalidad, la compatibilidad con el producto que se va a probar, la disponibilidad, etc. No es necesario seleccionar o formar a los sujetos, sino que se trata de consumidores elegidos al azar que representan la población a la que se supone que se dirige el producto evaluado. Las pruebas de consumo pueden realizarse en supermercados, escuelas o lugares de trabajo. El criterio del momento más adecuado para una inspección debe tenerse siempre en cuenta a la hora de hacer una solicitud. Recomendaciones básicas para los panelistas:

- a) Realizar las evaluaciones dentro de la hora anterior o posterior a la comida.
- b) No fume, ni mastique chicle, ni ingiera alimentos al menos 30 minutos antes de la prueba.
- c) No participe en la prueba si tiene una enfermedad.
- d) Todos los participantes en la evaluación deben evitar usar perfume, loción o lápiz de labios.
- e) Se recomienda lavarse las manos con un jabón suave y resistente al olor antes de la prueba.
- f) Se recomienda enjuagar la boca con agua destilada antes de iniciar la cata.
- g) Dejar a los jueces un tiempo determinado y hacer pausas entre las catas de cada muestra para evitar la fatiga y la adaptación

- **Pruebas degustativas:**

La prueba del gusto es algo natural para el ser humano, ya que en cuanto prueba un producto empieza a decidir si le gusta o no y describe sus propias características, como el sabor, el olor y la textura. Es una herramienta básica que se utiliza cada vez más en la industria alimentaria y, si no se utiliza correctamente, puede ser la que más distorsione los resultados. La evaluación sensorial utiliza técnicas basadas en la fisiología y la psicología de la percepción. Las pruebas sensoriales implican una variedad de pruebas, dependiendo del propósito para el que se realicen. Existen tres tipos de pruebas: afectivas, discriminativas y descriptivas, cuyo objetivo es formar un panel de análisis sensorial. Hay que tener en cuenta que para determinar la evaluación de los alimentos, sustancias y preparados degustados se pueden utilizar varias pruebas, entre ellas las afectivas, las de identificación y las de descripción.

- **Pruebas afectivas:**

Es una evaluación en la que el evaluador tiene una respuesta subjetiva a un producto, indicando si preferiría o no otro producto. Suele realizarse con paneles inexpertos o sólo con consumidores. Las pruebas efectivas incluyen pruebas de satisfacción y de aceptación.

- **Pruebas discriminatorias:**

Las pruebas que no requieren el conocimiento de los aspectos sensoriales subjetivos de los alimentos se ocupan de determinar si hay diferencias entre las muestras y, en ciertos casos, la magnitud y la relevancia de estas diferencias. Para los estudios discriminantes se suelen utilizar pruebas simples de un par, triangulares, de dos y tres pares, de comparaciones múltiples y de rango.

- **Pruebas descriptivas:**

Es una prueba en la que el evaluador establece indicadores que determinan las propiedades organolépticas de un producto y cuantifica las diferentes características de los productos. Implica determinar el color, el sabor y los atributos individuales del producto. Mediante estos ensayos, se establece el orden de identificación para cada cualidad, el grado de importancia de cada atributo, la persistencia del olor, el grado de sabor o aroma y la impresión general.

- **Escala hedónica:**

La disciplina de las reacciones hedónicas se desarrolló velozmente en el siglo XX con el desarrollo de la industria alimentaria. Abarca las diversas técnicas necesarias para medir con precisión las reacciones de las personas a los productos alimenticios y, en última instancia, persuadir a los consumidores. La evaluación sensorial es una metodología científica que se utiliza con el fin de obtener, medir, analizar e interpretar las percepciones de los productos a través de la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto (Stone y Sidel 2021).

La evaluación sensorial, que surgió en la década de 1940, se ha consolidado como un campo que evoluciona dinámicamente y ahora se reconoce como una disciplina científica por derecho propio. Los profesionales de la evaluación sensorial se enfrentan a menudo a problemas que requieren una competencia integrada en diferentes disciplinas, como las ciencias de la vida, la psicología y la estadística, y a menudo necesitan colaborar con otros expertos en estos campos. Además, tratar a los humanos como una "herramienta de medición" es un reto debido a la alta variabilidad (Sharif et al. 2017).

La evaluación sensorial se ha convertido en una parte integral del desarrollo de los alimentos y las normas para la producción, las pruebas, el análisis y la interpretación de los resultados sensoriales están progresando. Por otra parte, la innovación tecnológica y los adelantos de la electrónica han facilitado más el proceso de análisis. La evaluación sensorial desempeña múltiples funciones a la hora de predecir la aceptación de los análogos de la carne por parte de los consumidores, ya que en ella no sólo influyen las características sensoriales del producto, sino también factores relacionados con las personas. Éstos dependen de los aspectos éticos, los valores políticos y el bienestar ecológico implicados en la producción y pueden actuar como impulsores o como barreras para la aceptación de los análogos de la carne (Fiorentini et al. 2020).

Los métodos de evaluación sensorial pueden reunir datos sobre las percepciones de los consumidores más allá de la percepción oral de los alimentos. Es importante

identificar qué características del producto son las que impulsan su agrado, teniendo también en cuenta las diferencias entre los factores relacionados con las personas. Estos datos pueden integrarse con los resultados de las evaluaciones sensoriales y las mediciones instrumentales para proporcionar una descripción más precisa de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales (Piqueras-Fiszman y Spence 2022).

- **El papel de la evaluación sensorial:**

El papel de la evaluación sensorial ha cambiado mucho en los últimos años. Trabaja con los departamentos de I+D y marketing para ayudar a desarrollar estrategias rentables. En las primeras fases del desarrollo del producto, las pruebas sensoriales ayudan a determinar las características sensoriales más importantes para su aceptación. También puede ayudar a identificar a los consumidores objetivo y a los competidores del producto, así como a evaluar nuevas ideas (Peryam, y Pilgrim, 2022).

Las características sensoriales se determinan mediante una combinación de pruebas sensoriales y datos de pruebas instrumentales que analizan las propiedades químicas y físicas. La evaluación sensorial permite ampliar las muestras piloto y determinar el impacto en la producción a gran escala. La evaluación sensorial garantiza que no lleguen al mercado productos de calidad inferior. La vida útil de un producto alimentario suele estimarse mediante la evaluación sensorial, ya que las características sensoriales disminuyen antes que la calidad microbiológica. Las evaluaciones de los clientes se utilizan ampliamente en la investigación. Se exploran nuevas técnicas para desarrollar productos y comprender el comportamiento de los consumidores (Singh-Ackbarali y Maharaj 2022).

2.3. Definición de términos básicos

- Acidez titulable:

Es una medida cuantitativa de la capacidad de la muestra de agua para reaccionar con una solución de base fuerte a un valor de pH específico. Muchas especies químicas pueden contribuir a la medición de la acidez según el método de análisis (Barceló et al., 2021).

- Análisis sensorial:

Se define como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido (Stone y Sidel 2021).

- Confitado:

El proceso de confitado se debe a la ósmosis, en la que la fruta se comporta aproximadamente como una membrana semipermeable, en la que ingresa el azúcar pasando a formar parte de la masa de la fruta; a la vez que la fruta elimina agua por acción de la presión osmótica creada por la alta concentración de sólidos solubles del jarabe de inmersión (Egúsquiza, 2022).

- Blanqueado:

Es una precocción que consiste en someter el producto a la acción del agua en ebullición durante breves segundos, tiempo que varía con la naturaleza del fruto que se está procesando, se realiza con el objeto de inactivar la actividad de las enzimas presentes en la pulpa, además de facilitar el proceso osmótico (Cheftel, 2019).

- Deshidratación osmótica:

Es la reducción del contenido de agua de los alimentos, mediante la evaporación de la misma por acción del calor artificial (Castro, Panadés, y Pino, 2019).

- Fruta confitada:

Es el producto en el cual el agua celular está sustituida por el azúcar, se somete a una cocción en almíbar y se deja secar, con el fin de preservarla por mucho tiempo y no tener que emplear otros métodos de conservación. Tiene aspecto brillante, gran textura y se puede presentar en diversas formas (FAO, 2016).

- **Humedad en alimentos:**

El contenido de humedad es una magnitud que expresa la cantidad de agua en un material sólido y se puede representar en términos de una base de masa seca o de una base de masa húmeda (Jangam et al., 2021).

- **Salmuera en alimentos:**

La salmuera es agua con una concentración de sal disuelta superior al 5 por ciento. Existen ríos y lagos salados en donde no hay vida por el exceso de sal y de donde se extrae la salmuera, principalmente para obtener su sal evaporando el agua en salinas (Potter, 2018).

- **Secado en alimentos:**

El secado usualmente se define como el proceso de remoción térmica de sustancias volátiles (humedad) hasta obtener un producto seco, es una operación unitaria en la que se da el transporte simultáneo de calor y masa (Berk, 2023).

- **Tiempo:**

El tiempo es una magnitud física con la que se mide la duración de un proceso. El tiempo permite ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un futuro y un tercer conjunto de eventos ni pasados ni futuros respecto a otro (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2023).

- **Yacón:**

De pulpa blanca o amarillenta transparente, esta raíz tiene poca variabilidad. Su nombre proviene de la palabra quechua yaku que alude al alto contenido de agua de la raíz. El yacón es un tubérculo cultivado en zonas cálidas y templadas de la Cordillera de los Andes por su textura crujiente y sabor dulce propio. Aunque algunas veces es confundida con la jícama, el yacón es realmente un “pariente” cercano del girasol y el topinambur (Manrique et al., 2021).

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El desarrollo de la presente investigación que abarca desde la (recepción de materia prima hasta la obtención del producto final), los análisis fisicoquímicos y la evaluación sensorial se realizaron en el laboratorio de: “Frutas y Hortalizas” ubicado en el primer piso de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Coordenadas: 7°10'01" S 78°29'44" O / -7°166943, -78.495427.

Altitud: 2750 msnm

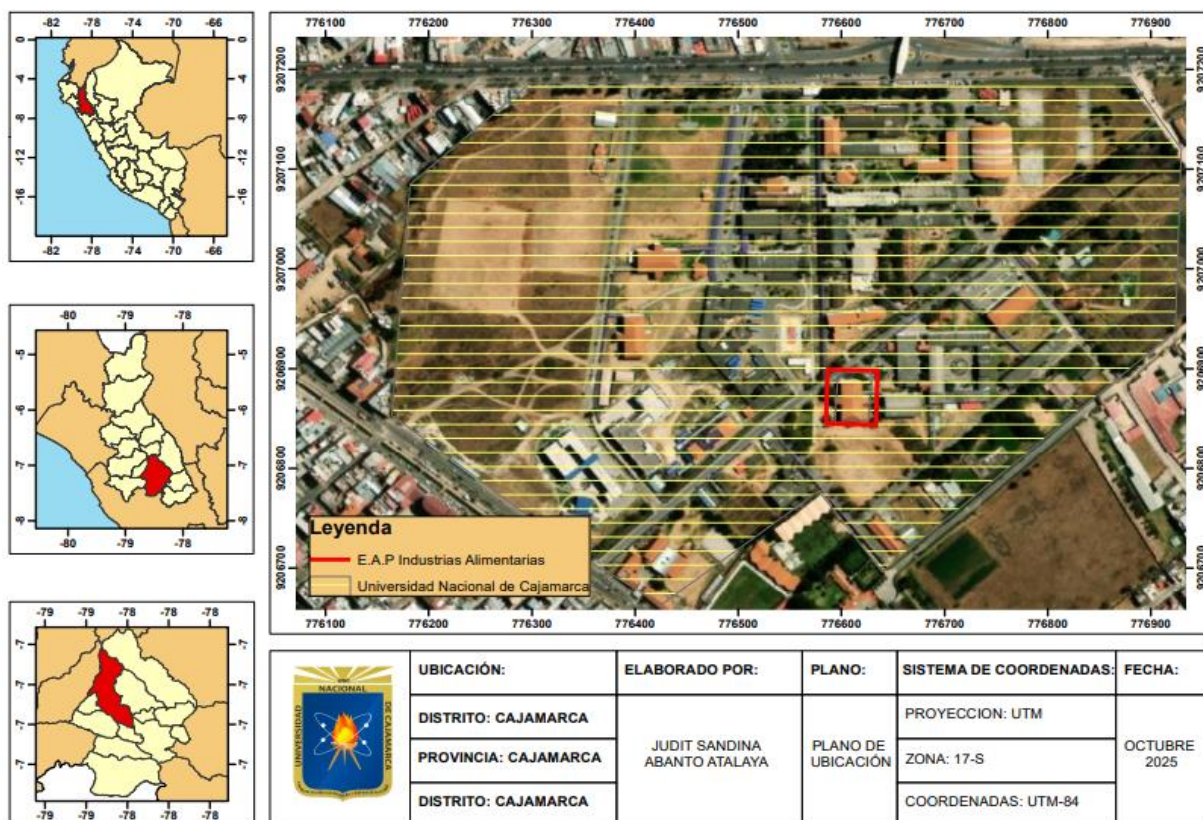
Temperatura: 15°C

Precipitación: 11%

Humedad: 73%

Figura 3

Mapa de ubicación – Universidad Nacional de Cajamarca (E.P de IIA)



Nota. En la imagen se muestra el mapa de ubicación de Universidad Nacional de Cajamarca (E.P. de I.I.A.) (Elaboración Propia).

3.2. Materia prima e insumos

- Yacón variedad “Anaranjada” procedente del Centro Poblado de Cumbico ubicado a 61 km a una altitud de 1294 m.s.n.m, perteneciente al Distrito de Magdalena situado en la Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca.
- Sal yodada para mesa (DELI SAL) del mercado central de Cajamarca.
- Azúcar rubia (CARTAVIO) del mercado central de Cajamarca.

3.3. Materiales y equipos de laboratorio

a) Materiales para el procesamiento

- Agua destilada
- Balanza de platillos - (METTLER TOLEDO) CLASSIC PLUS AB204-S/FACT
- Balanza gramera o analítica - (QC. PASS. JH)
- Balanza digital - (QUA)
- Baldes grandes de plástico con tapa
- Bolsas de polietileno gruesas (transparentes) - (ZIPPLAST)
- Bandejas de metal o plástico
- Cocina industrial – (INDURAMA)
- Coladores
- Colorantes alimentarios (rojo, amarillo y verde) – (NELMAC)
- Cortador de cubos - (HIPER ASIA)
- Cucharones
- Cuchillos de acero inoxidable
- Empacadora al vacío - (LAVEZZINI)
- Gotero
- Ollas de acero inoxidable
- Mesa de acero inoxidable
- Tazones de plástico
- Tazones de fierro enlozado
- Tablas de picar
- Vernier

b) Materiales para el análisis fisicoquímico (acidez titulable y humedad)

- Agua destilada
- Balanza analítica

- Bureta
- Campana desecadora – Marca (NORCES)
- Crisol
- Embudo de vidrio
- Equipo de titulación
- Estufa (Laboratorio 1er piso) - (HV. OVENS)
- Estufa (Laboratorio 2do piso) - (MEMMERT)
- Fiola
- Licuadora - (OSTER)
- Papel de filtro
- pH metro - (HANNA) FOODCARE
- Pinzas de metal
- Pipetas
- Placas Petri
- Refractómetro - (ATAGO) POCKET B532276
- Termómetro digital - (TP300)
- Matraz
- Mortero
- Vasos de precipitado

c) Materiales para el análisis sensorial

- Agua mineral - (SAN MARIN) 20LT.
- Cartillas de evaluación sensorial
- Lapiceros - (PILOT)
- Mondadientes - (TAY S.A.C.)
- Platos descartables
- Servilletas - (ELITE)
- Tenedores - (ASS)
- Vasos descartables - (ALFA)

d) Reactivos

- Ácido cítrico - (LUCERITO)
- Benzoato de sodio - (LUCERITO)
- Bicarbonato de sodio - (ALKOFARMA)
- Cloruro de calcio - (DRYCHEM- AGRO) INSUMOS MEVICAR EIRL

- Hidróxido de Sodio - (DRYCHEM- AGRO) INSUMOS MEVICAR EIRL
- Fenolftaleína - (DRYCHEM- AGRO) INSUMOS MEVICAR EIRL
- Sorbato de potasio - (LUCERITO)
- Metachem - (DRYCHEM- AGRO) INSUMOS MEVICAR EIRL.

e) Otros materiales

- Anillados
- Celular con cámara digital
- Cuaderno de apuntes
- Detergente (OPAL)
- Empastados
- Folders de manila
- Fósforo – (LLAMA)
- Gas – (CAXAGAS)
- Hojas bond (ARTESCO)
- Impresiones
- Laptop (HP)
- Lapiceros (FABER - CASTELL)
- Lavavajilla (AYUDÍN)
- Legía – (CLOROX)
- USB (KINGSTON)

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Determinación del contenido de humedad

Se siguió la metodología de Fellows (2020) para lo cual se pesaron 10 g de muestra sobre una cápsula, placa o crisol de vidrio, antes de ello debió tararse la balanza analítica, se colocaron las muestras en una cápsula, seguidamente se secaron en una estufa a 85°C, luego las placas petri se sacaron de la estufa con la ayuda de una pinza de metal y se colocaron en una campana desecadora para su posterior enfriado, después se pesaron nuevamente; este proceso se realizó de 4 a 6 horas hasta obtener un peso constante en las muestras. Finalmente se realizaron los cálculos de humedad utilizando la (Ecuación 1.):

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \times 100$$

Donde:

H: Humedad (pérdida por calentamiento en % de masa)

m: masa del recipiente vacío en g.

m1: masa del recipiente con la muestra húmeda en g

m2: masa del recipiente con la muestra seca.

3.4.2. Determinación de acidez titulable:

Para la determinación de la acidez titulable se siguió el procedimiento recomendado por Barceló et al. (2021): se pesó 10g de fruta confitada aproximadamente en la balanza analítica, se agregó al mortero los 10g de fruta confitada además colocar 10ml de agua y todo junto tritarlo bien colarlo o filtrar en colador a un matraz muestra madre, se rotuló los matraces desde (T1 hasta T9), se sacó del matraz muestra madre 5ml pesado en la balanza analítica con la pipeta en cada matraz codificado de T1-T9, a cada matraz se lo completó con agua destilada hasta llegar a 50 ml, luego se agitó bien, se añadió a cada matraz codificado 5 gotas de fenoftaleina agitando bien. Se agregó a la bureta el NaOH al 0.1N, seguidamente se abrió la llave del equipo de titulación donde fue cayendo gota a gota el NaOH a cada matraz codificado se agitó vigorosamente hasta que cambie a color (grosella), cuidando de no derramar cada gota para que no se nos pase demasiado el NaOH. Luego se anotaron todos los datos en una libreta de apuntes como son la cantidad de NaOH utilizado o gastado en el análisis de titulación para cada uno de los 9 tratatamientos con sus respectivas repeticiones. Finalmente el % acidez titulable se expresó en este caso como el porcentaje de ácido cítrico contenido en el néctar y se calculará usando la siguiente ecuación (2):

$$\% \text{Ácido cítrico} = \frac{V1 * N1 * Peq}{Peso} \times 100$$

Donde:

V1 = Volumen de NaOH gastado (ml)

N1 = Normalidad de NaOH (0.1N)

Peso = Peso de la muestra

Peq = 0.06404 g de ácido cítrico (Peso equivalente del ácido en términos del cual se expresa la acidez titulable).

3.4.3. Evaluación organoléptica:

Para la realización de esta evaluación el lugar elegido fue el laboratorio de “Frutas y Hortalizas” perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el número de panelistas fueron 30 y estuvieron conformados por estudiantes del decimo ciclo, ellos evaluaron las características sensoriales de color, sabor, olor y textura del producto: “Yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de salmuera” con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre cada muestra. Para ello se inició con una clase teórica de 30 minutos, en la que se les explicó la importancia de una evaluación sensorial, el funcionamiento de los sentidos y una breve explicación de esta prueba sensorial. Esta evaluación se realizó por triplicado, es decir en (3 sesiones prácticas de 30 minutos cada una) donde se les aplicó el test de escala hedónica de (5 puntos) con puntajes de (1 a 5); donde: 5 = me gusta mucho, 4 = me gusta, 3 = ni me gusta ni me disgusta, 2 = me disgusta y 1 = me disgusta mucho. Se evaluaron nueve (9) muestras de yacón confitado estas muestras estaban codificadas del 1 al 9 de acuerdo a cada uno de los 9 tratamientos. En el acondicionamiento de las muestras: se colocó cubitos pequeños de 9mm de arista; cada panelista degustó por tratamiento 4 cubitos pequeños de 5g c/u que se colocaron en platitos descartables (Pedrero y Pangborn, 2019). La encuesta o test hedónico se encuentra descrito en el (ANEXO I).

Los puntajes, categorías y significados para esta evaluación se establecieron de acuerdo a la tabla 3 la cual que se detalla a continuación:

Tabla 3*Puntuaciones y categorías para evaluación sensorial*

PUNTAJE	CATEGORÍA	SIGNIFICADO
5	Me gusta mucho	El color, sabor, olor y textura del yacón confitado es extremadamente agradable y es uno de mis favoritos.
4	Me gusta poco	El color, sabor, olor y textura del yacón confitado es agradable, disfrutaría consumiéndolo.
3	Ni me gusta ni me disgusta	El color, sabor, olor y textura del yacón confitado es neutral, no me causa placer ni desagrado.
2	Me disgusta poco	El color, olor y textura del yacón confitado no es agradable, pero podría consumirlo en una situación extrema.
1	Me disgusta mucho	El color, sabor, olor y textura del yacón confitado es extremadamente desagradable, no lo consumiría de nuevo.

Nota. En la tabla se describen los puntajes de la escala hedónica que van de (1 a 5), donde 1 equivale a (me disgusta mucho), 2 equivale a (me disgusta poco), 3 equivale a (ni me gusta ni me disgusta), 4 equivale a (me gusta poco) y 5 equivale a (me gusta mucho). El modelo de encuesta sensorial utilizada para esta investigación se encuentra (ANEXO 1).

3.5. Metodología experimental

- De acuerdo a la orientación: Tipo (Aplicada).
- De acuerdo a la técnica de contrastación: Diseño (Experimental).

3.6. Variables de estudio

3.6.1. Variable independiente

- **Tiempos de blanqueado:**

- T_1 : 20 segundos ; T_2 : 40 segundos y T_3 : 60 segundos.

Los tiempos de blanqueado se tomaron de referencia de las investigaciones realizadas por Ramírez (2024), Domínguez y Moreno (2021).

- **Concentraciones de salmuera:**

- T_1 : salmuera al 10%; T_2 : salmuera al 12% y T_3 : salmuera al 14%.

Las concentraciones de salmuera se tomaron de referencia de las investigaciones realizadas por Chávez (2021), Yurivilca (2022) y Saca (2023)

3.6.2. Variable dependiente

- **Análisis físicoquímico:**
 - Humedad
 - Acidez titulable
- **Análisis sensorial:**
 - color, sabor, olor y textura

3.7. Unidad de análisis, población, muestra de estudio

3.7.1. Unidad de análisis

Para la unidad de análisis se utilizó materia prima (yacón) de acuerdo a los criterios: fresca y condiciones óptimas.

3.7.2. Población

El yacón variedad “Anaranjado” fue adquirido del Centro Poblado de Cumbico ubicado a 61 km a una altitud de 1294 m.s.n.m, perteneciente al Distrito de Magdalena situado en la Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca.

3.7.3. Muestra de estudio

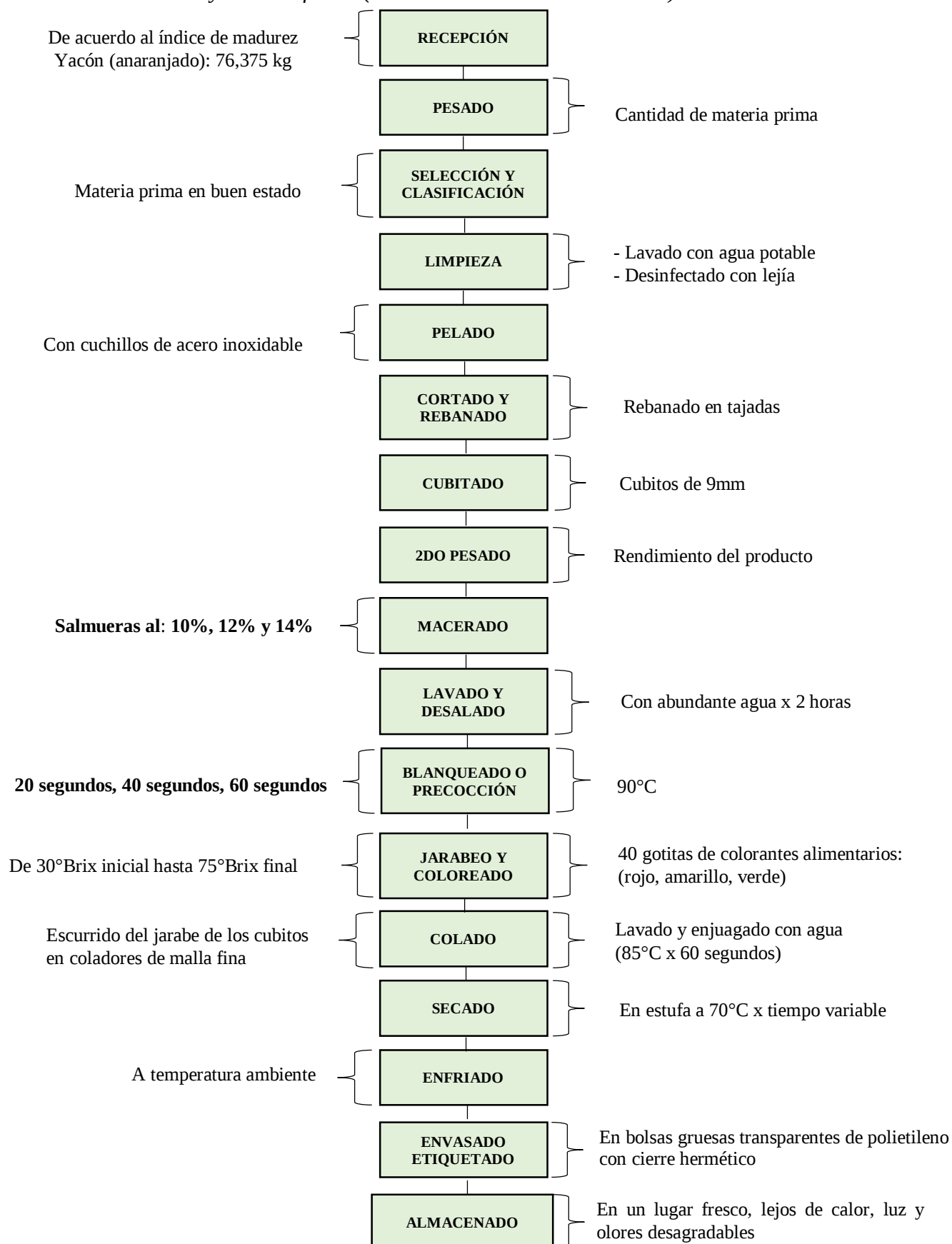
Para el análisis organoléptico se utilizó la cantidad de 18 bolsas de 100g c/u más 357g de bolsas menores de 100g; de las cuales cada uno de los 30 panelistas degustó una cantidad de 5g de cada uno de los 9 tratamientos.

Para el análisis de contenido de humedad, se utilizó 32 bolsas de 100g c/u, más 390g de bolsas menores a 100g; de las cuales se utilizó una cantidad de 10 g aproximadamente para cada uno de los 9 tratamientos a secar en la estufa.

Para el análisis de acidez titulable se utilizó 19 bolsas de 100g c/u, más 353g en bolsas de menos de 100g; de las cuales se usó una cantidad de 5g aproximadamente para cada titulación de cada uno de los 9 tratamientos.

Figura 4

Obtención de yacón confitado (método deshidratación osmótica)



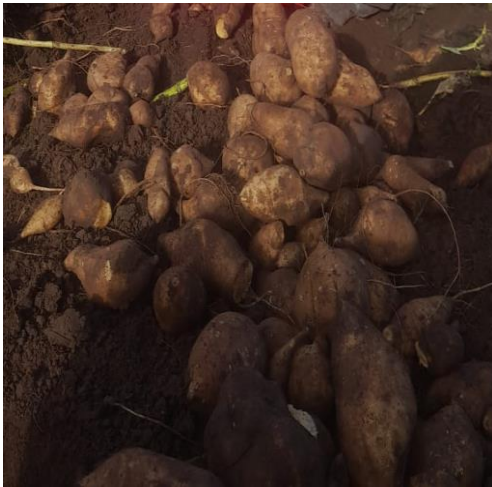
Nota. En la figura se observa el flujograma para yacón confitado, adaptado de (Guevara, 2022).

3.8. Proceso de obtención del yacón confitado

1. **Recepción:** Se recepcionó 76.375 kg de yacón variedad “Anaranjado” adquirido del Centro Poblado de Cumbico ubicado a 61 km a una altitud de 1294 m.s.n.m. distrito de Magdalena, provincia de Cajamarca, considerando su índice de frescura y madurez, de verde a pintón, el cual tuvo un pH de 6 y un nivel de sólidos solubles de 16.5°Brix (Mecabe y Smith 2019).

Figura 5

Recepción



Nota. En la figura se observa la recepción de materia prima.

2. **Primer pesado:** Haciendo uso de una balanza se determinó la cantidad de materia prima (yacón) para la elaboración del producto (Fellows, 2020).

Figura 6

Primer pesado



Nota. En la figura se observa la etapa de pesado.

3. **Selección y Clasificación:** Se eliminó todo producto extraño con daño físico o microbiológico, separando la materia prima no apta para la elaboración (Mecabe y Smith 2019).

Figura 7

Selección y clasificación



Nota. En la figura se observa la etapa de selección y clasificación.

4. **Lavado desinfectado:** Se lavaron los yacons con abundante agua potable y luego se sumergieron en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio (lejía) a 10 ppm durante 5 minutos (Sánchez, 2021).

Figura 8

Lavado y desinfectado



Nota. En la figura se observa la etapa de lavado y desinfectado.

5. **Pelado:** Se retiró la cáscara de los yacones de forma manual, utilizando peladores especiales/cuchillos de acero inoxidable (Fellows, 2020).

Figura 9

Pelado



Nota. En la figura se observa la imagen del pelado.

6. **Cortado y Rebanado:** El cortado y rebanado de los yacones se realizó con cuchillos de acero inoxidable (CNP, 2019).

Figura 10

Cortado y rebanado



Nota. En la figura se observa la imagen de cortado y rebanado.

7. **Cubitado:** Se realizó el cubitado del yacón con medida de 9mm usando un cortador y de forma manual obtener cubitos exactos (CNP, 2019).

Figura 11

Cubitado



Nota. En la figura se observa la etapa de cubitado de yacón.

8. **Segundo pesado:** Se pesó los cubitos para ver el rendimiento (Fellows, 2020).

Figura 12

Segundo pesado



Nota. En la figura se observa la etapa del 2do pesado.

9. Macerado:

Se realizó el macerado con (agua + sal) donde los yacones picados en cubitos se colocaron dentro de un balde grande de plástico durante un tiempo estimado de 48 horas. El objetivo de la maceración es que la materia prima reciba con facilidad el jarabe, durante el confitado, ya que la sal contribuye a extraer de la materia prima agua, pectinas, gomas, azúcares y otras sustancias, se utilize 500 g de yacón, usando una proporción de materia prima/salmuera de 1:2 (Chirife, 2022).

- En nuestra investigación el aditivo sulfato de sodio fue remplazado por el aditivo Metachem
- Se utilizó las siguientes formulaciones para la maceración en salmuera:

Tabla 4

Concentraciones para la maceración en salmuera

Salmueras a utilizar	Concentraciones		
	NaCl (%)	CaCl ₂ (%)	(%)
	Cloruro de sodio	Cloruro de calcio	Metachem
T ₁	10%	1	0.1
T ₂	12%	1	0.1
T ₃	14%	1	0.1

Nota. En la tabla se describen las concentraciones para la maceración en salmuera (10%, 12% y 14%). Con incorporación de cloruro de calcio y metachem, tomado de Chirife (2022).

Figura 13

Macerado



Nota. En la figura se observa la imagen del macerado.

10. Lavado y desalado: Se lavaron los cubitos de yacón para retirar el exceso de sal utilizando abundante agua por un tiempo de 2 horas (García, 2022).

Figura 14

Lavado y desalado



Nota. En la figura se observa la etapa de lavado y desalado.

11. Precocción o blanqueado:

La finalidad de este proceso es facilitar la inactivación enzimática, para ello se realizó una precocción de los cubitos de yacón a 90°C con tiempos establecidos para el blanqueado que se describen en la siguiente tabla y luego se dejó enfriar (Villavicencio et. al, 2017),

Tabla 5

Temperaturas establecidas para el blanqueo o precocción

Tratamientos	Tiempo (s)
T ₁	20 segundos
T ₂	40 segundos
T ₃	60 segundos

Nota. En la tabla se describen las temperaturas establecidas para la etapa del blanqueo o llamado también escaldado, fueron de 20 segundos, 40 segundos y 60 segundos, tomado de Villavicencio et. al. (2017).

Figura 15

Blanqueado



Nota. En la figura se observa la etapa de blanqueado.

12. Jarabeo:

Eguzquiza (2022) señala que este proceso tiene la finalidad de que la materia prima (yacón) adquiriera la concentración necesaria de azúcar, para ello los cubitos de yacón se colocaron en un recipiente con jarabe, este jarabe se preparó con (agua + azúcar) con 30°Brix; en una proporción de 300g de azúcar por cada 700g de agua para una cantidad de 500g de cubitado de yacón. Una vez que el jarabe llegó a ebullición al 50% se adicionó, (0.5g de ácido cítrico) por kg de azúcar, luego se adicionó el jarabe a la fruta (yacón) y se dejó reposar por 24 horas. Se repitió este proceso durante 6 días, por ello cada día se agregó azúcar, hasta llegar a una concentración de 75°Brix, el pH de los jarabeos de cada tratamiento llegaron a 3.5.

La medición de sólidos solubles (°Brix) para cada jarabeo del yacón confitados según cada uno de los 9 tratamientos se citan en la tabla 6:

Tabla 6

Valores de sólidos solubles (°Brix) reportados para cada jarabeo del yacón confitado

Días evaluados	Concentraciones de jarabe Nivel de sólidos solubles °Brix								
	Tratamientos								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
Día 1	35	34.5	34.6	34.5	34.8	34.7	35.3	35	35.2
Día 2	47.9	47.2	46.8	47	46.5	45.5	46.6	45.8	46.9
Día 3	58.9	56.8	59.2	57.4	57.6	58.2	58.6	58.7	59.5
Día 4	68.2	65	66.7	64.9	65.8	67.6	68.5	68.3	67.9
Día 5	70.5	69.5	68.9	67.9	69.6	68.7	69.3	69.9	69.8
Día 6	75.4	74.5	74.6	74.7	74.5	74.6	74.8	75.2	75.3

Nota. En la tabla 6 se describen los datos del nivel de sólidos solubles (°Brix) obtenidos para cada jarabeo realizado para cada uno de los 9 tratamientos al transcurrir cada uno de los 6 días (Elaboración propia).

Figura 16

Jarabeo



Nota. En la figura se observa la etapa del jarabeo.

13. Coloreado: Se utilizó colorantes alimentarios (rojo, amarillo y verde) en el penultimo y ultimo jarabeo, donde se adicionó 40 gotas de cada colorante (Rodríguez, 2019).

Figura 17

Coloreado



Nota. En la figura se observa la etapa del coloreado.

- 14. Colado/escurreido:** Con la finalidad de eliminar el jarabe residual de los cubitos de yacón se usó coladores de malla fina, se enjuagó con agua a 80°C por 60 segundos, luego se dejó enfriar en fuentes a temperatura ambiente (Lees, 2018).

Figura 18

Colado/escurreido



Nota. En la figura se observa la etapa de colado o escurrido.

- 15. Secado:** Este proceso dependerá del tipo de estufa utilizada, en esta evaluación se utilizó la estufa a 70°C por 6 a 8 horas, hasta que el producto no sea pegajoso al tacto, se utilizó papel manteca como recipiente para colocar los cubitos de yacón por la gran cantidad a secar (Charley, 2017).

Figura 19

Secado



Nota. En la figura se observa la etapa de secado.

16. Enfriado: Esta etapa el producto se retiró de la estufa y luego se enfrió a temperatura ambiente durante 1 hora (Luck, 2021).

Figura 20

Enfriado



Nota. En la figura se muestra la etapa de enfriado.

17. Adición del conservante: Se agregó los conservantes: sorbato de potasio y benzoato de sodio (1g de c/u) por cada kg de fruta confitada los cuales se rociaron sobre la fruta antes del envasado (Luck, 2021).

Figura 21

Adición del conservante



Nota. En la figura se observa la imagen de adición del conservante.

18. Envasado: Se envasó el yacón confitado en bolsas de polietileno grueso con cierre hermético agregando a cada bolsa una cantidad de 100g de producto (Ranken, 2023).

Figura 22

Envasado



Nota. En la figura se muestra la etapa del envasado.

19. Etiquetado: La etiqueta debe tener el número de lote, fecha de producción, peso neto, fecha de vencimiento etc (Ranken, 2023).

Figura 23

Etiquetado



Nota. En la figura se observa la etapa del etiquetado de yacón confitado.

20. Almacenado: Se almacenó en un lugar fresco, protegido del calor para evitar que se reseque, protegido de la luz para evitar que pierda su color, alejado de productos con olores fuertes y desagradables para evitar que el producto adquiera un olor y sabor extraño (Villavicencio et. al., 2017).

Figura 24

Almacenado



Nota. En la figura se observa la etapa del almacenado.

3.9. Factores de estudio

Tabla 7

Factores de estudio para yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Factor A	
Tiempo de blanqueado	Segundos
A_1	20 s
A_2	40 s
A_3	60 s
Factor B	
Concentraciones de macerado en salmuera	(%)
B_1	10%
B_2	12%
B_3	14%

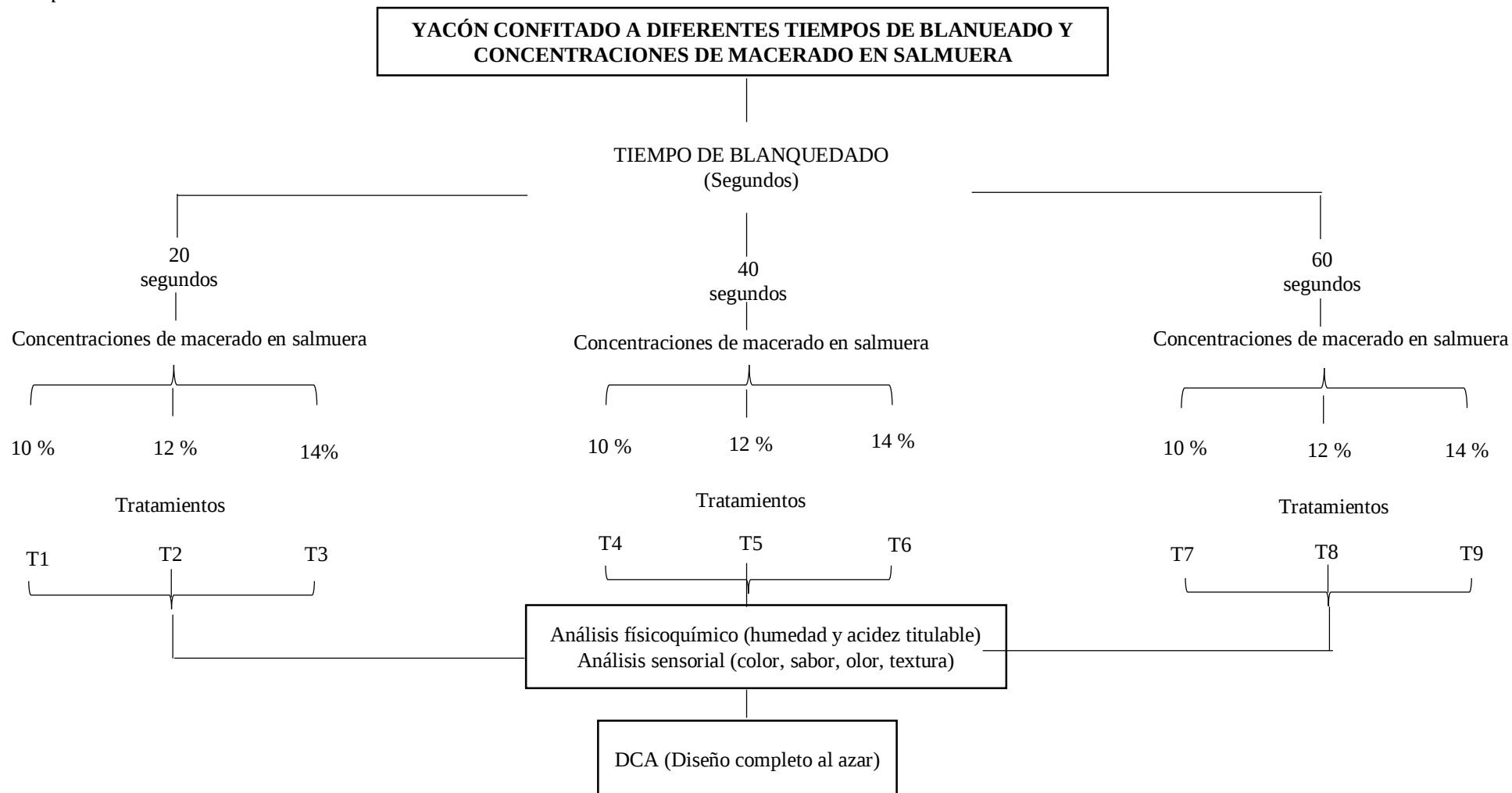
Nota. En la tabla se describen los factores de estudio, donde: “A” corresponde al tiempo de blanqueado y el factor “B” corresponde a las concentraciones de macerado en salmuera.

3.10. Diseño experimental y arreglo de los tratamientos

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres (3) repeticiones y estructura factorial 3A x 3B. El primer factor (A) corresponde al tiempo de blanqueado: ($a_1 = 20$ segundos, $a_2 = 40$ segundos, $a_3 = 60$ segundos). El factor B corresponde a las concentraciones de macerado en salmuera ($b_1 = 10\%$, $b_2 = 12\%$, $b_3 = 14\%$) con 3 repeticiones.

Figura 25

Esquema de tratamientos



Nota. La figura describe los tiempos de blanqueado y las concentraciones de macerado en salmuera utilizados en la investigación, modelo adaptado de Guevara (2022).

3.11. Modelo estadístico

En nuestra investigación se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde;

$$Y_{ijk} = \text{Respuesta}$$

$$\mu = \text{Efecto medio}$$

$$\alpha_i = \text{Efecto verdadero del } i\text{-ésimo nivel del factor A}$$

$$\beta_j = \text{Efecto verdadero del } j\text{-ésimo nivel del factor B}$$

$$(\alpha\beta)_{ij} = \text{Efecto verdadero de la interacción}$$

$$\varepsilon_{ijk} = \text{Error experimental}$$

Los factores y los correspondientes niveles son:

- **Factor A (Tiempo de blanqueado):**

Nivel a_1 = 20 segundos

Nivel a_2 = 40 segundos

Nivel a_3 = 60 segundos

- **Factor B (Concentraciones de macerado en salmuera):**

Nivel b_1 = Salmuera al 10%

Nivel b_2 = Salmuera al 12%

Nivel b_3 = Salmuera al 14%

3.12. Análisis de varianza

Tabla 8

Análisis de varianza para factorial (3A x 3B) en un diseño completamente al azar

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F
			Modelo I
Tratamientos (t – 1):	8		
A	(a – 1) :	2	$\frac{CM_{(A)}}{CM_{error}}$
B	(b – 1) :	2	$\frac{CM_{(B)}}{CM_{error}}$
A B	(a – 1)(b -1):	4	$\frac{CM_{(AB)}}{CM_{error}}$
Error	ab (n-1)	27	
Total	abn -1	35	

Nota. En la tabla se describe le fuente de variación, grados de libertad, y suma de cuadrados, tratamientos y modelo estadístico.

3.13. Matriz de tratamientos

Tabla 9

Matriz de tratamientos

Unidades experimentales	Tratamientos	Niveles (Combinaciones)	Factor A Tiempo de Blanqueado (s)	Factor B Concentraciones de macerado en salmuera (%)	Repeticiones
1	T ₁	a ₁ b ₁	20 s	10%	3
2	T ₂	a ₁ b ₂	20 s	12%	3
3	T ₃	a ₁ b ₃	20 s	14%	3
4	T ₄	a ₂ b ₁	40 s	10%	3
5	T ₅	a ₂ b ₂	40 s	12%	3
6	T ₆	a ₂ b ₃	40 s	14%	3
7	T ₇	a ₃ b ₁	60 s	10%	3
8	T ₈	a ₃ b ₂	60 s	12%	3
9	T ₉	a ₃ b ₃	60 s	14%	3

Nota. En la tabla se describe la matriz de tratamientos; donde el factor (A) corresponde al tiempo de blanqueado (a₁=20segundos, a₂=40segundos, a₃=60segundos); el factor (B) corresponde a las concentraciones de macerado en salmuera (b₁= al 10%, b₂= al 12%, b₃= al 14%) con tres repeticiones y con un total de nueve (9) unidades experimentales.

3.14. Trabajo de gabinete

Los datos para nuestro producto: “Yacón confitado”, fueron tabulados, luego se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la determinación de las diferencias significativas entre tratamientos (combinación de factores); posteriormente se realizó la prueba de rango múltiple de tukey al 5% de probabilidad para el factor significativo.

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

En la tabla 10 se presentan los promedios para contenido de humedad en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

Tabla 10

Promedios de contenido de humedad en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

TRATAMIENTOS	TIEMPO DE BLANQUEADO (segundos)	CONCENTRACIONES DE MACERADO EN SALMUERA (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
T ₁	20 s	10%	34.94% ± 9.92
T ₂	20 s	12%	31.13% ± 5.17
T ₃	20 s	14%	25.55% ± 5.46
T ₄	40 s	10%	34.46% ± 5.16
T ₅	40 s	12%	27.65% ± 12.90
T ₆	40 s	14%	28.09% ± 5.89
T ₇	60 s	10%	20.22% ± 4.48
T ₈	60 s	12%	21.04% ± 2.69
T₉	60 s	14%	13.80% ± 3.22

Nota. En la tabla 10 se observa un menor contenido de humedad en el tratamiento T9 (blanqueado a 60 segundos y 14% de salmuera) con 13.80 %. Datos completos descritos en el (ANEXO II).

Tabla 11

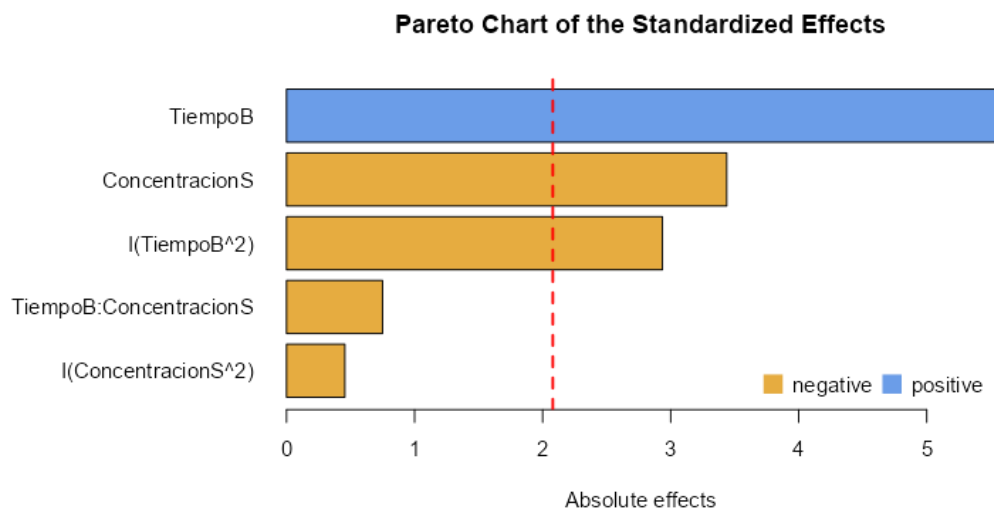
Análisis de varianza para humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Fuente	Estimate	Std. Error	F Value	P Value
A: Tiempo de blanqueado	-5.999	1.07	-5.582	<.001
B: Concentraciones de macerado en salmuera	-3.694	1.07	-3.438	0.002
AB: Tiempo de blanqueado*Concentraciones de macerado en salmuera	0.987	1.32	0.750	0.462

Nota. En la tabla 11 para análisis de varianza (ANOVA) de humedad se observa que el factor A (tiempo de blanqueado) y el factor B (concentración de macerado en salmuera) de modo individual fueron significativos ($p < 0.05$) es decir que ejercen efectos en las muestras de yacón confitado.

Figura 26

Gráfico de pareto estandarizado para humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 11 y la figura 26 se observa que existe significancia estadística para el factor tiempo de blanqueado y para el factor concentraciones de macerado en salmuera en la humedad de las muestras de yacón confitado.

El tiempo de blanqueado influye directamente en la humedad del yacón confitado, modificando la estructura del yacón, asimismo el blanqueado es un tratamiento térmico que altera las membranas celulares del yacón, incrementando su permeabilidad. Esta

modificación facilita la salida de agua y la entrada de los azúcares del jarabe durante la fase de confitado. Cuanto más largo sea el tiempo de blanqueado, mayor será esta pérdida, lo que reduce el contenido de agua en el yacón antes de la deshidratación osmótica. Un blanqueado eficaz prepara al yacón para un confitado más rápido y uniforme; esto es beneficioso si se busca una textura más firme y una mayor vida útil. Si el blanqueado es muy corto, el yacón retendrá más humedad inicial, acelerando y optimizando el proceso de deshidratación osmótica posterior, lo que prolongará el tiempo necesario para lograr el nivel de confitado y la humedad final deseada, derivando en un confitado menos eficiente y, potencialmente, un producto final con una mayor humedad residual, lo que podría afectar su conservación y textura (Panadés, Núñez y Acosta, 2019).

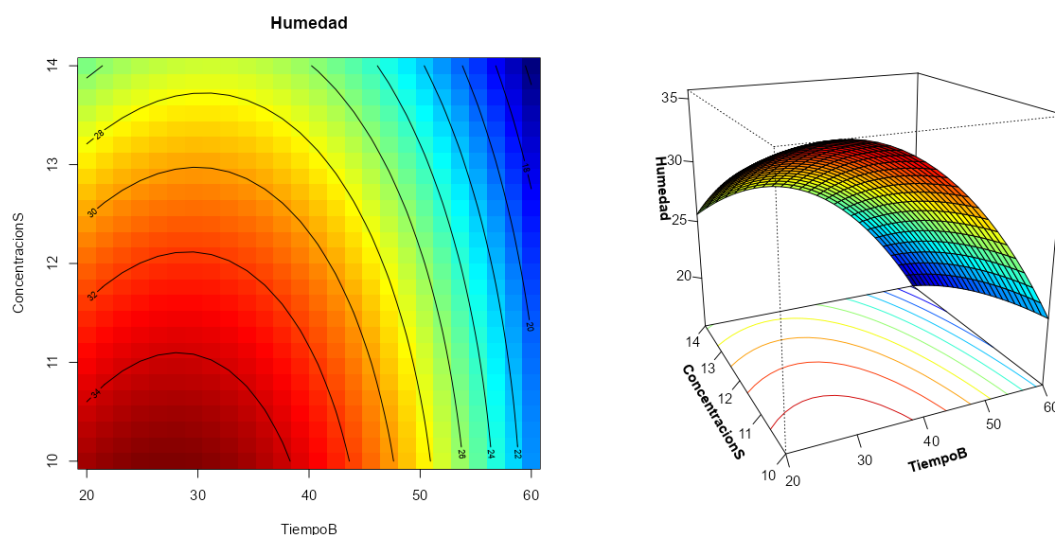
La influencia de la concentración de salmuera radica en una mayor difusión y solubilización, ya que, con concentraciones de sal más altas, la sal se solubiliza más fácilmente en el agua del yacón, lo que acelera el proceso de difusión de la sal hacia el interior del producto, también influye en un aumento de la pérdida de humedad, pues una mayor concentración salina incrementa la velocidad a la que el agua es extraída del yacón, promoviendo una pérdida de masa más rápida durante el secado o confitado (Barbosa y Vega, 2020).

La ecuación que describe el modelo de superficie de respuesta estimado para humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

$$\text{Humedad} = 24.2341 + 0.4969 * \text{TiempoB} + 2.2528 * \text{ConcentraciónS} - 0.0137 * I(\text{TiempoB}^2) - 0.21119 * I(\text{ConcentraciónS}^2) + 0.024 * \text{TiempoB} * \text{ConcentraciónS} \quad (R^2 = 0.714).$$

Figura 27

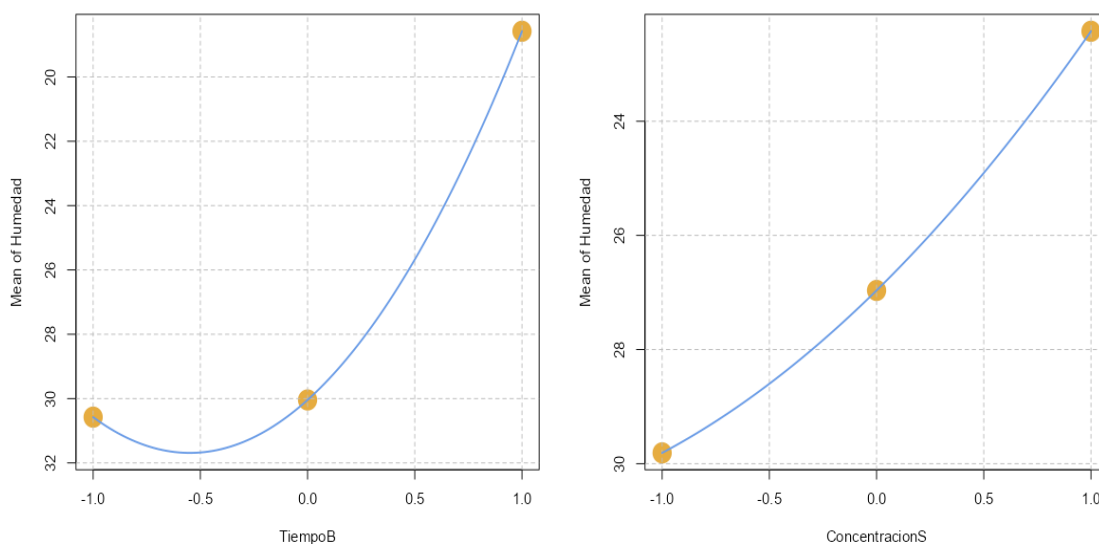
Gráfico de perfil y superficie de respuesta para humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 27 se observa en referencia al Gráfico 2D de Contorno (Izquierda) que las zonas rojas/oscuras indican la mayor humedad (valores superiores a 34) cuando el tiempo de blanqueado es corto (cercano a 20 s) y la concentración de sal es baja (cercana a 10-11%). Las zonas azules indican la menor humedad (valores cercanos a 18-20) cuando el tiempo de blanqueado es máximo (60 s). Las líneas (contornos) no son rectas, lo que indica que existe una interacción o un efecto cuadrático, donde la humedad disminuye a medida que el tiempo de blanqueado aumenta. En cuanto al gráfico 3D de Superficie de Respuesta (Derecha) se observa que el efecto del tiempo de blanqueado es el factor más influyente. Se observa una pendiente muy pronunciada hacia abajo a medida que el tiempo aumenta, es decir que a mayor tiempo de blanqueado, el yacón pierde más agua (posiblemente por daño celular o facilitación de la transferencia de masa), en el efecto de la concentración de la sal, se observa una ligera curvatura. La humedad es máxima en concentraciones bajas y disminuye levemente al subir al 14%, pero el efecto es menos drástico que el del tiempo. El punto máximo de la superficie (mayor humedad retenida) se localiza en la esquina de bajo tiempo de blanqueado / baja concentración de sal. Existe una relación inversa entre el tiempo de blanqueado y la humedad final, el proceso es mucho más sensible a los cambios de tiempo que a los de concentración de sal. Si se desea que el yacón confitado sea un producto más húmedo se debe usar tiempos de blanqueado cortos (20 s) y concentraciones de sal bajas (10%), pero si se desea un producto más seco o deshidratado se debe utilizar el tiempo de blanqueado (60 s).

Figura 28

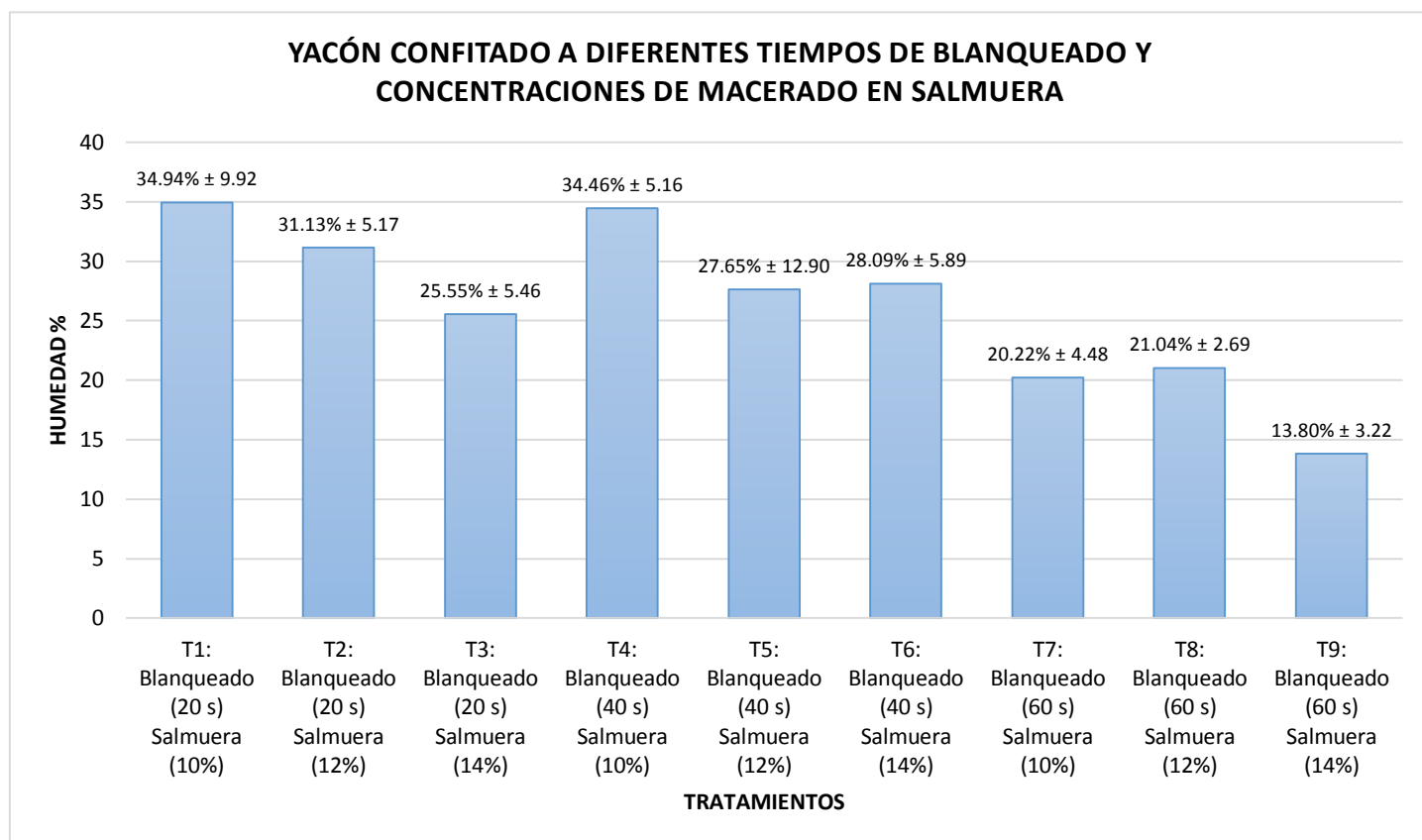
Gráfico de efectos individuales sobre la humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 28 se observa con referencia al efecto del tiempo de blanqueado (TiempoB) gráfico de la izquierda muestra una relación no lineal (curvada) entre el tiempo y la humedad: De -1 a 0 (Nivel bajo a medio) hay un ligero descenso inicial en la curva antes de subir es decir que a tiempos de blanqueado cortos, la humedad se mantiene alta o incluso aumenta levemente. De 0 a 1 (Nivel medio a alto) se observa una pendiente pronunciada hacia arriba esto indica que a mayor tiempo de blanqueado, la humedad disminuye significativamente, tiene un comportamiento cuadrático, la forma de parábola sugiere que el tiempo de blanqueado tiene un efecto acelerado sobre la pérdida de agua después de cierto punto, probablemente debido a la degradación de los tejidos celulares que facilita la salida de fluidos. En referencia al efecto de la concentración de salmuera (ConcentracionS) gráfico de la derecha muestra una tendencia más constante y directa es decir que a medida que se aumenta la concentración de salmuera de -1 a 1, la línea asciende de forma continua. Surge un efecto osmótico, esto es un comportamiento clásico de transferencia de masa es decir que al aumentar la salinidad, se genera una mayor presión osmótica que extrae el agua del yacón. En síntesis una mayor concentración de salmuera resulta en una menor humedad final en el producto. Para obtener un yacón confitado con menor humedad (punto más alto en las gráficas) se debe trabajar con los niveles máximos (+1) de ambos factores: el tiempo de blanqueado más largo y la concentración de salmuera más alta.

Figura 29

Promedios de humedad en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 10 y en la figura 29 se observa que, a mayor tiempo de blanqueado, menor humedad, se observa una relación inversa clara, a medida que el tiempo de blanqueado aumenta, la humedad del producto final tiende a disminuir drásticamente: a 20 segundos (T1-T3) humedades altas, entre 25.55% y 34.94%, a 40 segundos (T4-T6) humedades moderadas, entre 27.65% y 34.46% y 60 segundos (T7-T9) humedades más bajas, llegando a un mínimo de 13.8%. Un mayor tiempo de blanqueado suele ablandar más los tejidos celulares, lo que facilita la salida del agua interna y la entrada de solutos durante el proceso de confitado.

El efecto de la Salmuera es equivalente al papel de la presión osmótica, dentro de cada grupo de tiempo de blanqueado, se puede ver que, por lo general, aumentar la salmuera reduce la humedad: T1 vs T3: Al subir de 10% a 14% de salmuera (con 20s de blanqueado), la humedad cae de 34.94% a 25.55%. T7 vs T9: Al subir de 10% a 14% de salmuera (con 60s de blanqueado), la humedad cae de 20.22% a 13.8%, esto ocurre por un proceso de ósmosis: una mayor concentración de sal en el exterior "empuja" el agua fuera del yacón con más fuerza.

Se observa una humedad máxima en T1 (con 20 s blanqueado y 10% de salmuera) con un valor de 34.94% obteniéndose un producto mas hidratado. Se observa una humedad minima en T9 (60 s blanqueado y 14% de salmuera) con un valor de 13,80% obteniéndose un producto más seco y concentrado. Se observa que T1 (± 9.92) y T5 (± 12.90) muestran una desviación alta, lo que indica que los resultados en esas muestras fueron menos uniformes. T8 (± 2.69) es uno de los más consistentes, lo que sugiere que bajo esas condiciones el proceso es más estable. Si el objetivo es obtener un yacón confitado con baja humedad (lo cual suele ser mejor para la conservación) que sea más firme y consistente el tratamiento T9 (60s de blanqueado y 14% de salmuera) es el más efectivo, y si se busca un producto más suave y húmedo, el T1 es el indicado.

El nivel de humedad máximo para frutas confitadas debe ser del 25% o menor del 25%, esto es crucial para la preservación y calidad de la fruta, ya que una humedad excesiva puede llevar a la proliferación de microorganismos, alterando la textura y el sabor, y reduciendo la vida útil del producto (Norma Técnica Peruana 203.105 - Fruta confitada), el mantener la humedad al 25% o menor que ella asegura que la fruta confitada tenga una textura crujiente y firme, con una vida útil prolongada, sin embargo cuando la humedad es excesiva es decir es mayor al 25% puede causar la aparición mohos o levaduras, hongos y bacterias, afectando la calidad y seguridad y descomposición del producto (Chagua, 2023) según lo señalado por estos autores, los datos de humedad obtenidos en nuestra investigación para (yacón confitado) muestran que el tratamiento (T9) blanqueado a 60 segundos y utilizando una concentración de salmuera del 14% tiene un menor valor de humedad con (13.8%) considerándose dentro del rango establecido para frutas confitadas.

La importancia de la deshidratación, nos indica que el proceso de confitado implica la eliminación de agua de la fruta para concentrar los azúcares y reducir la humedad, logrando la estabilidad del producto. El control de humedad se puede lograr mediante un secado adecuado de la fruta confitada, ya sea al aire libre o mediante el uso de equipos especializados como la estufa (Berk, 2023). Para que una fruta confitada tenga un nivel adecuado de humedad se debe almacenar en un lugar fresco, seco y oscuro para así mantener su calidad y evitar la absorción de humedad del ambiente (Alvarado, Cabrera y Delgado, 2020).

Chávez (2021) en corazón de corazón de piña confitado encontró 18.12% de humedad a un blanqueado de (40 s) con salmueras del 12%. Yurivilca (2022) en chayote confitado obtuvo una humedad del 19.15 %, datos que difieren de los obtenidos en nuestra investigación para (yacón confitado), ya que se observó que el tratamiento (T9) blanqueado a 60 s con salmueras del 14% obtuvo una menor humedad de (13.804%).

Domínguez y Moreno (2021) utilizaron salmueras del 14% obteniendo una humedad del 12.56% en frutas confitadas de sábila y 4.50% de humedad en frutas confitadas nabo. Alvarado, Cabrera y Delgado (2020) en frutas confitadas elaboradas a base de papaya verde obtuvieron una humedad de 10% a 13% aplicando concentraciones de salmuera entre 12% y 14% estos datos tienen similitud con el contenido de humedad de nuestro producto (yacón confitado), ya que se observó que el tratamiento (T9) el cual empleó un tiempo de blanqueado de 60 segundos y una concentración de salmuera del 14% tiene un menor contenido de humedad del 13.804%.

4.2. Acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

En la tabla 12 se presentan los promedios para contenido de humedad en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

Tabla 12

Promedios de acidez titulable (%) en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

TRATAMIENTOS	TIEMPO DE BLANQUEADO (segundos)	CONCENTRACIONES DE MACERADO EN SALMUERA (%)	ACIDEZ TITULABLE (%)
T ₁	20 s	10%	0.063% ± 0.015
T ₂	20 s	12%	0.062% ± 0.007
T ₃	20 s	14%	0.085% ± 0.018
T ₄	40 s	10%	0.068% ± 0.008
T ₅	40 s	12%	0.093% ± 0.010
T ₆	40 s	14%	0.109% ± 0.010
T ₇	60 s	10%	0.108% ± 0.023
T ₈	60 s	12%	0.128% ± 0.012
T₉	60 s	14%	0.134% ± 0.011

Nota. En la tabla 12 se observa un mayor nivel de acidez titulable (0.134%) que se obtuvo en el tratamiento T9 (con tiempo de blanqueado a 60 s y 14% de salmuera). Datos completos descritos en el (ANEXO III).

Tabla 13

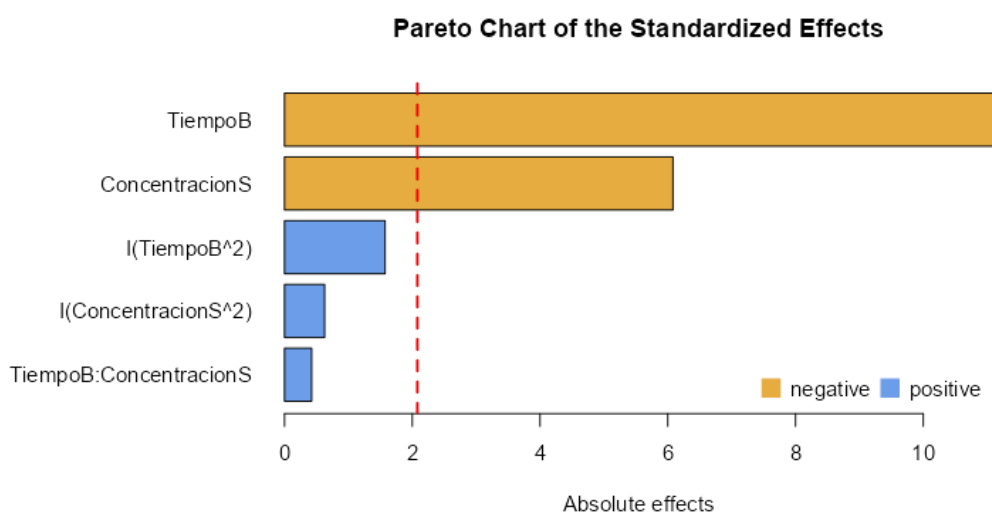
Análisis de varianza para acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Fuente	Estimate	Std. Error	F Value	P Value
A: Tiempo de blanqueado	0.02689	0.00240	11.190	<.001
B: Concentraciones de macerado en salmuera	0.01461	0.00240	6.080	<.001
AB: Tiempo de blanqueado*Concentraciones de macerado en salmuera	-0.00125	0.00294	-0.425	0.675

Nota. En la tabla 13 (ANOVA) para acidez titulable se observa que el factor A (Tiempo de blanqueado) y el factor B (Concentraciones de macerado en salmuera) fueron significativos ($p < 0.05$) es decir que ejercen efectos en las muestras de yacón confitado.

Figura 30

Gráfico de pareto estandarizado para acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 13 y la figura 30 se observa que existe significancia estadística para el factor tiempo de blanqueado y para el factor concentraciones de macerado en salmuera en la acidez titulable de las muestras de yacón confitado.

El tiempo de blanqueado influye directamente en la evaluación de la acidez titulable del yacón confitado, ya que un tiempo prolongado puede disminuirla significativamente. Este efecto se debe principalmente a la lixiviación (pérdida) de los ácidos orgánicos del yacón en el agua de blanqueo, además de la inactivación de ciertas

enzimas, ya que genera una pérdida de acidez por lixiviación, es decir que durante el blanqueado los ácidos orgánicos presentes en las células del yacón (como el ácido ascórbico o ácido cítrico (vitamina C) se filtran al agua caliente. Cuanto mayor sea el tiempo de inmersión, mayor será esta pérdida y, por lo tanto, menor será la acidez titulable del producto final. Se genera una inactivación enzimática, pues el método de blanqueado es un tratamiento térmico diseñado para inactivar enzimas que causan el pardeamiento y la degradación de la calidad, como la enzima polifenol oxidasa, sin embargo, el tiempo de blanqueado también puede afectar enzimas relacionadas con el metabolismo de los ácidos. Un blanqueado excesivo puede degradar componentes termosensibles, como la vitamina C, lo que contribuiría a una reducción de la acidez (Chirife, 2022).

Para la evaluación de la acidez titulable en yacón confitado, el tiempo de blanqueado es un factor crítico que se debe controlar cuidadosamente durante el proceso, también se debe buscar el tiempo de blanqueado óptimo para inactivar las enzimas responsables del pardeamiento y mejorar la textura, pero sin comprometer en exceso la acidez y otros compuestos bioactivos. La acidez titulable es un factor clave en el perfil de sabor de un producto confitado, ya que equilibra el dulzor del proceso de confitado. Una acidez titulable demasiado baja, resultado de un blanqueado prolongado, podría resultar en un producto final excesivamente dulce, un blanqueado más prolongado tiende a reducir la acidez titulable en el yacón confitado, mientras que un blanqueado corto o el uso de aditivos ácidos puede ayudar a preservarla (Chávez, 2021).

Las concentraciones de salmuera funcionan como un agente de extracción que promueve la salida de los ácidos orgánicos (como el ácido cítrico, málico, entre otros) de la matriz del yacón confitado. Una mayor concentración de sal puede resultar en una mayor movilización de ácidos, aumentando la acidez titulable en el extracto. Al mismo tiempo, la sal disuelta en la salmuera aumenta la presencia de iones de sal en el medio de extracción. Esto puede llevar a una dilución de los ácidos orgánicos; y una disminución de su concentración efectiva en la solución que se va a titular. se dice también que los iones de la sal pueden tener una influencia mínima en el punto de equivalencia de las reacciones de titulación, sin embargo, un exceso de iones puede causar que el indicador de pH se desplace ligeramente, lo que requiere un ajuste del factor de corrección si se realiza en soluciones salinas (Villavicencio, et. al. 2017).

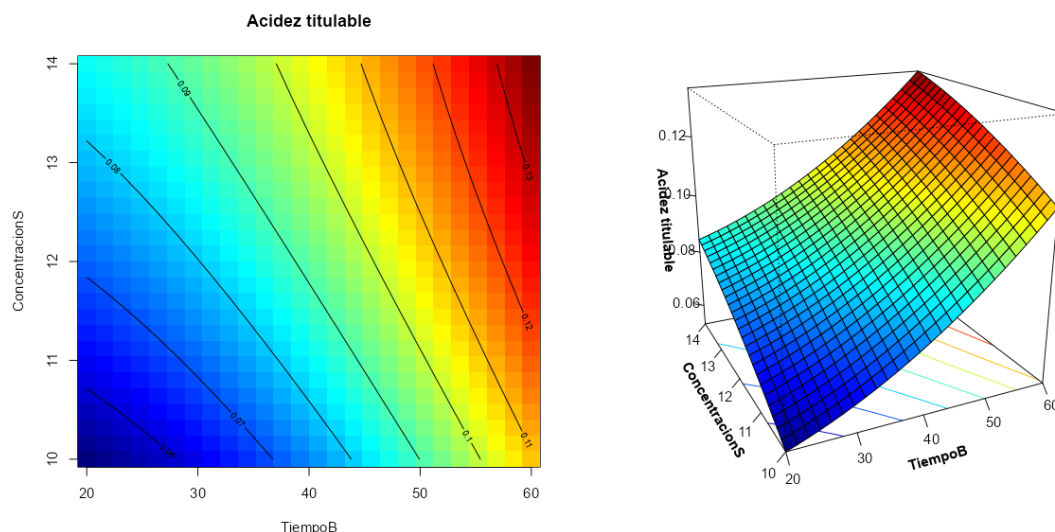
Al variar la concentración de salmuera, se debe tener en cuenta que esto afectará tanto la cantidad de ácido que se extrae como la concentración de la solución titulante. Es preferible realizar la extracción con una solución de extracción con una concentración de sal definida y no simplemente con la salmuera del confitado, que puede variar. Es necesario emplear factores de corrección basados en las diferentes concentraciones de salmuera para realizar una correcta valoración de los ácidos del fruto (Graefe, Hermann, Manrique, Golombek y Buerkert, 2020).

La ecuación que describe el modelo de superficie de respuesta estimado para acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

$$\text{AcidezTitulable} = 0.1326 + 0.0004 * \text{TiempoB} + 0.0242 * \text{ConcentraciónS} + 0.0000 * \text{I}(\text{TiempoB}^2) - 0.0007 * \text{I}(\text{ConcentraciónS}^2) - 0.0000 * \text{TiempoB} * \text{ConcentraciónS} \quad (R^2 = 0.887).$$

Figura 31

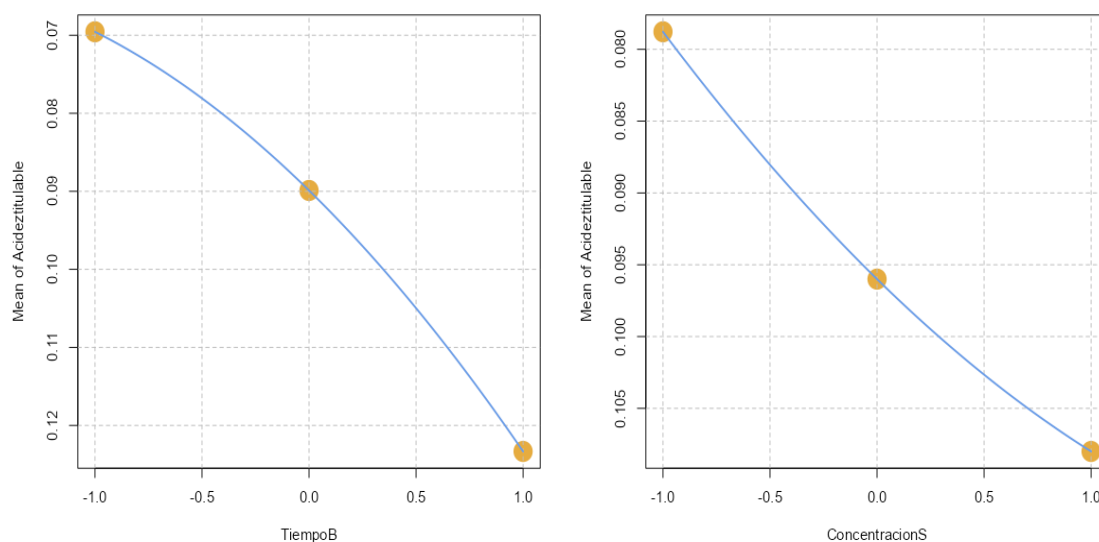
Gráfico de perfil y superficie de respuesta para acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 31 se observa en referencia a la interpretación del gráfico de superficie 3D (Derecha) donde se observa que la superficie es casi un plano inclinado esto indica que no hay una curvatura pronunciada (picos o valles), lo que sugiere que en el rango estudiado, a mayor intensidad de los factores, mayor es la acidez, existe una sinergia en cuanto a que la acidez alcanza su punto máximo (zona roja/oscura, cerca de 0.12 - 0.14) cuando ambos factores están en su nivel más alto: máximo tiempo de blanqueado (60) y máxima concentración de salmuera (14%). En cuanto a la interpretación del gráfico de contorno 2D (izquierda) cada línea negra representa un valor constante de acidez (0.06, 0.07, 0.08, etc.), las líneas están dispuestas de forma diagonal, es decir que ambos factores influyen significativamente. Si las líneas fueran totalmente horizontales, solo importaría la concentración; si fueran verticales, solo importaría el tiempo. El azul oscuro (abajo-izquierda) representa la menor acidez. y ocurre con poco tiempo de blanqueado y baja concentración de sal, el rojo intenso (arriba-derecha) representa la mayor acidez. Existe una relación directamente proporcional, si se desea un yacón confitado con baja acidez, se debe usar tiempos de blanqueado cortos y concentraciones de salmuera bajas (zona azul). El factor tiempo de blanqueado parece tener un impacto ligeramente más fuerte en el desplazamiento hacia la zona roja que la concentración, aunque ambos son determinantes. No hay punto óptimo local al no observarse una "montaña" con una cima en el centro, es decir que el experimento sugiere que si se sigue aumentando el tiempo o la sal, la acidez probablemente seguiría subiendo.

Figura 32

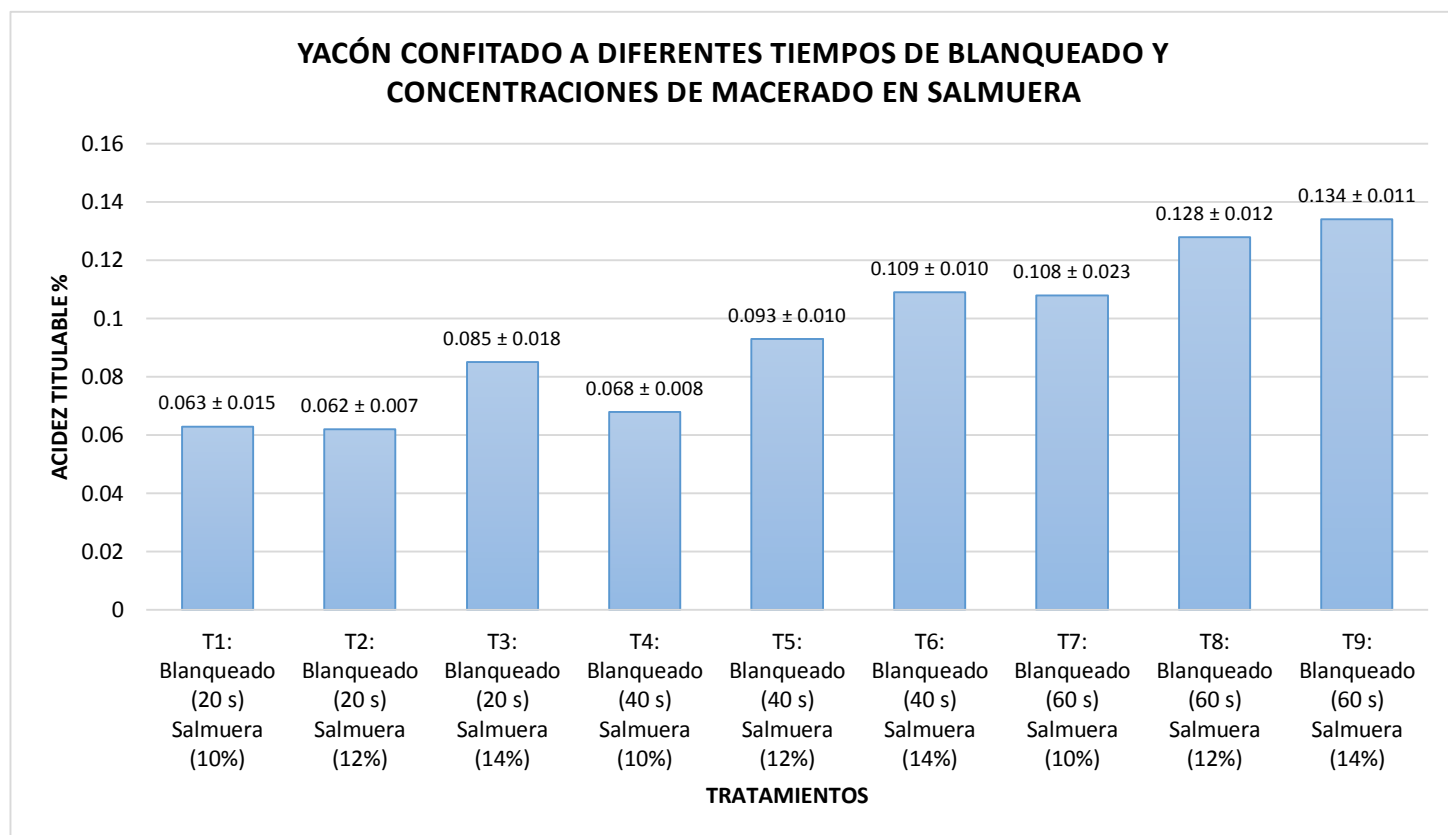
Gráfico de efectos individuales sobre la acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 32 se observa en cuanto al efecto del tiempo de blanqueado (gráfico de la izquierda) el cual muestra la relación entre el tiempo de blanqueado y la acidez, donde existe una relación directamente proporcional. A medida que aumenta el tiempo de blanqueado (de -1 a 1 en la escala codificada), el valor de la acidez titulable aumenta (pasa de aprox. 0.07 a más de 0.12). Un blanqueado más prolongado parece favorecer una mayor concentración de ácidos o una mayor retención de los mismos en la estructura del yacón durante el procesó. La línea es casi recta, lo que sugiere un efecto lineal constante dentro del rango estudiado. Con referencia al efecto de la concentración de salmuera (gráfico de la derecha) muestra el impacto de la cantidad de sal utilizada, al igual que con el tiempo, a mayor concentración de salmuera, mayor es la acidez titulable detectada. A diferencia del primer gráfico, aquí se observa una ligera curva. El salto en la acidez es más pronunciado cuando pasamos del nivel bajo (-1) al nivel medio (0) que del medio al nivel alto (1). La salmuera tiene un efecto sinérgico o facilita la presencia de compuestos ácidos, aunque el efecto parece estabilizarse ligeramente en las concentraciones más altas. Si el objetivo es maximizar la acidez en el yacón confitado se debe optar por los niveles más altos de ambos factores (tiempo de blanqueado = 1 y concentraciones de salmuera = 1). Si se busca una acidez baja, los niveles mínimos son los ideales. Ambas pendientes son pronunciadas, lo que indica que ambos factores son determinantes y tienen un impacto real sobre el producto final.

Figura 33

Promedios de acidez titulable en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 12 y la figura 33 la observación más clara es que a mayor tiempo de blanqueado, mayor es la acidez titulable. Con tiempos de blanqueado cortos (20 s) los valores son los más bajos, manteniéndose entre 0.062% y 0.085%, con tiempos de blanqueado medio (40 s) se observa un incremento moderado, situándose entre 0.068% y 0.109% y con tiempos de blanqueado largos (60 s) presentan los niveles de acidez más altos, alcanzando un máximo de 0.134% en el tratamiento “T9”, esto sugiere que la exposición prolongada al calor durante el blanqueado podría estar liberando ácidos orgánicos de las vacuolas celulares o concentrándolos por la pérdida de otros compuestos. Al aumentar la salmuera (del 10% al 14%), la acidez tiende a subir, por ejemplo, en el grupo de 60 segundos: T7 (10%) tiene 0.108%, mientras que T9 (14%) sube a 0.134%. El % mínimo de acidez titulable fue T2 (20 s blanqueado/ 12% salmuera) con 0.062% ± 0.007 y el % máximo de acidez titulable fue T9 (60 s blanqueado/14% salmuera) con 0.134% ± 0.011. Si se desea un producto con baja acidez, el tratamiento T2 es el adecuado; pero si se desea un producto con alta acidez o una mayor concentración de solutos, el tratamiento T9 es el ideal y el más efectivo.

Según: Norma Técnica Peruana: 203.105 - Fruta confitada señala que el rango de acidez titulable adecuado asegura un equilibrio entre el sabor dulce de la fruta y una acidez que contribuye a la conservación de la fruta confitada, asimismo la acidez ayuda a inhibir el crecimiento de microorganismos dañinos, lo que contribuye a la vida útil del producto.

El nivel de acidez titulable en frutas confitadas no está definido por una normativa específica, pero típicamente se encuentra en un rango de 0.2% a 0.3% expresado como ácido cítrico. El nivel adecuado de acidez indica la calidad del producto y el correcto proceso de confitado (García, 2022). Existen factores que influyen en la acidez titulable como: el tipo de fruta, ya que las frutas tienen diferentes niveles de acidez natural, la variedad de la fruta pues ya que las diferentes variedades tienen niveles distintos de acidez, el grado madurez ya que la fruta más madura tiene una menor acidez, el proceso de confitado, ya que la duración, la temperatura del proceso de confitado pueden afectar la acidez (Graefe, Hermann, Manrique, Golombek, Buerkert, 2020).

Chávez (2021) obtuvo en piña confitada valores de acidez de 0.21 ± 0.01 con parámetros de blanqueado de (40 s) con salmueras del 12% y el 14%. Yuvrilca (2022) en frutas confitadas de chayote obtuvo 0.3605% utilizando salmueras del 14%. Alvarado, Cabrera y Delgado (2020) en papaya confitada obtuvieron 0.20% aplicando salmueras de 12% y 14% estos resultados reportados por los autores antes mencionado con respecto a las concentraciones de salmuera se asemejan a los resultados obtenidos en nuestra investigación donde el mayor % de acidez titulable lo obtuvo T9 (blanqueado a 60 s con 14% de salmuera) con un valor de $(0.134 \% \pm 0.011)$.

4.3. Aceptabilidad sensorial en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

En la tabla 14 se presentan los promedios para la aceptabilidad sensorial en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

Tabla 14

Promedios de aceptabilidad sensorial en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

TRATAMIENTOS	TIEMPO DE BLANQUEADO (segundos)	CONCENTRACIONES DE MACERADO EN SALMUERA (%)	COLOR (Puntaje)	SABOR (Puntaje)	OLOR (Puntaje)	TEXTURA (Puntaje)	PROMEDIO TOTAL
T ₁	20 s	10%	4.56 ± 0.62	4.23 ± 0.67	3.66 ± 1.09	4.23 ± 0.77	4.16 ± 0.38
T ₂	20 s	12%	3.96 ± 0.99	4.16 ± 0.83	3.60 ± 0.81	3.86 ± 1.07	3.91 ± 0.20
T ₃	20 s	14%	3.90 ± 0.84	4.00 ± 1.11	3.63 ± 0.92	4.16 ± 0.74	3.93 ± 0.20
T ₄	40 s	10%	4.06 ± 0.86	4.03 ± 0.80	3.43 ± 1.00	3.76 ± 1.07	3.84 ± 0.24
T ₅	40 s	12%	4.10 ± 0.80	3.56 ± 1.38	3.16 ± 1.23	3.33 ± 1.15	3.53 ± 0.40
T ₆	40 s	14%	3.53 ± 0.68	4.13 ± 0.73	3.50 ± 1.04	3.80 ± 0.99	3.76 ± 0.33
T ₇	60 s	10%	4.26 ± 0.78	3.93 ± 0.82	3.53 ± 1.04	3.53 ± 1.10	3.84 ± 0.35
T ₈	60 s	12%	2.80 ± 0.99	3.83 ± 0.94	3.20 ± 0.96	3.46 ± 1.04	3.32 ± 0.43
T ₉	60 s	14%	4.06 ± 1.01	3.80 ± 0.96	3.56 ± 0.89	3.36 ± 1.03	3.72 ± 0.29

Nota. En la tabla 14 se observa que la mayor aceptabilidad sensorial se encontró en “T1” (blanqueado por 20 segundos con 10% de salmuera), con valores promedio en color (4.56), sabor (4.23), olor (3.66), y textura (4.23). Datos completos descritos en (ANEXO IV, ANEXO V, ANEXO VI y ANEXO VII).

4.3.1. Color en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Tabla 15

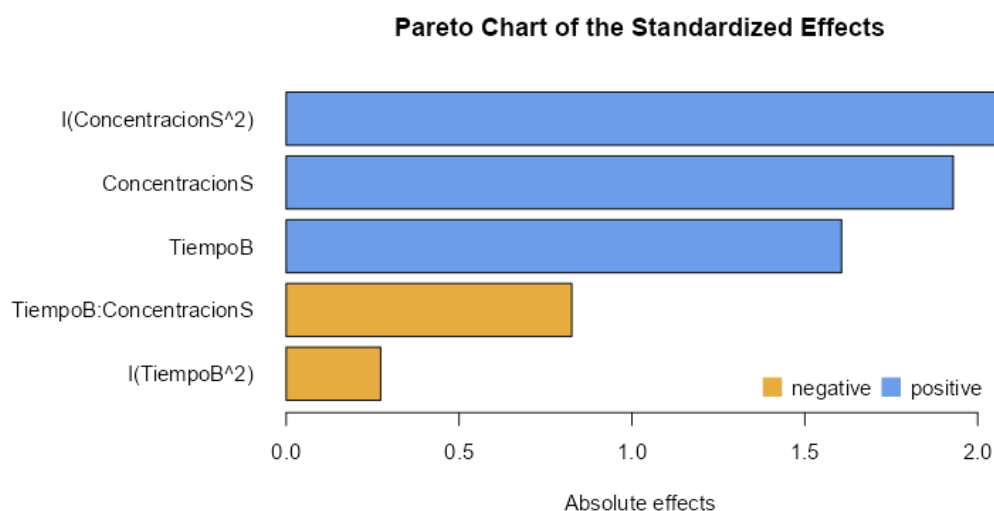
Análisis de varianza para color en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Fuente	Estimate	Std. Error	F Value	P Value
A: Tiempo de blanqueado	-0.1906	0.119	-1.606	0.123
B: Concentraciones de macerado en salmuera	-0.2289	0.119	-1.929	0.067
AB: Tiempo de blanqueado*Concentraciones de macerado en salmuera	0.1200	0.145	0.826	0.418

Nota. La tabla 15 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para color, donde ninguno de los factores fueron significativos ($p > 0.05$), es decir que no ejercen efectos en las muestras de yacón confitado.

Figura 34

Gráfico de pareto estandarizado para color en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 15 y la figura 34 se observa que existe significancia estadística para el factor tiempo de blanqueado y para el factor concentraciones de macerado en salmuera en el color de las muestras de yacón confitado.

Un proceso de blanqueado incorrecto puede arruinar la calidad percibida por los consumidores, ejerciendo un efecto sobre la evaluación sensorial en el color, es decir que

el proceso de blanqueado inactiva las enzimas responsables del pardeamiento (oxidación), como la polifenoloxidasa y la peroxidasa ayudando a mantener el color claro y atractivo del yacón. Un blanqueado prolongado puede causar la lixiviación de pigmentos y el oscurecimiento debido a reacciones de Maillard (si se usa calor alto), resultando en un color menos deseable, pero si el tiempo es demasiado corto, las enzimas no se inactivan por completo y provoca que el yacón se oscurezca con el tiempo (Mettler y Weibel, 2018).

La relación entre la salmuera y el color del yacón confitado está ligada a la deshidratación osmótica, ya que la salmuera provoca la salida de agua de las células del yacón, esto concentra los azúcares naturales y otros componentes en el tejido, lo que puede influir en la tonalidad durante el proceso de confitado. Un pretratamiento con salmuera retrasa las reacciones enzimáticas de pardeamiento que oscurecen el producto. La concentración de salmuera afecta la deshidratación y la estructura del tejido vegetal y un yacón que ha perdido más agua puede absorber el jarabe de confitado de manera diferente, lo que altera la translucidez y el brillo del producto final (Panadés, Núñez y Acosta, 2019).

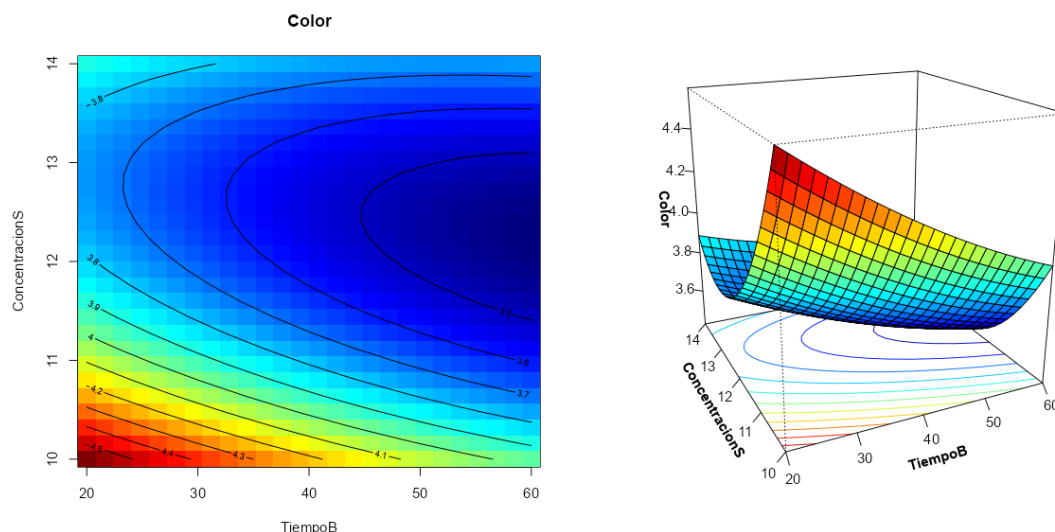
El color de la fruta confitada debe ser brillante, color uniforme, atractivo y propio de la fruta confitada, dependiendo de la variedad de fruta, su apariencia transparente sin defectos visibles (Norma Técnica Peruana 203.105 - fruta confitada), Yurivilca (2022) encontró un color óptimo para chayote confitado con (12% de salmuera), Chávez (2021) obtuvo un buen color en piña golden con (12% de salmuera), estos resultados difieren con los de nuestra investigación donde en color la mayor aceptabilidad fue de (4.56 puntos) en (T1) blanqueado por 20 segundos y una concentración de salmuera del 10%.

La ecuación que describe el modelo de superficie de respuesta estimado para color en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

$$\text{Color} = 22.2637 - 0.0568 * \text{TiempoB} + 2.7811 * \text{ConcentraciónS} + 0.0000 * I(\text{TiempoB}^2) + 0.1061 * I(\text{ConcentraciónS}^2) + 0.0030 * \text{TiempoB} * \text{ConcentraciónS} \quad (R^2 = 0.3).$$

Figura 35

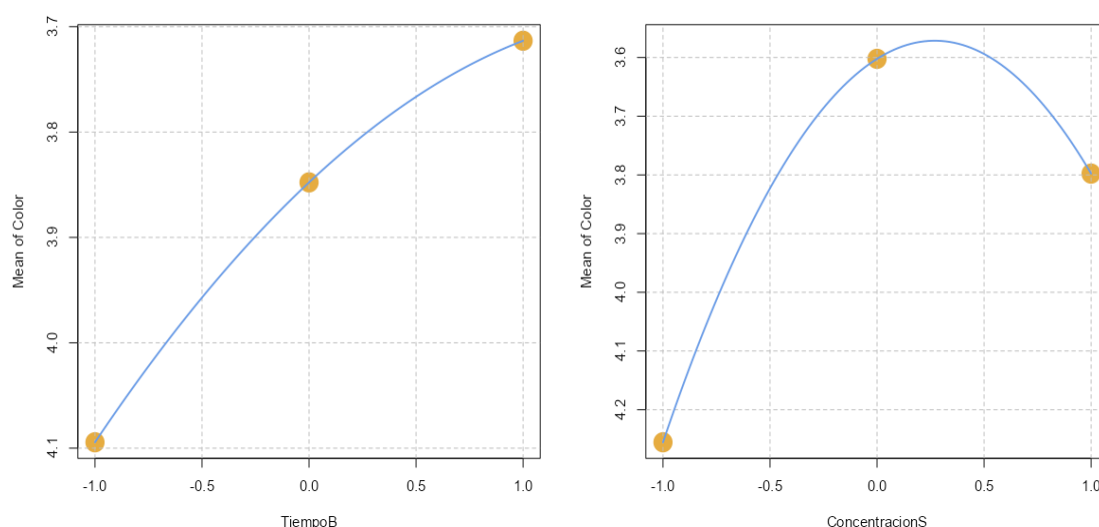
Gráfico de perfil y superficie de respuesta para color en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 35 se observa con respecto al gráfico de contorno 2D (izquierda) se observa el color sensorial más alto se encuentra en la esquina inferior izquierda esto significa que tiempos de blanqueado cortos (20s) combinados con concentraciones de salmuera bajas (10%) producen los valores de color más intensos (marcados con 4.4 - 4.6). Al aumentar la concentración de salmuera hacia el 14%, el valor del color disminuye notablemente, independientemente del tiempo. Las líneas curvas indican que existe una interacción entre las variables. No es un plano lineal simple; hay una zona de "valle" o descenso hacia la derecha (tiempos largos y concentraciones medias-altas). Con respecto al gráfico de superficie de respuesta 3D se observa una especie de descenso parabólico. La mayor "altura" se refleja en el (mejor puntaje de color) que está en la zona roja. El punto mínimo se aprecia una zona azul oscuro (meseta baja) hacia los tiempos de blanqueado más largos (60s) y concentraciones de salmuera intermedias/altas aquí el color sensorial alcanza su punto más bajo (aprox. 3.4 - 3.6). La pendiente es más pronunciada cuando nos movemos en el eje de la concentración de salmuera, lo que sugiere que el color es más sensible a los cambios de sal que a los cambios de tiempo de blanqueado en ciertos rangos. Para obtener el mayor valor de color sensorial en el yacón confitado se debe mantener la concentración de salmuera baja (cercana al 10%) y utilizar un tiempo de blanqueado corto (cercano a 20 s). y si el objetivo fuera "minimizar" o buscar un color más tenue, se tendrías que desplazar hacia los valores de la derecha y arriba del gráfico.

Figura 36

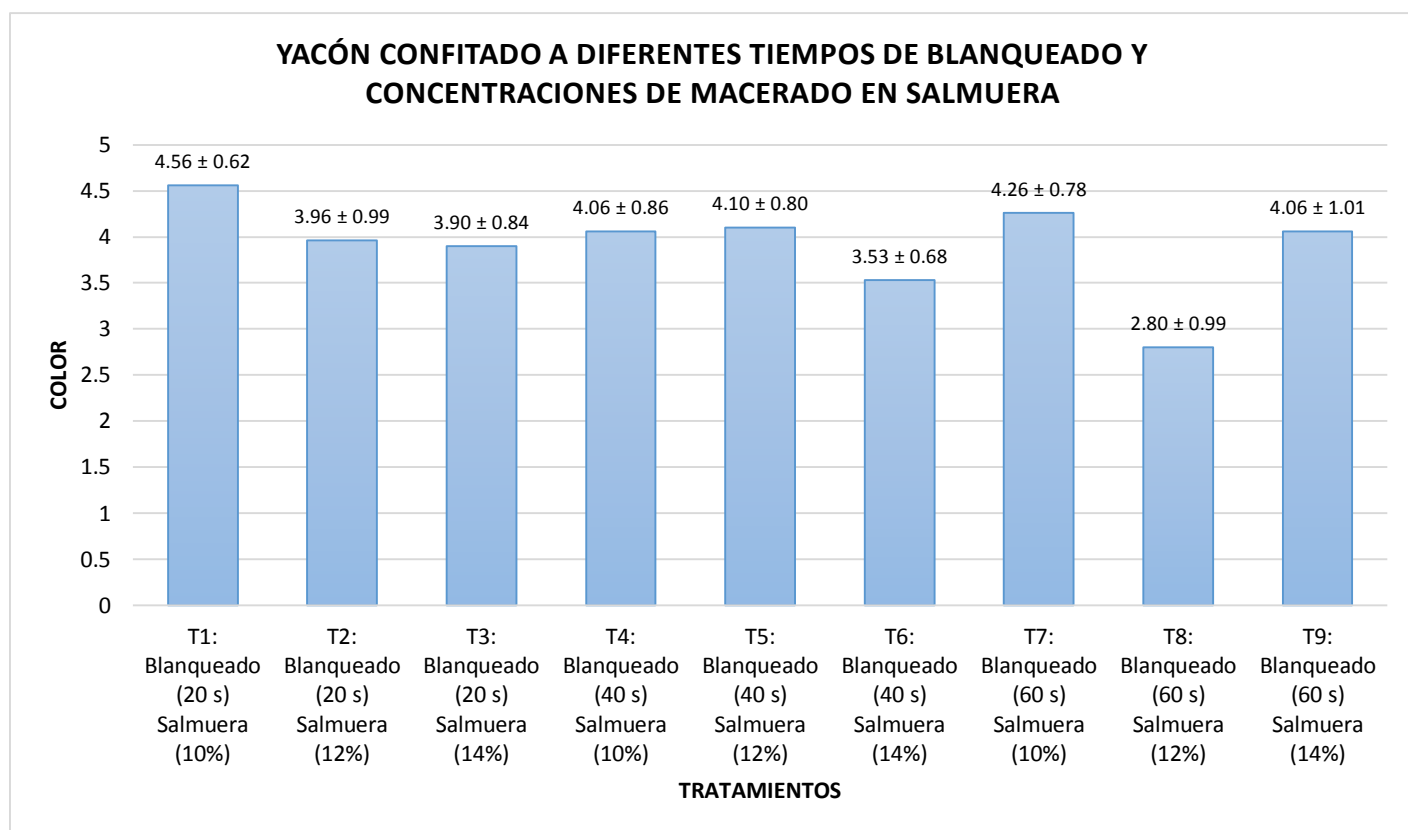
Gráfico de efectos individuales sobre color en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 36 se observa en cuanto al efecto del tiempo de blanqueado (gráfico izquierda) se muestra una relación casi lineal y positiva respecto a la escala del gráfico, donde a medida que aumenta el tiempo de blanqueado (de -1 a 1 en valores codificados), el valor del color disminuye numéricamente (sube en el gráfico hacia 3.7). El blanqueado prolongado tiene un efecto directo en la fijación o modificación del color. Si el objetivo es alcanzar el valor más bajo en la escala (cerca de 3.7), el nivel óptimo sería el nivel superior (1). En referencia al efecto de la concentración de salmuera se muestra una curvatura pronunciada, lo que indica un efecto cuadrático, es decir que el color mejora (según la escala visual) al pasar de una concentración baja (-1) a una intermedia (0), pero luego comienza a declinar ligeramente al llegar al nivel superior (1). El valor óptimo de color se alcanza cerca del nivel 0.25 - 0.5 (un poco después del punto medio codificado), las concentraciones de salmuera favorecen la apariencia del yacón confitado pero exceder ese punto podría estar causando un oscurecimiento o una degradación visual, la concentración de salmuera parece tener un impacto más crítico y no lineal, lo que sugiere que debe controlarse con mayor precisión que el tiempo de blanqueado. Para obtener el valor de color situado en la parte superior del gráfico (aprox. 3.6 - 3.7), la combinación ideal sería un tiempo de blanqueado alto con una concentración de salmuera intermedia-alta.

Figura 37

Promedios de color en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 14 y la figura 37 se muestra que T1 (blanqueado 20 s / salmuera 10%) obtuvo la puntuación más alta con 4.56, un tiempo de blanqueado corto (20 segundos) junto con una concentración de salmuera baja parece ser la combinación ideal para preservar o mejorar el color del yacón, haciéndolo más atractivo para los jueces sensoriales y T8 (blanqueado 60 s / salmuera 12%) presentó la puntuación más baja con 2.80. Se observa que existe una caída notable en la calidad del color cuando se llega a los 60 segundos de blanqueado con una concentración intermedia de salmuera esto podría deberse a una degradación de pigmentos o a un oscurecimiento excesivo por el exceso de calor. Casi todos los tratamientos muestran una desviación estándar (de ± 0.80 y ± 1.00) esto indica que hubo cierta discrepancia entre los jueces sensoriales; es decir, las opiniones sobre el color no fueron unánimes, lo cual es común en pruebas subjetivas de alimentos. Si se desea conseguir un óptimo o un mejor color en yacón confitado se recomienda T1 (20 segundos de blanqueado y 10% de salmuera). Se debe evitar tiempos de blanqueado prolongados (60s) combinados con salmueras intermedias, ya que afectan negativamente la apariencia visual del producto final.

4.3.2. Sabor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Tabla 16

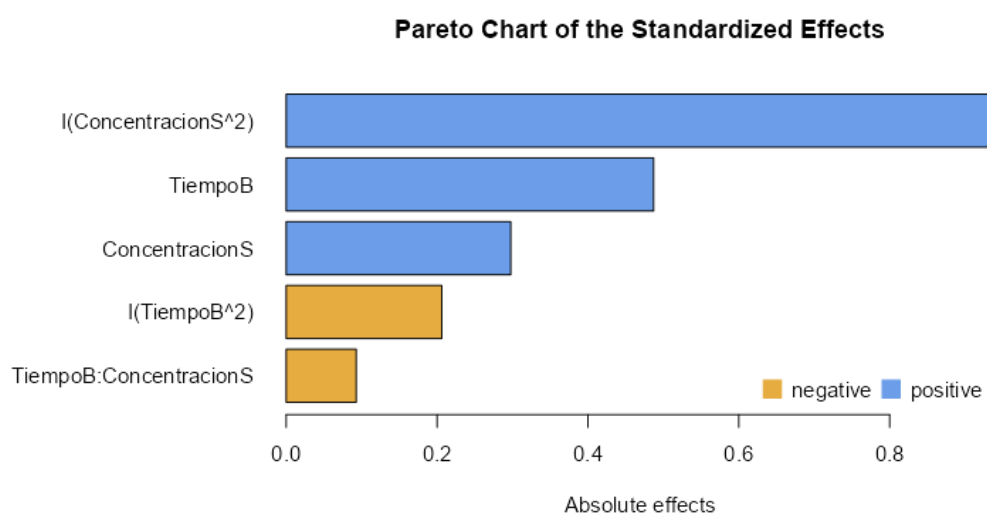
Análisis de varianza para sabor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Fuente	Estimate	Std. Error	F Value	P Value
A: Tiempo de blanqueado	-0.0500	0.103	-0.4871	0.631
B: Concentraciones de macerado en salmuera	-0.0306	0.103	-0.2977	0.769
AB: Tiempo de blanqueado*Concentraciones de macerado en salmuera	0.0117	0.126	0.0928	0.927

Nota. La tabla 16 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para sabor, se observa que ninguno de los factores fueron significativos ($p > 0.05$) es decir que ninguno de los factores ejercen efectos en las muestras de yacón confitado.

Figura 38

Gráfico de pareto estandarizado para sabor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 16 y la figura 38 se observa que existe significancia estadística para el factor tiempo de blanqueado y para el factor concentraciones de macerado en salmuera en el sabor de las muestras de yacón confitado.

El proceso de blanqueado ayuda a eliminar sabores indeseables o amargos que pudiesen estar presentes en el yacón fresco, un tiempo o temperatura inadecuados pueden

generar sabores a cocido o diluir los sabores naturales del yacón (Krokida y Maroulis, 2019).

La salmuera se utiliza en una etapa previa de maceración para preparar el tejido del tubérculo (yacón) y el efecto en el sabor se refleja en la potencia en el dulzor. Durante la maceración, la sal extrae la humedad de los tejidos vegetales mediante ósmosis, lo que altera la estructura de las células del yacón, se mejora la absorción del jarabe, ya que el tratamiento con salmuera facilita la posterior penetración del jarabe de confitado en el interior del yacón (Maldonado, Luna, Martinez, Villatarco y Singh, 2020).

Un control adecuado de la concentración de sal evita que el dulzor sea abrumador, creando un sabor más complejo y agradable. Una mayor concentración de salmuera y mayor tiempo de inmersión conducen a un producto final con menos agua y mejor aceptación sensorial, lo que significa un sabor más dulce y concentrado haciéndolo más apetecible. El proceso de osmodeshidratación con altas concentraciones de jarabe reduce la humedad del yacón conservándolo durante más tiempo (Mohanthi, Jha, Meikap y Biswas, 2022).

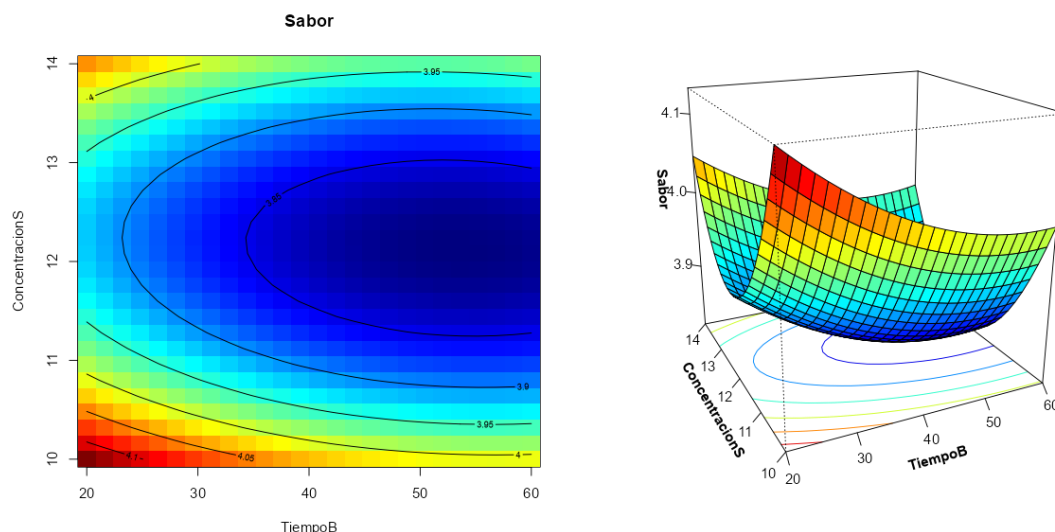
El sabor en fruta confitada debe ser dulce, con una concentración de azúcar óptima y una humedad baja (Norma Técnica Peruana: 203.105 - fruta confitada), la concentración de azúcar (°Brix) que según literatura debe estar en el rango entre 65°Brix y 75°Brix (Gianola, 2018). Chávez (2021) obtuvo un sabor ideal aplicando (12% salmuera) estos resultados son diferentes a los obtenidos en nuestra investigación, pero tienen similitud con los obtenidos por Yurivilca (2022) para confitados de chayote donde encontró un sabor ideal aplicando concentraciones de las salmueras al (10%) ya que en nuestra investigación se observó una puntuación más alta para sabor fue (4.23) en (T1) con un tiempo de blanqueado de 20 segundos y una concentración de salmuera de 10%.

La ecuación que describe el modelo de superficie de respuesta estimado para sabor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

$$\text{Sabor} = 10.4644 - 0.0133 * \text{TiempoB} - 1.0369 * \text{ConcentraciónS} + 0.0001 * I(\text{TiempoB}^2) - 0.0421 * I(\text{ConcentraciónS}^2) + 0.003 * \text{TiempoB} * \text{ConcentraciónS} \quad (R^2 = 0.05).$$

Figura 39

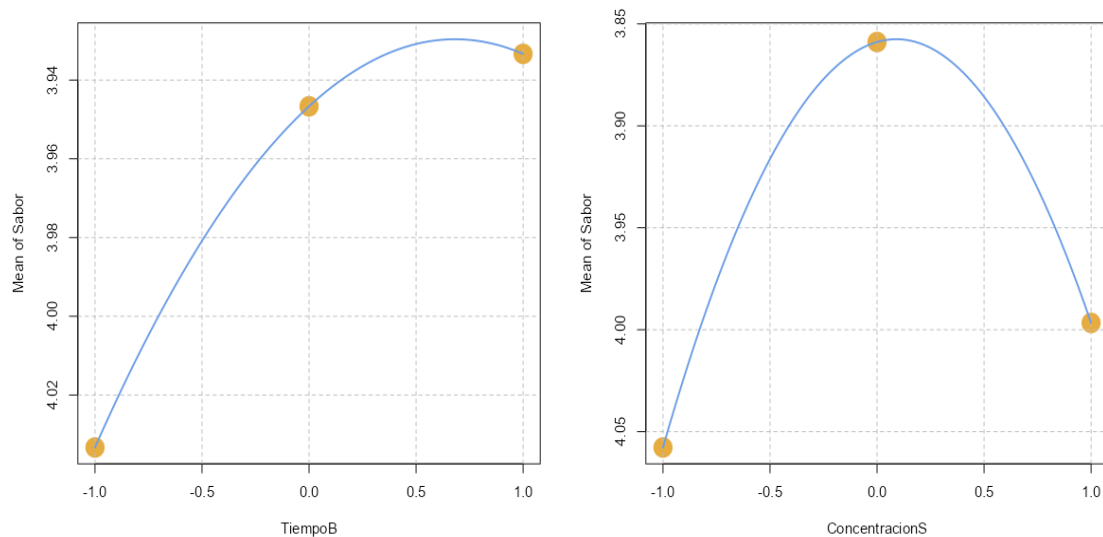
Gráfico de perfil y superficie de respuesta para sabor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 39 se observa en cuanto al gráfico 3D de superficie de respuesta (derecha) muestra una curvatura de tipo "valle" o superficie cóncava se observa que el sabor mejora (sube en el eje vertical) cuando te alejas del centro del gráfico, existe una zona central (en azul oscuro) que representa un mínimo local. Esto sugiere que una combinación media de tiempo y salmuera produce el sabor menos preferido. El sabor alcanza sus valores máximos (cerca de 4.1 o superior) en los extremos, particularmente cuando el tiempo de blanqueado es bajo (cerca de 20 min) y la concentración de salmuera es baja (10%) y cuando el tiempo de blanqueado es bajo (20 min) y la concentración es alta (14%). En cuanto al gráfico 2D de perfil de contorno (izquierda) las líneas (contornos) conectan puntos con el mismo valor de sabor. En las zonas rojas (esquina inferior izquierda) aquí se encuentra la mayor puntuación de sabor (> 4.1). Indica que tiempos de blanqueado cortos (20 min) con concentraciones de salmuera bajas (10%) son muy favorables. En la zona azul central representa la región donde el sabor cae por debajo de 3.85. Si el objetivo es un producto de alta calidad se debe evitar esta combinación (aprox. 45 min de blanqueado y 12% de salmuera). La orientación horizontal de las elipses sugiere que el tiempo de blanqueado tiene un impacto más amplio o una interacción más marcada con la percepción del sabor que la salmuera por sí sola en ciertos rangos. Para obtener el mejor sabor sensorial en el yacón confitado, se recomienda un blanqueado corto (alrededor de 20 minutos) con una concentración de salmuera en el extremo inferior (10%) o superior (14%).

Figura 40

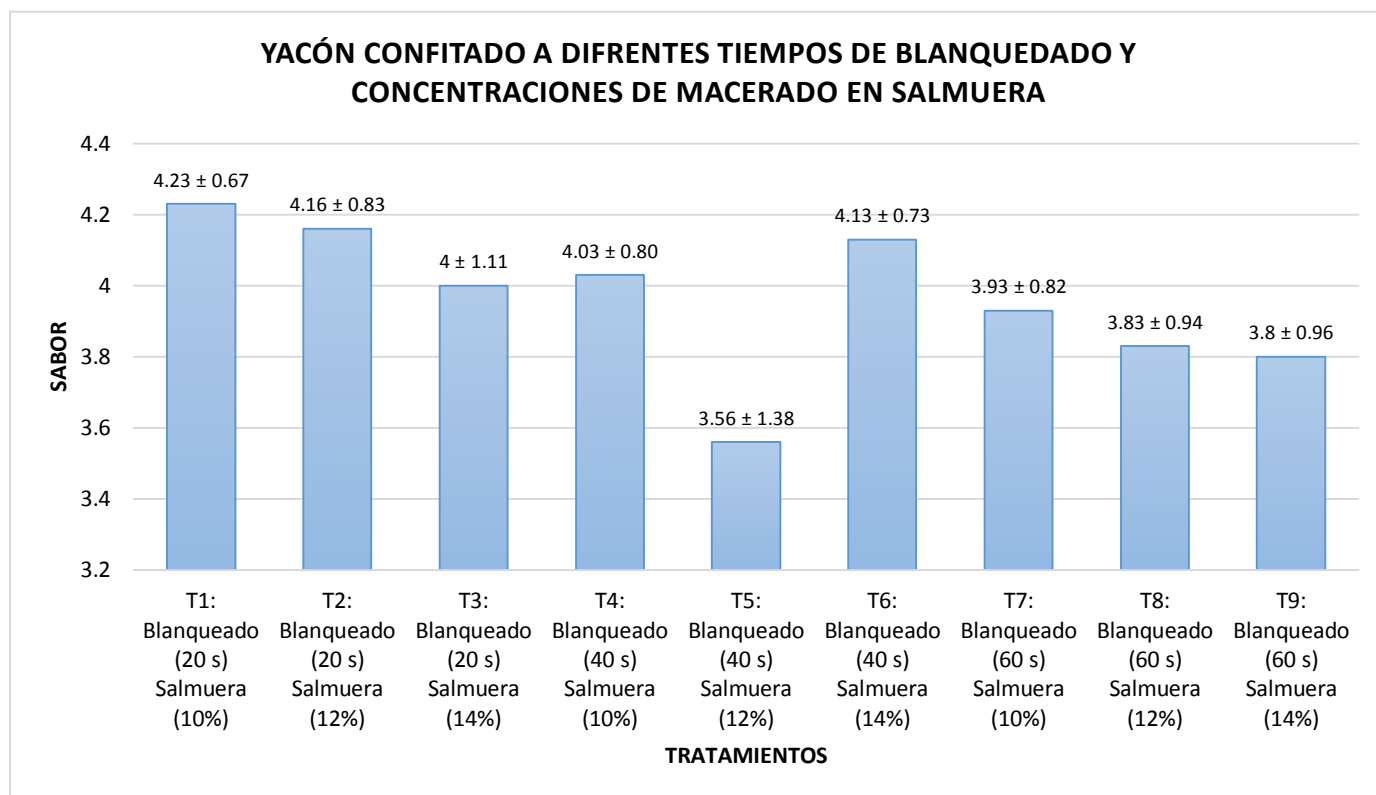
Gráfico de efectos individuales sobre sabor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 40 en el efecto del tiempo de blanqueado (gráfico izquierda) se muestra cómo varía el sabor según el tiempo de exposición al blanqueado (en valores codificados de -1 a 1), se observa una relación curvilínea a medida que el tiempo aumenta desde el nivel bajo (-1), el puntaje de sabor mejora (se mueve hacia valores numéricamente más bajos en el eje y representan una mejor calificación según la escala del gráfico). El valor máximo de sabor se alcanza cerca del nivel 0.5 o 0.75 superado ese punto, la curva empieza a descender levemente, lo que sugiere que un blanqueado excesivo podría empezar a degradar los atributos sensoriales del yacón. En cuanto al efecto de la concentración de salmuera (gráfico derecha) se analiza el impacto de la cantidad de sal utilizada, resenta una curvatura mucho más pronunciada (parabólica), esto indica que el sabor es muy sensible a esta variable el punto máximo esta definido cerca del nivel 0 (el punto central del diseño experimental). Al nivel bajo (-1) el sabor es bajo, posiblemente por falta de realce salino. En el nivel alto (1) el sabor vuelve a caer drásticamente, probablemente porque el producto se percibe demasiado salado. La concentración media es la ideal para maximizar la aceptación sensorial. Para obtener el mejor sabor en el yacón confitado se debe mantener la concentración de salmuera en el nivel medio (0). Es la variable más crítica; alejarse del centro penaliza fuertemente el sabor. Ajustar el tiempo de blanqueado hacia un nivel intermedio-alto (entre 0 y 0.5) asegura que el producto se suavice y estabilice sin perder sus propiedades.

Figura 41

Promedios de sabor en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 14 y la figura 41 se observa que el tratamiento T1 obtuvo la puntuación más alta con 4.23 aplicando 20 segundos de blanqueado y 10% de salmuera, es decir que un blanqueado corto y una concentración baja de sal es la combinación preferida por los jueces para resaltar el sabor del yacón confitado. Según el tiempo de blanqueado: a 20 segundos (T1-T3) los puntajes son altos (4.0 a 4.23) y el producto conserva mejor sus características organolépticas, a 40 segundos (T4-T6) hay una caída drástica en T5 (3.56), aunque T6 se recupera esto sugiere cierta inestabilidad en la percepción del sabor a este tiempo de exposición y a 60 segundos (T7-T9) se observa una tendencia decreciente constante, a medida que aumenta la salinidad con un blanqueado largo, el sabor es menos aceptado (baja de 3.93 a 3.80). En el blanqueado corto (20s) a menos sal, mejor sabor, en el blanqueado largo (60s) a menos sal, mejor sabor. El valor más bajo es T5 (3.56) lo que indica que a 40s de blanqueado con 12% de salmuera es la muestra menos agradable al paladar. Es importante notar que las desviaciones estándar son algo elevadas (en T5 con ± 1.38 y T3 con ± 1.11) esto indica que hubo opiniones muy divididas entre los catadores en esos tratamientos específicos; algunos pudieron disfrutarlo mucho mientras otros no, lo que resta consistencia al producto.

4.3.3. Olor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Tabla 17

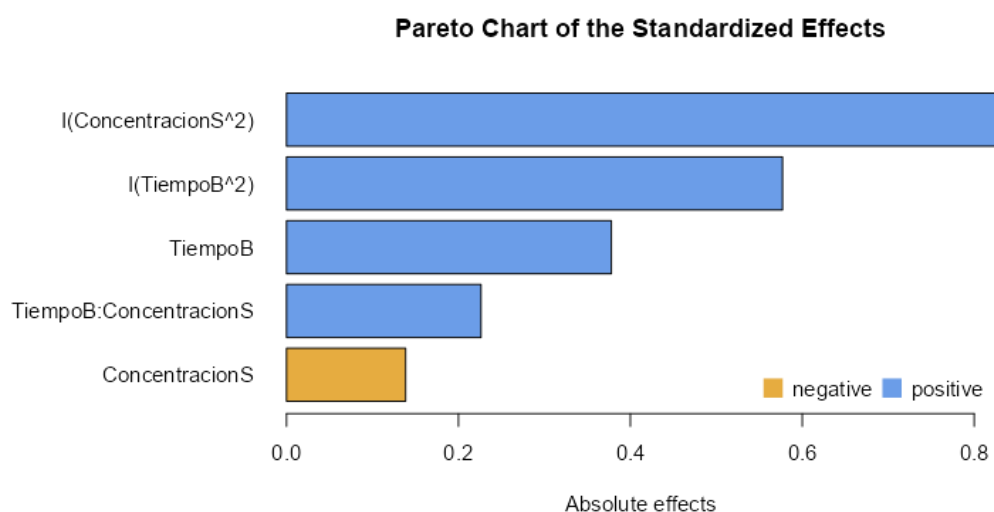
Análisis de varianza para olor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Fuente	Estimate	Std. Error	F Value	P Value
A: Tiempo de blanqueado	-0.0500	0.132	-0.378	0.709
B: Concentraciones de macerado en salmuera	0.0183	0.132	0.139	0.891
AB: Tiempo de blanqueado*Concentraciones de macerado en salmuera	0.0367	0.162	0.226	0.823

Nota. En la tabla 17 se observa el análisis de varianza para olor, donde ninguno de los factores de estudio fueron significativos ($p > 0.05$), es decir que ninguno ejerce efectos en las muestras de yacón confitado.

Figura 42

Gráfico de pareto estandarizado para olor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 17 y la figura 42 se observa que no existe significancia estadística para el factor tiempo de blanqueado, concentraciones de macerado en salmuera e interacción de ambos factores en el olor de las muestras de yacón confitado.

Un blanqueado bien controlado permite retener los compuestos volátiles que contribuyen al aroma natural del yacón, el tiempo de blanqueado es crucial para el olor

del yacón confitado porque inactiva las enzimas que causan el pardeamiento y la formación de aromas indeseables, un tiempo inadecuado genera en el producto un olor extraño, terroso o con matices poco agradables. El blanqueado es un tratamiento térmico que utiliza agua o vapor caliente para detener la actividad de enzimas como la polifenol oxidasa, ya que si estas enzimas no se desactivan, pueden causar la oxidación de los compuestos fenólicos del yacón, lo que produce el pardeamiento y olores anómalos durante el almacenamiento y procesamiento (Alfaro, 2017).

La concentración de salmuera es crucial en el olor del yacón confitado porque actúa como un potenciador de aromas. A través de un efecto osmótico, la sal modifica la estructura del yacón, lo que puede influir en la percepción de los compuestos volátiles que llegan a la nariz y al cerebro. Se dice que la sal tiene la capacidad de suprimir el amargor natural del yacón, un tubérculo que puede tener un ligero sabor amargo si no se procesa correctamente. Al bloquear estos receptores, la sal permite que los aromas más dulces, frutales, florales y acaramelados del yacón se liberen y se perciban con mayor facilidad (Bibas. et. al. 2020).

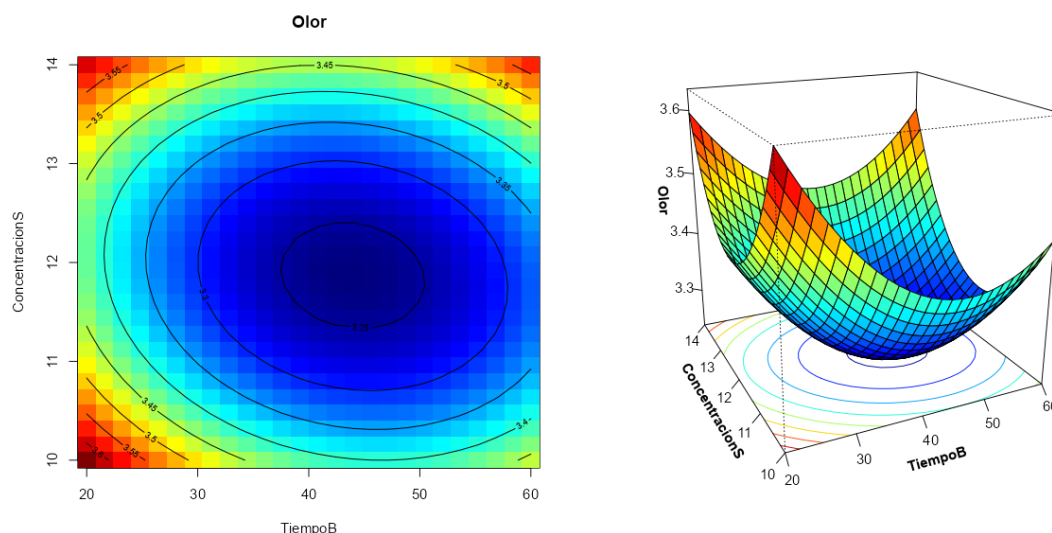
En referencia al olor o aroma en frutas confitadas debe ser agradable y que a su vez potencie la experiencia gustativa según lo citado por (Norma Técnica Peruana: 203.105 - fruta confitada). Yurivilca (2022) señala que para frutas confitadas de chayote, encontró un olor ideal para frutas confitadas utilizando salmueras de (10% 12 y 14%) estos resultados concuerdan con los resultados de nuestra investigación para yacón confitado, donde el tratamiento (T1) blanqueado por 20 segundos, con una concentración de salmuera del 10% obtuvo una mayor aceptabilidad en olor con una puntuación (3.63).

La ecuación que describe el modelo de superficie de respuesta estimado para olor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

$$\text{Olor} = 11.0607 - 0.0399 * \text{TiempoB} - 1.1708 * \text{ConcentraciónS} + 0.0003 * I(\text{TiempoB}^2) - 0.0476 * I(\text{ConcentraciónS}^2) + 0.009 * \text{TiempoB} * \text{ConcentraciónS} \quad (R^2 = 0.05).$$

Figura 43

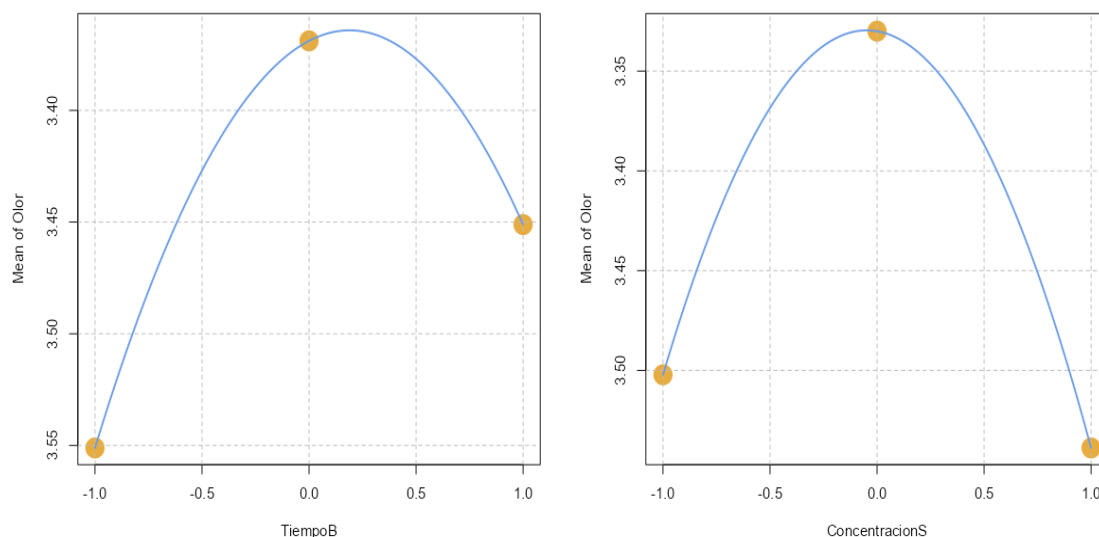
Gráfico de perfil y superficie de respuesta para olor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 43 se observa en el gráfico 3D de Superficie de respuesta (derecha) muestra una forma de "valle" o paraboloide, donde en el punto mínimo se observa una concavidad existe una combinación específica de tiempo y salmuera donde el olor alcanza su valor más bajo (aproximadamente 3.2). A medida que se aleja del centro hacia los extremos (muy poco tiempo/baja salmuera o mucho tiempo/alta salmuera), la intensidad del olor aumenta. En cuanto al gráfico 2D de perfil de contorno (izquierda) las líneas negras son isoclinas (puntos donde el olor es idéntico). En la zona óptima (azul oscuro) se encuentra en el centro del gráfico. Si se desea minimizar el olor (quizás para evitar olores fuertes no deseados), los valores ideales serían un tiempo de blanqueado entre 40 s y 60 s) y concentración de salmuera del 12%. Las zonas de mayor intensidad están en las esquinas superior izquierda e inferior izquierda (color rojo intenso) y muestran que con tiempos cortos (20s) y concentraciones extremas (10% o 14%), el olor es mucho más fuerte (> 3.55). Existe una interacción clara no basta con mirar un solo factor; el efecto del tiempo de blanqueado sobre el olor depende de cuánta salmuera se use. La región central (azul) es relativamente amplia, lo que sugiere que el proceso es robusto en torno a los valores medios (Tiempo 45s, Salmuera 12%), manteniendo el olor en niveles bajos y constantes.

Figura 44

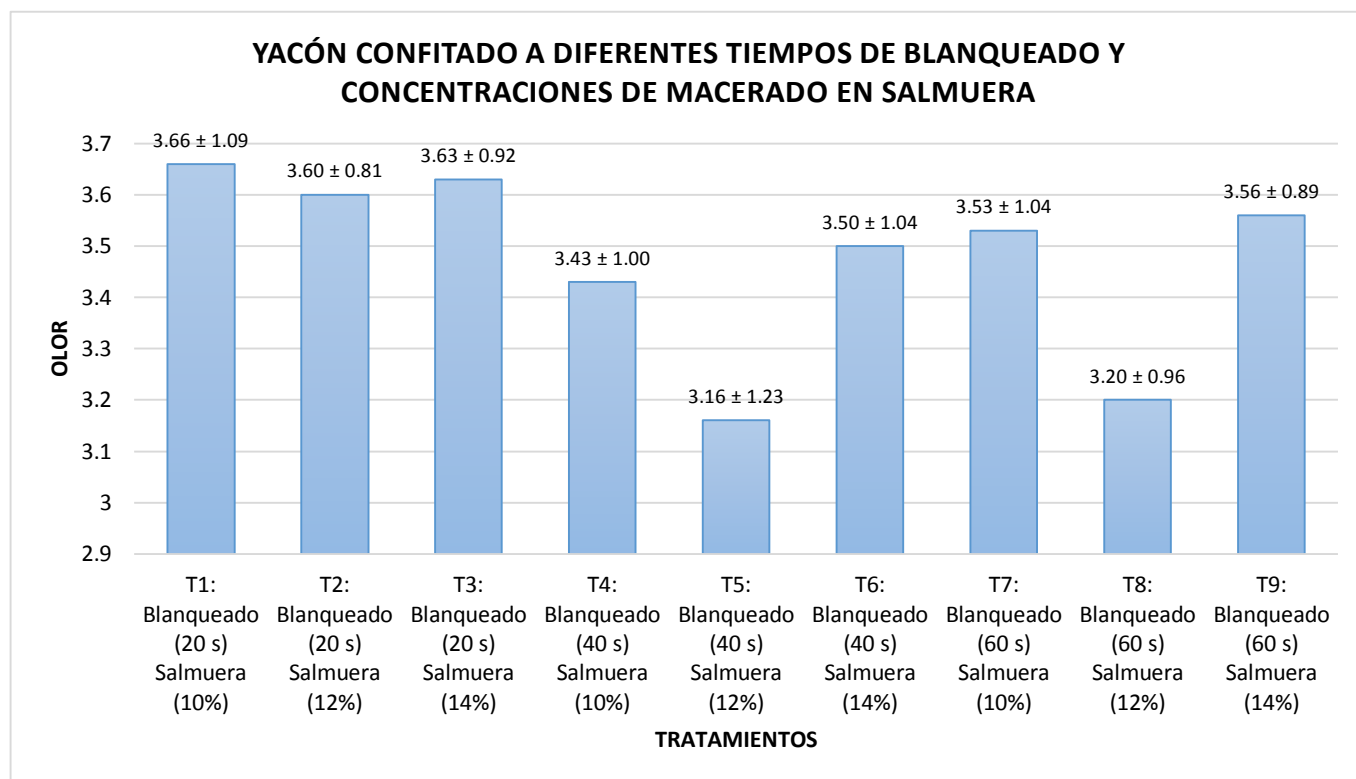
Gráfico de efectos individuales sobre olor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 44 se observa en lo referente al efecto del Tiempo de Blanqueado (Gráfico izquierda) muestra una relación curvilínea (parabólica). donde el punto óptimo o la mejor calificación para el olor no se encuentra en los extremos, sino cerca del punto central (0 en la escala codificada). La tendencia es que al aumentar el tiempo desde -1 hacia 0. el olor mejora significativamente, sin embargo, si el tiempo de blanqueado se extiende demasiado (hacia +1), la calidad del olor empieza a disminuir nuevamente, es decir que existe un tiempo de blanqueado intermedio que maximiza la aceptación del olor, posiblemente porque un blanqueado corto no elimina aromas indeseables y uno muy largo degrada los compuestos aromáticos propios del yacón. En referencia al efecto de la concentración de salmuera (gráfico derecha) muestra una respuesta cuadrática, pero más simétrica, donde el punto óptimo o pico máximo de la curva se sitúa casi exactamente en el nivel 0, se ve que la curva es más pronunciada que la del tiempo, esto sugiere que el olor es altamente sensible a la concentración de sal. Es decir que tanto una concentración muy baja (-1) como una muy alta (+1) no tienen un puntaje demasiado alto por parte de los panelistas en la percepción del olor. El nivel medio de salmuera parece ser el punto de equilibrio es decir se debe trabajar en los niveles intermedios (puntos centrales) de ambos factores para que resalten mejor los aromas del confitado en el yacón confitado. Un exceso o una falta de cualquiera de las dos variables resultará en un producto con menor calidad aromática.

Figura 45

Promedios de olor en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 14 y la figura 45 se observa que el tratamiento T1 (Blanqueado de 20 s y Salmuera al 10%) obtuvo la puntuación más alta con 3.66 esto sugiere que un tiempo de blanqueado corto y una concentración baja de salmuera preservan mejor las características aromáticas percibidas por los evaluadores. Podemos observar una tendencia general dependiendo del tiempo que el yacón estuvo en blanqueado: 20 segundos (T1, T2, T3): Presentan los promedios más altos y estables (entre 3.60 y 3.66). El calor breve parece ser suficiente para inactivar enzimas sin degradar los compuestos volátiles del olor, 40 segundos (T4, T5, T6). El tratamiento T5 (3.16), que es el punto más bajo de todo el gráfico y 60 segundos (T7, T8, T9): Los valores tienden a recuperarse ligeramente respecto a los 40s, pero siguen siendo inferiores a los de 20s. A los 20 segundos, la concentración de salmuera no afecta drásticamente el olor (la diferencia entre 10% y 14% es mínima), a los 40 y 60 segundos, se observa que los valores son más altos con 10% y 14%, pero caen cuando la salmuera está al 12% (T5 y T8). Esto indica que la combinación de tiempos largos con concentraciones medias de salmuera es la menos favorable para el olor.

4.3.4. Textura en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Tabla 18

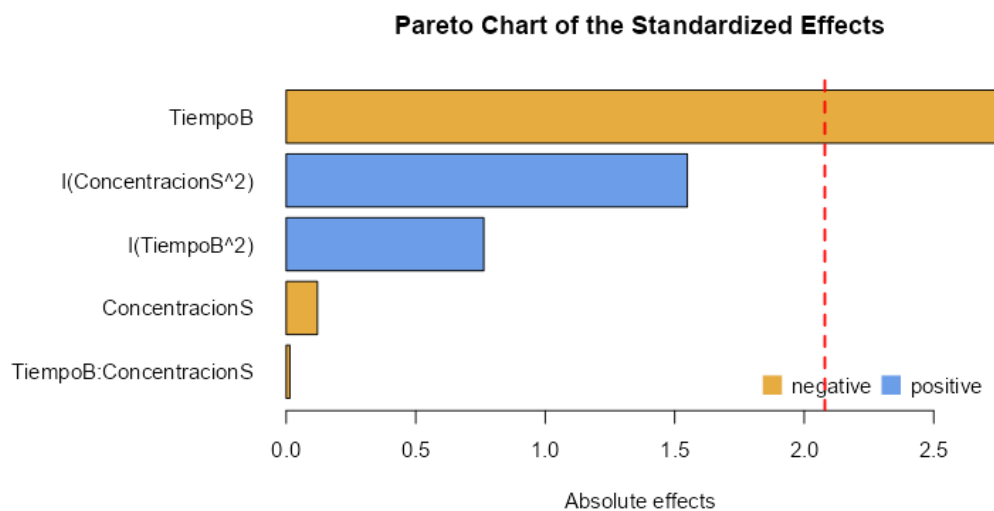
Análisis de varianza para textura en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

Fuente	Estimate	Std. Error	F Value	P Value
A: Tiempo de blanqueado	-0.26667	0.0967	-2.7572	0.012
B: Concentraciones de macerado en salmuera	-0.01167	0.0967	-0.1206	0.905
AB: Tiempo de blanqueado*Concentraciones de macerado en salmuera	-0.00167	0.1185	-0.0141	0.989

Nota. En la tabla 18 se observa el análisis de varianza para textura, donde el único factor significativo fue el factor A (Tiempo de blanqueado) ($p < 0.05$) es decir que este factor ejerce un efecto en las muestras de yacón confitado.

Figura 46

Gráfico de pareto estandarizado para textura en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 18 y la figura 46 se observa significancia estadística para el factor tiempo de blanqueado en la textura de las muestras de yacón confitado.

El proceso de blanqueado ablanda los tejidos del yacón, lo que puede mejorar la textura final del confitado, facilitando de esta forma la entrada del jarabe de confitado en las células, logrando una textura más suave y uniforme. Un blanqueado excesivo da como

resultado en un producto final muy blando o pastoso que pierde su forma. Un tiempo de blanqueado demasiado corto puede dejar el yacón duro o con una textura fibrosa, lo que no es deseable en un producto confitado (Chagua, 2023).

Una mayor concentración de salmuera conduce a un producto final con menos agua, con una textura más firme y un sabor más dulce y concentrado, la concentración de salmuera bien controlada mantiene la firmeza del yacón, evitando que se deshaga durante el proceso de cocción en el almíbar, si la concentración de salmuera es demasiado concentrada, podría endurecerlo sucesivamente. Una mayor concentración de salmuera favorece el retiro de agua del yacón confitado, resultando con una textura más firme y un producto más denso. Una concentración inadecuada de salmuera origina un producto sea demasiado blando o pastoso, por eso lo ideal es tener un producto confitado de textura firme permite una mejor liberación de aromas y compuestos volátiles al masticar (Alvarado, Cabrera y Delgado, 2020).

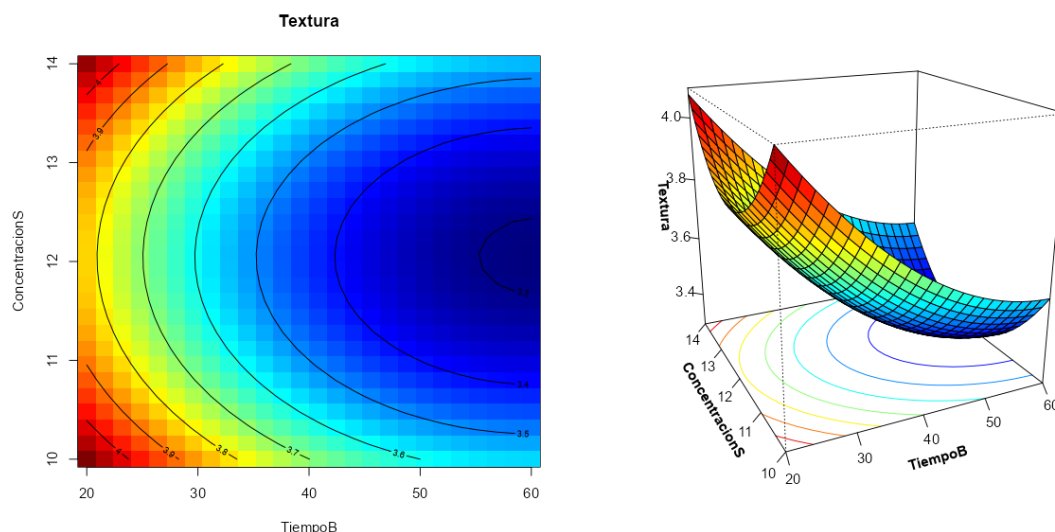
La textura ideal en frutas confitadas debe ser firme pero suave, es decir debe ser firme al tomarla, pero blanda y con un "crujiente" característico al masticar y su tamaño debe ser uniforme y adecuado para su uso (Norma Técnica Peruana: 203.105 - fruta confitada). Yurivilca (2022) obtuvo una buena textura en frutas confitas de chayote aplicando salmueras del (12%) estos resultados difieren a los obtenidos en nuestra investigación, sin embargo son similares a los obtenidos por Chávez (2021) obtuvo una buena textura para frutas confitadas con salmueras del (10% y 12%) ya que según los resultados obtenidos en nuestra investigación la mayor aceptabilidad sensorial para textura en yacón confitado se encontró en (T1) blanqueado por 20 segundos con salmuera del 10% con una puntuación de (4.23).

La ecuación que describe el modelo de superficie de respuesta estimado para textura en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera:

$$\text{Textura} = 13.8637 - 0.0384 * \text{TiempoB} - 1.5608 * \text{ConcentraciónS} + 0.0003 * I(\text{TiempoB}^2) + 0.0649 * I(\text{ConcentraciónS}^2) + 0.0000 * \text{TiempoB} * \text{ConcentraciónS} \quad (R^2 = 0.335).$$

Figura 47

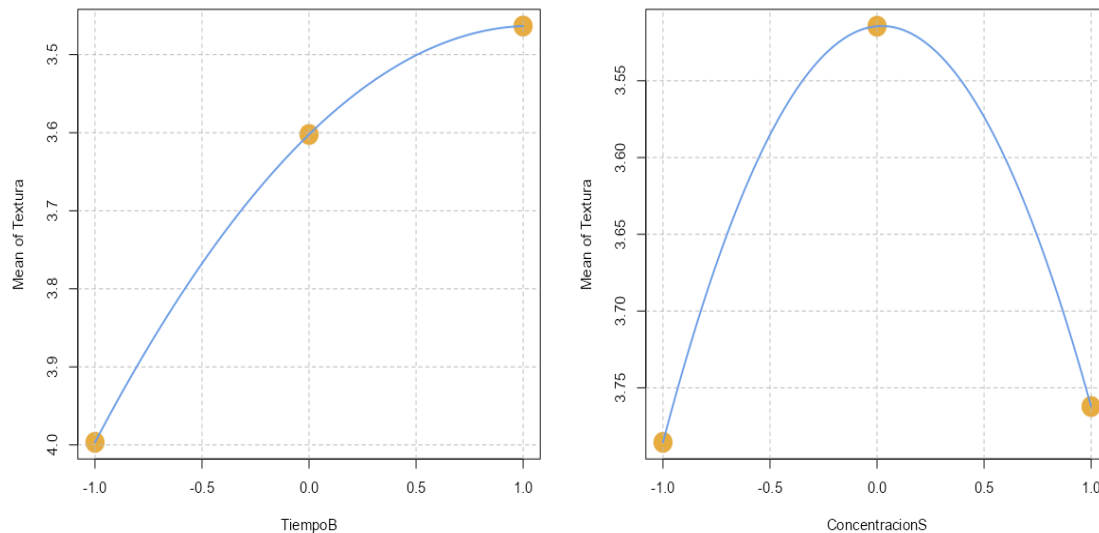
Gráfico de perfil y superficie de respuesta para textura en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 47 se observa en referencia al gráfico 3D de superficie de respuesta (derecha), de acuerdo al efecto del tiempo de blanqueado que es el factor más influyente. A medida que el tiempo de blanqueado aumenta de 20 a 60, la textura disminuye drásticamente. Esto es lógico, ya que un blanqueado prolongado suele ablandar los tejidos vegetales. El efecto de la concentración de salmuera tiene un efecto cóncavo, donde la textura parece ser más alta en los extremos (10% y 14%) y disminuye ligeramente hacia el centro del diseño (cerca del 12%), aunque este efecto es menos pronunciado que el del tiempo. El punto de menor textura se observa una "fosa" o región de valores mínimos (color azul oscuro) cuando el tiempo de blanqueado es máximo (60) y la concentración de salmuera está en un nivel intermedio (aprox. 12%). En la interpretación del gráfico 2D de superficie de contorno (Gráfico de la izquierda) se observan que las líneas negras (isolineas) conectan puntos donde la textura es idéntica. La zona crítica (rojo intenso) se encuentra en el extremo inferior izquierdo, donde a un tiempo de blanqueado corto (20) y una concentración de salmuera baja (10) producen la textura más alta (valor > 4.0). Las líneas están más juntas al inicio del eje X, lo que significa que un pequeño cambio en el tiempo de blanqueado provoca un cambio rápido en la textura. Si se desea una textura firme se debe usar tiempos de blanqueado cortos, cercanos a 20, independientemente de la salmuera. Si se desea una textura suave se debe usar tiempos de blanqueado largos, cercanos a 60.

Figura 48

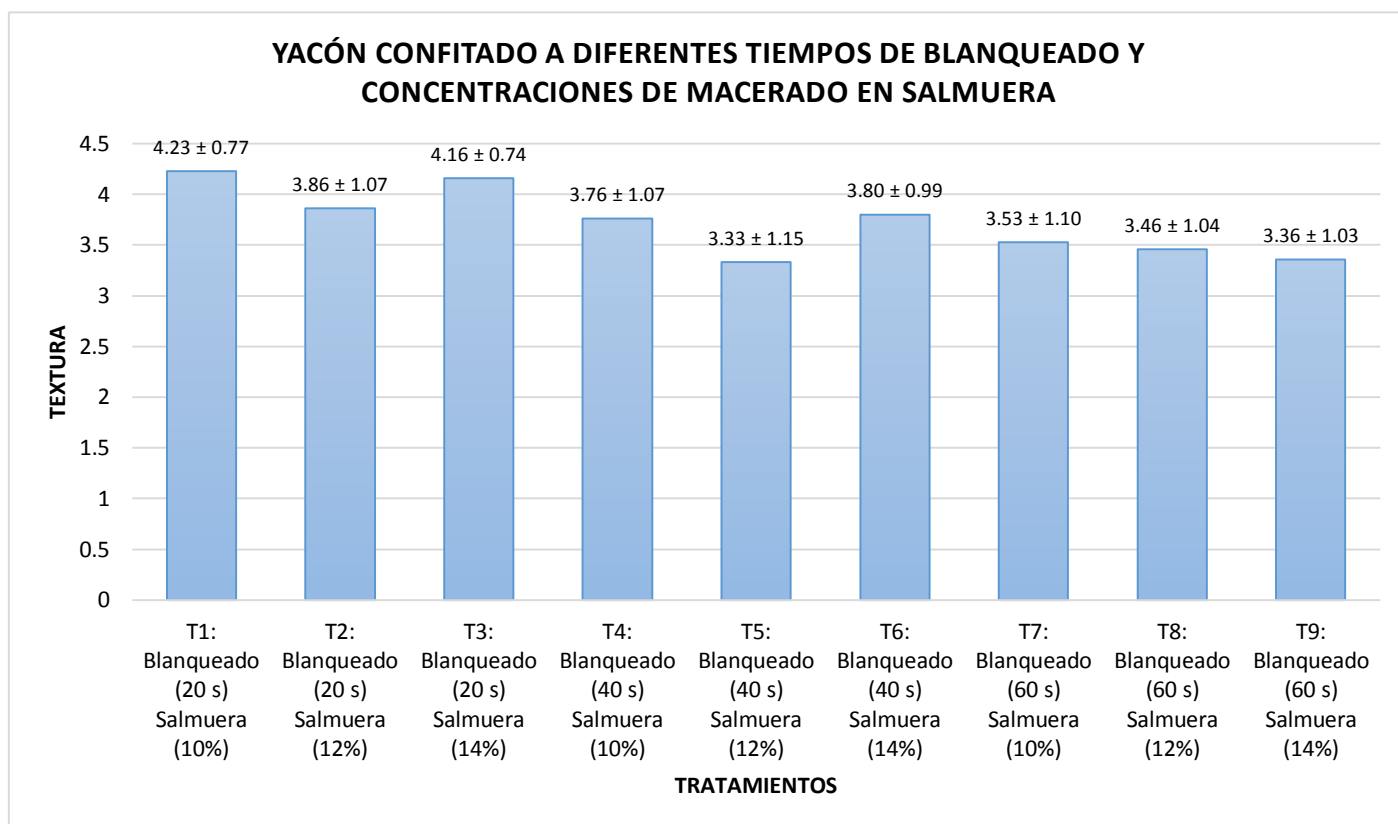
Gráfico de efectos individuales sobre textura en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. En la figura 48 se observa en cuanto al efecto del tiempo de blanqueado muestra una relación curvilínea ascendente (según la escala del eje Y). A medida que aumenta el tiempo de blanqueado (de -1 a 1 en valores codificados), el valor de la textura se desplaza de 4.0 hacia aproximadamente 3.45. El blanqueado prolongado ablanda o modifica la estructura celular del yacón. Si el objetivo es una textura más suave, un tiempo mayor es efectivo; sin embargo, la curva comienza a estabilizarse al llegar al nivel 1, sugiriendo un punto de saturación en el efecto. En cuanto al efecto de la concentración de salmuera este gráfico presenta una forma de parábola (efecto cuadrático) muy marcada, donde el punto óptimo o valor máximo (o mínimo, según la escala) de la textura se alcanza en el nivel 0 (el punto medio de la concentración evaluada) esto quiere decir que tanto en concentraciones bajas (-1) como altas (1), los valores de textura son similares (cerca de 3.75 - 3.80). La concentración media (0) produce el cambio más significativo en la textura (llegando a ~3.52) esto puede deberse a que existe un efecto sinérgico o de presión osmótica que alcanza su mayor impacto en la firmeza del tejido en el punto medio, concentraciones extremas de salmuera parecen no ser tan efectivas para modificar la textura como el nivel intermedio. Para obtener un valor de textura cercano a 3.5, se recomienda un aplicar un tiempo de blanqueado alto (1) y una concentración de salmuera media (0).

Figura 49

Promedios de textura en 9 muestras de yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera



Nota. De la tabla 14 y la figura 49 se observa que el tratamiento ganador con el valor más alto en referencia a la mejor textura fue T1 (4.23 ± 0.77), que corresponde a un blanqueado corto de 20 segundos con baja salinidad del 10% de salmuera, esto sugiere que un procesamiento térmico breve conserva mejor las propiedades estructurales del yacón, evitando que se ablande demasiado. Se observa una tendencia negativa: a mayor tiempo de blanqueado, la puntuación de la textura tiende a disminuir: a 20 segundos (T1-T3) los promedios son los más altos (rango de 3.86 a 4.23), a 40 segundos (T4-T6): Los valores caen a un rango intermedio (3.33 a 3.80) y a 60 segundos (T7-T9): Se registran las puntuaciones más bajas de forma consistente (3.36 a 3.53). El blanqueado prolongado degrada las pectinas de la pared celular del yacón, resultando en una textura más suave o menos preferida sensorialmente. El efecto de la concentración de salmuera es menos lineal que el del tiempo de blanqueado: en el grupo de 20s, el aumento de sal (12%) redujo la nota, pero volvió a subir al 14%, en el grupo de 40s se observa que el tratamiento T5 (12%), que es el punto más bajo de todo el gráfico (3.33). En general, la salmuera al 10% parece ofrecer resultados más estables o altos cuando el tiempo de blanqueado es corto.

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó los parámetros físicoquímicos: donde el tratamiento: “T9” (blanqueado a 60 segundos con 14% de concentración de macerado en salmuera) obtuvo el menor valor de humedad con (13.80 %) y el mayor nivel de acidez titulable con (0.134%).
- Se determinó la aceptabilidad sensorial donde el tratamiento “T1” (blanqueado a 20 segundos con 10% de concentración de macerado en salmuera) obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial con valores promedio en color (4.56), sabor (4.23), olor (3.66), y textura (4.23).

5.2. Recomendaciones

- Estandarizar y establecer parámetros específicos de dureza y adhesividad en yacón confitado mediante un análisis de perfil de textura (TPA) y ver como las concentraciones de salmuera y los tiempos de blanqueado afectan la firmeza final de la pulpa.
- Realizar un estudio de útil del yacón confitado que considere las condiciones de almacenamiento y garantice su calidad, evitando una cristalización inadecuada del azúcar, una degradación celular prematura e inhibiendo el crecimiento microbiano en el producto.
- Elaborar productos confitados utilizando otras variedades de yacón, otros tipos de tubérculos, experimentando con nuevas concentraciones de salmuera y tiempos de blanqueado y realizar una comparación de resultados con los obtenidos en esta investigación.
- Incorporar el yacón confitado y ver si podría actuar como un ingrediente con actividad antioxidante por los compuestos fenólicos que posee contribuyendo a la estabilidad oxidativa en productos de panadería como panetones o bizcochos durante su almacenamiento.

CAPÍTULO VI

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, J. (2017). *“Conservación de papaya verde (Carica papaya), salmuerizada en trozos para fruta confitada”*. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 120 p.
- Alvarado, Y. Cabrera, G y Delgado, L (2020). *“Obtención de fruta confitada de papaya (carica papaya) por deshidratación osmótica y secado con aire caliente”*. Universidad Autónoma de Nicaragua.
- Barbosa, C. y Vega, H. (2020). *“Deshidratación de alimentos”*. Editorial Acribia. Zaragoza. 297 p.
- Barceló, J. Nicolás, G. Sabater, B. y Sánchez, R. 2021. *“Fisiología vegetal”*. Editorial Pirámide. Madrid, España. 566 p.
- Berk, Z. (2023). *“Dehydration. Food Process Engineering and Technology”*. Second Edition. Academic Press. p. 511-566.
- Bibas, E. Meson, O., De Moreno, A. Dogi, A. Chaves, S. Kortsarz, A. Grau, A. y Perdigón, G. (2020). *“Prebiotic effect of yacón (Smallanthus sonchifolius) on intestinal mucosa using a mouse model. Food and Agricultural Immunology”*, 21(2), 175-189.
- Braverman, J. (2021). *“Introducción a la bioquímica de los alimentos”*. Barcelona, España. Edit. Omega. 358 p.
- Bristhar. (2021). *“Aditivos alimenticios”*. Recuperado de: <http://www.bristhar.com.ve/acidocitrico.html>
- Brown, M. (2021). *“Food and Beverage Stability and Shelf Life”*. Kilcast, D; Subramaniam, P. eds. UK, Woodhead Publishing. p. 184-242.
- Chagua, R. (2023). *“Elaboración de fruta confitada”*. EAP Industrias recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/145926766/Fruta-Confitada>

- Chávez, M. (2021). *“Obtención de parámetros tecnológicos para la elaboración de fruta confitada de corazón (endocarpio) de piña (Ananas comusus) variedad golden (hibrido md-02)”*. (Tesis de pregrado inédita). Tingo María – Perú. Recuperado de: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1260/CHAM_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Charley, H. (2017). *“Tecnología de Alimentos”*. Primera Edición Limusa. S.A. México.
- Cheftel, J. C. Cheftel, H. (2019). *“Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos”*. Zaragoza, España. Edit. Acribia. 333 p.
- Chirife, J. (2022). *“Principios de deshidratación osmótica”*. Food. Technology. Vol15 No 59. p.161 -179.
- Choque, G., Silva, W., Tamashiro, C., Maróstica, R., y Pastore, G. (2022). *“Yacón (Smallanthus sonchifolius): A Functional Food. Plant Foods for Human Nutrition”*, 68(3), 222-228.
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2023).
- Díaz, E. y Medrano, R. (2024). *“Elaboración de frutas confitadas a partir de la cascara de naranja y su incidencia en las características organolépticas del producto en el period de Abril a Octubre del 2024 en la Carrera de Ingeniería en Alimentos de la ULEAM EXTENSIÓN CHONE”*. Manabí – Ecuador.
- Domínguez y Moreno, (2021). *“Influencia del pH y de las concentraciones de salmueras y almibares en el proceso de confitado de nabo (Brassica napus) y sábila (Aloe vera)”*. Lima – Perú. Pp. 76 – 80.
- Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., Torre, M., Weigend, M., y Flores, D. (2019). *“Siete especies de plantas vasculares de importancia económica en el Perú”*: Fichas botánicas. Arnaldoa, 20(2), 359-432.
- Eguzquiza, J. (2022). *“Elaboración de jaleas, mermeladas, fruta confitada”*. Rev. Tropicultura. Vol. 2. No 1 UNAS. Tingo María, Perú. Pp..1 03- 122
- FAO. (2016). *“Manuales para Educación Agropecuarias. Elaboración de frutas y hortalizas”*. 1 ra Edic. México. Edit. Trillas S.A. 182 p.

- Fellows, P. (2020). *“Food Processing Technology”*: Principles and Practice. Second Edition. CRC Press.
- Fiorentini, M. Kinchla, A y Nolden, A. (2020). *“Role of Sensory Evaluation in Consumer Acceptance of Plant-Based Meat Analogs and Meat Extenders”*: A Scoping Review. *Foods* 9(9): 1334-1349. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9091334>.
- García, C. (2022). *“Elaboración de fruta confitada a partir de la cáscara de naranja y zapallo”*. Tesis.Ing. Ind. Alim.Lima,Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 146 p.
- Genta, S., Cabrera, W., Habib, N., Pons, J., Carillo, M., Grau, A., y Sánchez, S. (2019). *“Yacón syrup: beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. Clinical Nutrition”*, 28(2), 182-187.
- Gianola, C. (2018). *“La industria de la fruta seca en almíbar y confitada”*. España.Edit. Reverté S.A. 168 p
- Graefe, S., Hermann, M. Manrique, I. Golombek, S. Buerkert, A. (2020). *“Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacón roots in the Peruvian Andes”*. *Field Crops Research*, 86(2-3), 157-165.
- Heldman, D. y Hartel, R. (2017). *“Principles of Food Processing”* USA, Aspen Publishers.
- Hermann, M. Freire, I. y Pazos C. (2021). *“Compositional diversity of the yacón storage root. In: Impact on a changing world”*. Program Report. The International Potato Center (CIP), Lima, Perú, pp. 425-432.
- Hii, CL y Law, CL. (2016). *“Product Quality Evolution During Drying of Foods”*, Vegetables and Fruits. *Drying of Foods, Vegetables and Fruits*. Jangam, SV, Law, CL; Mujumdar, AS. eds. v. 1, p. 125-144.
- Ibarz, A. y Barbosa, G. (2022). *“Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos”*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 865 p.
- Jangam, S. y Mujumdar, A. (2021) *“Basic Concepts and Definitions. Drying of Foods, Vegetables and Fruits”*.

- Jangam, S. Law, CL. Mujumdar, A. Khatun, M. Sultana, N. Rahman, M. y Ashadusjaman, M. (2017). “*Effect of blanching time on nutritional quality of bush bean at different pod age stages. Journal of Soil and Nature*”. Pp. 1(1): 15–21.
- Juvasa. (2018). “*Técnicas de conservación/El azúcar como conservante*”. Recuperado de: <https://www.juvasa.com/es/blog/el-azucar-comoconservante>.
- Krokida, M. y Maroulis, Z. (2019). “*Effect of Microwave Drying on Some Quality Properties of Dehydrated Products. Drying Technology*” 17(3): 449-466.
- Lees, R. (2018). “*Análisis de alimentos*”. Zaragoza, España, Acribia S.A. 288 p.
- Lobo, A., Colli, C., Alvares, E., y Filisetti. (2021). “*Effects of fructans-containing yacón (Smallanthus sonchifolius Poepp y Endl.) flour on caecum mucosal morphometry, calcium and magnesium balance, and bone calcium retention in growing rats*”. British Journal of Nutrition, 97(4), 776-785.
- Luck, E. (2021). “*Conservación química de alimentos*”. Zaragoza, España. Edit. Acribia S.A. 243 p.
- Mecabe, K. y Smith, L. (2019). “*Operaciones básicas de Ingeniería química*”. Volumen 11. España. Edit. Reverté S.A. 286 p.
- Maldonado, S., Luna, P., Martinez, V., Villatarco, M., y Singh, J. (2020). “*Producción y comercialización de yacón (Smallanthus sonchifolius) en comunidades rurales del noroeste Argentino*”. Agroalimentaria, 26, 119-125.
- Manfugás, J. (2020). “*Evaluación sensorial de los alimentos*”. Editorial Universitaria (Cuba).
- Manrique, I., Hermann, H., Bernet, B. (2021). “*Yacón - Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP)*”. Lima, Perú. Consultado enero 2015. Reportado en www.cipotato.org/artc/cipcrops/fichatecnicayacon.pdf

- Manrique, I.; Párraga, A. y Hermann, M. (2021). *“Jarabe de yacón: Principios y Procesamiento. Perú, Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Fundación Erbacher, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. 31 p. (Serie Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos”*: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003), no. 8A).
- Mettler, S. y Weibel, E. (2018). *“Osmolality, pH, and titratable acidity of sports drinks on the Swiss market”*. Swiss Sports y Exercise Medicine, 66(4), 56-63
- Mohanthy, K., Jha, M., Meikap, B., Biswas, M. (2022). *“Preparation and Characterization of Activated Carbons from Terminalia arjuna nut with Zinc Chloride Activation for the Removal of Phenol from Wastewater”*. Industrial y Engineering Chemistry Research, 44(11), 4128-4138.
- Navarrete, S. (2022). *“Elaboración de papaya (Carica Papaya), por deshidratación osmótica”* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. UNAN-León.
- NTP 203.105:1985 (revisada el 2012 y el 2017) FRUTA CONFITADA.
- Panadés, A. Núñez, D. y Acosta, V. (2019). *“Deshidratación osmótica de mango a diferentes condiciones de vacío pulsante. ciencia y tecnología de alimentos”* vol. 12, no. 2, 2002. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Parra, R. (2023). *“Efecto del té verde (Camellia sinensis L.) en las características fisicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogurt durante el almacenamiento bajo refrigeración”*. @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. Pp. 53 – 64.
- Peryam, D. y Pilgrim, F. (2022). *“Hedonic scale method of measuring food preferences”*. Food Technology. Massachusset – USA. Pp. 11.
- Piqueras-Fizman, B. y Spence, C. (2022). *“Sensory expectations based on productextrinsic food cues: An interdisciplinary review of the empirical evidence and 68 theoretical accounts”*. Food Quality and Preference 40: 165-179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.09.013>

- Potter, N. (2018). *“La ciencia de los alimentos”*. México. Edit Harla S.A. 465p.
- Ramírez, C. (2024). *“Obtención de fruta confitada de melón (Cucumis melo) mediante el método de deshidratación osmótica basado en los parámetros establecidos por la NTP 203.105”*. Piura – Perú.
- Ranken, M. (2023). *“Manual de la Industria de los Alimentos”*. Segunda Edición, Editorial. Acribia. España.
- Rodríguez, C. (2019). *“Obtención de fruta confitada de beterraga por el método del proceso lento”*. Tesis.Ing. Ind. Alim. Lima, Perú Universidad Nacional Agraria. La Malina. 132 p.
- Romaní, Y. (2022). *“Tecnología de los alimentos”*. Recuperado 14 de abril de 2019, de: <https://es.slideshare.net/yulianyromaniflores1/inf-frutaconfitada-tecno-ii>
- Saca, L. (2023). *“Evaluación de cuatro frutas confitadas: banano, papaya, mango y toronche procedentes del cantón Puyango provincia de Loja”*. Perú. Pp. 34 – 46
- Sánchez, E. (2021). *“Evaluación de los factores que afectan la velocidad del confitado y obtención de fruta confitada a partir del nabo”*. Tesis.Ing. Ind. Alim. Universidad Nacional Agraria La Malina. 142 p.
- Seminario, J., Valderrama, M., Manrique, I. (2021). *“El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP)”*, Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Lima, Perú.
- Simonovska, B., Vovk, I., Andrenšek, S., Valentová, K., y Ulrichová, J. (2020). *“Investigation of phenolic acids in yacón (Smallanthus sonchifolius) leaves and tubers. Journal of Chromatography A”* 1016(1), 89-98.
- Singh-Ackbarali, D. y Maharaj, R. (2022). *“Sensory Evaluation as a Tool in Determining Acceptability of Innovative Products”* Developed by Undergraduate Students in Food Science and Technology at The University of Trinidad and Tobago. Journal of Curriculum and Teaching 3(1): 10-27. DOI: <http://dx.doi.org/10.5430/jct.v3n1p10>

- Sharif, M. Butt, M. Sharif, H. y Nasir, M. (2017). “*Sensory Evaluation and Consumer Acceptability. In Handbook of Food Science and Technology*”. London, United Kingdom, John Wiley y Sons. p. 361-386.
- Scher, C. (2019). “*Estudo do branqueamento e da secagem mediante ar quente do yacon (Smallanthus sonchifolius)*”. Tese Mg. Sc. Porto Alegre, BR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 75 p.
- Stone, H. y Sidel, J. (2021). “*Sensory Evaluation Practices*” 2nd edition. San Diego, CA, USA, Academic Press Inc. 374 p.
- Trivedi, A. Sutar, N. y Thorat, B. (2021). “*Use of Drying in Processing of Functional Foods. Drying of Foods, Vegetables and Fruits*”. Jangam, SV, Law, CL; Mujumdar, AS. eds. v. 2, p. 137-158.
- Villavicencio, J. et. al. (2017). “*Elaboración de Fruta Confitada*”. Universidad Nacional Federico Villareal. Facultad de Ingeniería Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.
- Disponible:<https://es.scribd.com/document/459118293/PRACTICA-N1-ELABORACION-DE-FRUTA-CONFITADA>
- Yurivilca, C. (2022). “*Obtención de fruta confitada a partir del Chayote (Sechium edule L.)*”. Tingo María – Perú.

CAPÍTULO VII

VII. ANEXOS

ANEXO 1

Ficha de evaluación sensorial para yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

PRODUCTO: “YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.) CONFITADO”

NOMBRE:FECHA:

Instrucciones:

Observe y pruebe cada muestra de yacón confitado; yendo de izquierda a derecha como aparece en la cartilla. Indique el grado en que le gusta o le desagrada, en función al: **color, sabor, olor y textura** luego marca una (X) en la línea correspondiente a las palabras apropiadas en cada columna de código; no olvide tomar agua luego de la degustación de cada muestra. Las muestras son nueve (9) muestras de yacón confitado, las cuales están codificadas de la siguiente manera: (T₁ , T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, T₉).

En el siguiente cuadro usted tiene de forma detallada el puntaje, la categoría y el significado correspondiente para ser aplicado para la evaluación de cada atributo:

Características	Puntuación	Categoría	Significado
COLOR	5	Me gusta mucho	Muestra un color claro, brillante, transparente y se ve de manera uniforme.
	4	Me gusta	Tiene un color ligeramente oscuro y es transparente y uniforme.
	3	No me gusta ni me disgusta	Tiene un color oscuro, pero muestra transparencia.
	2	Me disgusta	Su color es oscuro y muestra una ligera transparencia.
	1	Me disgusta mucho	Tiene un color oscuro o marrón, no es transparente ni tiene brillo.
SABOR	5	Me gusta mucho	Tiene un sabor muy agradable, dulzor equilibrado y notas a miel o caramelo.
	4	Me gusta	Tiene un sabor agradable aportando toques frutales propios del yacón.
	3	No me gusta ni me disgusta	Muestra un ligero sabor terroso que se equilibra bien con el dulzor.
	2	Me disgusta	El sabor tiene ciertas notas amargas y un exceso de humedad.
	1	Me disgusta mucho	Se perciben notas terrosas demasiado fuertes y una dulzura excesiva.
OLOR/AROMA	5	Me gusta mucho	Tiene un aroma intenso, dulce y frutal, con notas claras a miel y caramelo.
	4	Me gusta	Se percibe bien el aroma característico a yacón con un dulzor agradable.
	3	No, me gusta ni me disgusta	Muestra un aroma algo apagado o insípido.
	2	Me disgusta	Se percibe un aroma muy dulce, como un caramelo muy concentrado.
	1	Me disgusta mucho	Se percibe cierto olor a fermentado o una dulzura empalagosa.
TEXTURA	5	Me gusta mucho	Textura jugosa, suave, equilibrada y agradable.
	4	Me gusta	Su consistencia es uniforme, sin partes demasiado duras o blandas.
	3	No, me gusta ni me disgusta	Su textura es ligeramente pegajosa, pero masticable.
	2	Me disgusta	Su textura es pegajosa o gomosa, difícil de masticar y se adhiere a los dientes.
	1	Me disgusta mucho	Muestra una textura demasiado dura o cristalizada.

EVALUACIÓN SENSORIAL – “YACÓN CONFITADO”											
Características	Puntuación	Categoría	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
COLOR	5	Me gusta mucho									
	4	Me gusta									
	3	No me gusta ni me disgusta									
	2	Me disgusta									
	1	Me disgusta mucho									
SABOR	Puntuación	Categoría	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
	5	Me gusta mucho									
	4	Me gusta									
	3	No me gusta ni me disgusta									
	2	Me disgusta									
	1	Me disgusta mucho									
OLOR	Puntuación	Categoría	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
	5	Me gusta mucho									
	4	Me gusta									
	3	No me gusta ni me disgusta									
	2	Me disgusta									
	1	Me disgusta mucho									
TEXTURA	Puntuación	Categoría	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
	5	Me gusta mucho									
	4	Me gusta									
	3	No me gusta ni me disgusta									
	2	Me disgusta									
	1	Me disgusta mucho									

ANEXO II

Datos de contenido de humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

N° Evaluaciones	Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado		
	20 segundos			40 segundos			60 segundos		
	T1 (Salmuera al 10%)	T2 (Salmuera al 12%)	T3 (Salmuera al 14%)	T4 (Salmuera al 10%)	T5 (Salmuera al 12%)	T6 (Salmuera al 14%)	T7 (Salmuera al 10%)	T8 (Salmuera al 12%)	T9 (Salmuera al 14%)
1	20.79	29.3	26.27	39.48	10.98	25.44	15.91	18.79	9.46
2	22.85	31.27	26.92	39.9	14.29	27.24	15.1	19.92	12.5
3	26.53	33.75	29.5	42.21	13.09	27.71	21.36	22.12	14.66
4	25.6	37.18	31.82	38.1	18.24	31.84	22.24	23.62	16.34
5	43	26.01	23.55	34.54	42.8	10.62	24.88	20.71	19.09
6	41.22	24.95	18.35	30.97	39.07	19.73	22.05	20.79	14.02
7	43.2	25.56	23.53	29.99	42.66	42.36	25.1	20.16	19.98
8	42.82	23.33	22.53	32.84	40.77	42.46	24.08	20.73	11.6
9	43.6	25.74	22.88	36.67	41.7	23.51	30.97	20.1	17.17
10	40.55	31	15.49	30.28	38.3	24.35	17.32	25.95	11.38
11	40.22	31.15	17.13	29.97	38.61	26.45	17.32	19.78	11.86
12	40.67	32.88	16.88	30.24	38.86	27.48	18.45	21.01	12.12
13	41.76	32.34	14.4	30.38	38.39	27	18.05	20.41	12.1
14	42.8	42.42	23.89	31.47	40	29.31	21.03	23.48	16.09
15	40.54	37.81	20.93	28.74	40.08	29.24	21.82	24.31	16.12
16	39.9	16.65	19.9	29.19	36.16	27.34	18.03	21.62	13.64
17	38.52	31.51	27.91	28.59	36.16	27.5	17.68	20.8	13.37
18	39.48	30.21	27.16	28.86	39.8	33.72	18.55	23.04	13.8
19	39.55	31.31	31.87	30.32	15.4	27.97	20.1	23.58	10.72
20	42.48	35.67	31.54	36.7	18.4	26.87	22.53	17.65	20.79
21	46.03	39.51	32.61	43.61	20.91	30.49	22.53	26.35	18.08
22	22.23	31.34	27.77	40	12.98	25.8	16.81	17.53	9.57
23	20.06	31.51	26.8	39.51	15.71	26.48	16	18.13	11.17
24	31.61	34.89	30.6	28.63	18.41	29.07	21.8	24.6	16.24
25	29.97	37.48	33.1	25.97	21.78	31.51	22.03	25.29	15.83
26	22.08	30.63	27.84	39.9	11.81	26.22	16.53	16.99	11.28
27	22.6	31.07	28.76	41.12	15.68	27	17.9	19.51	13.01
28	21.1	29.36	26.37	38.71	12	25.36	14.35	17.33	9.05
29	20.89	28.6	26.58	39.96	10.32	25.57	13.16	16.93	8.88
30	55.65	29.7	33.67	37.04	46.29	37.07	33.01	20.18	14.2
PROMEDIO	34.9433333	31.1376667	25.5516667	34.463	27.655	28.0903333	20.223	21.047	13.804
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	9.92955544	5.17553374	5.46819587	5.16011972	12.9072131	5.8976585	4.48831598	2.69738718	3.22575904

Nota. En la tabla se describen los valores y desviación estándar para humedad en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

ANEXO III

Datos de acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

N° Evaluaciones	Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado		
	20 segundos			40 segundos			60 segundos		
	T1 (Salmuera al 10%)	T2 (Salmuera al 12%)	T3 (Salmuera al 14%)	T4 (Salmuera al 10%)	T5 (Salmuera al 12%)	T6 (Salmuera al 14%)	T7 (Salmuera al 10%)	T8 (Salmuera al 12%)	T9 (Salmuera al 14%)
1	0.052	0.069	0.062	0.073	0.093	0.146	0.104	0.132	0.13
2	0.053	0.071	0.063	0.071	0.084	0.123	0.102	0.134	0.119
3	0.05	0.057	0.055	0.07	0.102	0.127	0.09	0.151	0.119
4	0.077	0.056	0.056	0.079	0.094	0.1	0.096	0.129	0.109
5	0.087	0.068	0.06	0.073	0.089	0.115	0.114	0.139	0.126
6	0.095	0.067	0.083	0.082	0.07	0.114	0.108	0.124	0.115
7	0.042	0.054	0.081	0.073	0.077	0.109	0.095	0.142	0.114
8	0.03	0.055	0.093	0.075	0.081	0.114	0.094	0.14	0.144
9	0.03	0.052	0.099	0.053	0.075	0.106	0.105	0.136	0.109
10	0.062	0.062	0.094	0.059	0.094	0.117	0.106	0.129	0.105
11	0.058	0.064	0.092	0.053	0.105	0.095	0.121	0.158	0.132
12	0.058	0.062	0.102	0.06	0.086	0.106	0.111	0.123	0.138
13	0.051	0.046	0.076	0.068	0.099	0.094	0.1	0.142	0.138
14	0.053	0.056	0.094	0.065	0.077	0.101	0.119	0.149	0.135
15	0.052	0.054	0.099	0.061	0.1	0.119	0.101	0.152	0.148
16	0.063	0.052	0.091	0.064	0.088	0.11	0.11	0.124	0.129
17	0.059	0.062	0.088	0.061	0.112	0.112	0.096	0.127	0.134
18	0.073	0.054	0.116	0.067	0.098	0.105	0.111	0.125	0.129
19	0.066	0.073	0.124	0.059	0.098	0.114	0.103	0.127	0.155
20	0.067	0.072	0.108	0.062	0.102	0.106	0.103	0.124	0.122
21	0.064	0.063	0.121	0.064	0.1	0.107	0.097	0.133	0.122
22	0.066	0.06	0.081	0.069	0.107	0.102	0.106	0.154	0.141
23	0.06	0.06	0.103	0.066	0.088	0.102	0.091	0.155	0.148
24	0.08	0.062	0.086	0.064	0.097	0.108	0.091	0.135	0.125
25	0.07	0.075	0.076	0.082	0.096	0.104	0.226	0.126	0.124
26	0.083	0.067	0.083	0.079	0.099	0.111	0.103	0.122	0.125
27	0.068	0.06	0.069	0.077	0.088	0.101	0.112	0.123	0.125
28	0.076	0.066	0.069	0.073	0.091	0.111	0.107	0.129	0.125
29	0.085	0.074	0.069	0.072	0.098	0.099	0.103	0.125	0.125
30	0.08	0.067	0.078	0.078	0.107	0.094	0.115	0.127	0.138
PROMEDIO	0.06366667	0.062	0.0857	0.0684	0.09316667	0.10906667	0.108	0.13453333	0.12826667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.01561682	0.00743245	0.01858466	0.0080112	0.01027915	0.01068009	0.02370508	0.0111099	0.0121398

Nota. En la tabla se describen los valores y desviación estándar para acidez titulable en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

ANEXO IV

Datos de aceptabilidad sensorial (color) en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

N° Evaluaciones	Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado		
	20 segundos			40 segundos			60 segundos		
	T1 (Salmuera al 10%)	T2 (Salmuera al 12%)	T3 (Salmuera al 14%)	T4 (Salmuera al 10%)	T5 (Salmuera al 12%)	T6 (Salmuera al 14%)	T7 (Salmuera al 10%)	T8 (Salmuera al 12%)	T9 (Salmuera al 14%)
1	5	5	5	4	4	4	5	4	4
2	5	4	4	5	4	4	5	4	5
3	5	5	2	2	5	3	4	2	5
4	4	4	4	5	5	4	5	4	5
5	5	5	4	5	4	3	3	3	3
6	5	5	5	5	4	4	4	4	3
7	4	3	5	4	3	3	5	2	5
8	4	3	5	5	3	4	4	3	5
9	5	2	4	4	5	2	5	2	5
10	5	5	3	4	4	4	5	3	3
11	4	2	3	4	4	4	3	1	5
12	4	4	4	5	5	3	5	3	3
13	4	3	4	4	3	3	4	2	4
14	4	4	4	4	4	4	4	2	2
15	5	2	5	4	4	3	2	1	4
16	5	5	3	4	5	2	5	2	2
17	5	3	5	4	3	4	5	2	4
18	5	4	4	4	3	4	4	3	4
19	3	3	3	2	2	3	3	2	3
20	5	4	4	4	5	4	4	2	5
21	5	5	4	4	5	4	4	5	5
22	3	4	3	4	4	4	4	2	4
23	4	5	4	3	5	3	5	3	4
24	5	5	3	4	5	3	4	4	5
25	5	3	3	5	4	4	5	4	4
26	5	4	4	2	4	3	4	3	5
27	4	5	3	4	4	4	5	4	4
28	5	4	3	4	4	3	4	3	5
29	5	5	5	5	4	4	4	2	2
30	5	4	5	5	5	5	5	3	5
PROMEDIO	4.56666667	3.96666667	3.9	4.06666667	4.1	3.53333333	4.26666667	2.8	4.06666667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.62606232	0.99942512	0.84486277	0.86834497	0.80301157	0.68144539	0.78491525	0.99654576	1.01483253

Nota. En la tabla se describen los valores y desviación estándar para color en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

ANEXO V

Datos de aceptabilidad sensorial (sabor) en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

N° Evaluaciones	Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado		
	20 segundos			40 segundos			60 segundos		
	T1 (Salmuera al 10%)	T2 (Salmuera al 12%)	T3 (Salmuera al 14%)	T4 (Salmuera al 10%)	T5 (Salmuera al 12%)	T6 (Salmuera al 14%)	T7 (Salmuera al 10%)	T8 (Salmuera al 12%)	T9 (Salmuera al 14%)
1	5	5	5	4	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	4	2	4	5	5	5	5	5
4	3	5	4	4	5	4	4	5	5
5	5	5	5	4	3	4	3	3	3
6	5	5	5	5	4	4	5	5	4
7	4	4	5	3	4	4	5	3	4
8	3	4	5	5	5	4	4	3	5
9	4	2	3	4	2	5	4	4	4
10	4	4	1	4	1	4	4	3	2
11	4	4	3	3	3	5	4	3	4
12	3	3	4	4	4	5	5	4	3
13	4	4	4	5	3	4	3	4	3
14	5	5	5	5	2	4	5	5	3
15	4	4	4	4	1	4	3	2	3
16	4	3	3	4	5	4	3	3	3
17	4	4	3	3	2	4	4	5	4
18	4	4	4	5	4	5	4	5	3
19	3	3	2	3	4	3	3	3	3
20	5	5	5	3	5	4	5	3	5
21	4	3	3	2	2	4	4	3	4
22	4	4	3	4	5	2	2	4	4
23	5	4	4	3	2	4	3	4	5
24	4	5	5	4	5	5	4	3	5
25	4	4	4	4	5	4	4	5	3
26	4	3	4	4	3	4	4	3	2
27	4	5	5	5	4	5	3	5	5
28	5	5	5	4	4	3	3	3	3
29	5	5	5	5	4	3	4	3	4
30	5	5	5	5	1	4	4	4	3
PROMEDIO	4.23333333	4.16666667	4	4.03333333	3.56666667	4.13333333	3.93333333	3.83333333	3.8
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.67891055	0.83390785	1.11417203	0.80871688	1.38173637	0.73029674	0.82768199	0.94989413	0.96132093

Nota. En la tabla se describen los valores y desviación estándar para sabor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

ANEXO VI

Datos de aceptabilidad sensorial (olor) en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

N° Evaluaciones	Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado		
	20 segundos			40 segundos			60 segundos		
	T1 (Salmuera al 10%)	T2 (Salmuera al 12%)	T3 (Salmuera al 14%)	T4 (Salmuera al 10%)	T5 (Salmuera al 12%)	T6 (Salmuera al 14%)	T7 (Salmuera al 10%)	T8 (Salmuera al 12%)	T9 (Salmuera al 14%)
1	5	4	4	5	4	4	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	4	2	4	5	4	5	2	4
4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	4	3	3
6	5	5	5	4	4	4	5	4	3
7	4	4	4	4	4	4	5	4	4
8	2	2	2	2	2	2	3	2	4
9	4	4	4	3	4	5	4	4	3
10	4	4	4	3	1	4	4	3	5
11	4	4	3	4	3	3	3	4	4
12	2	3	3	3	3	3	4	4	3
13	3	3	3	3	2	2	3	3	4
14	1	3	3	1	1	1	1	1	1
15	2	3	2	2	1	2	2	2	2
16	3	3	3	4	2	4	2	3	2
17	3	3	3	3	4	4	3	3	4
18	4	3	3	4	3	4	4	3	4
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	5	4	4	4	3	3	4	3	4
21	4	3	3	3	4	3	4	2	4
22	5	3	3	3	2	3	2	4	4
23	3	5	5	3	4	4	4	4	4
24	4	3	4	4	4	5	4	3	3
25	3	3	3	2	2	4	2	3	4
26	3	3	4	3	3	2	3	3	3
27	3	4	4	4	4	4	3	4	4
28	4	3	4	4	4	4	4	4	4
29	4	4	5	2	4	4	4	2	3
30	5	5	5	5	1	2	3	2	3
PROMEDIO	3.66666667	3.6	3.63333333	3.43333333	3.16666667	3.5	3.53333333	3.2	3.56666667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.09334455	0.8136762	0.9278575	1.00630198	1.2340942	1.0422125	1.04166092	0.96132093	0.89763418

Nota. En la tabla se describen los valores y desviación estándar para olor en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

ANEXO VII

Datos de aceptabilidad sensorial (textura) en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera

N° Evaluaciones	Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado			Tiempo de blanqueado		
	20 segundos			40 segundos			60 segundos		
	T1 (Salmuera al 10%)	T2 (Salmuera al 12%)	T3 (Salmuera al 14%)	T4 (Salmuera al 10%)	T5 (Salmuera al 12%)	T6 (Salmuera al 14%)	T7 (Salmuera al 10%)	T8 (Salmuera al 12%)	T9 (Salmuera al 14%)
1	5	5	4	5	4	4	4	5	4
2	5	4	5	4	4	5	4	5	4
3	5	4	4	5	2	2	2	4	4
4	4	4	4	5	5	4	4	4	5
5	5	5	5	4	4	4	3	3	3
6	5	5	5	5	4	5	3	3	3
7	4	4	4	3	2	3	5	2	3
8	5	5	4	5	1	4	1	4	1
9	4	2	3	4	5	5	4	5	5
10	4	4	5	5	1	3	5	5	3
11	5	1	3	1	3	4	5	1	3
12	3	3	4	4	4	5	5	3	4
13	4	3	4	3	2	3	2	3	2
14	4	4	4	4	4	4	3	3	3
15	4	3	3	3	3	4	1	2	2
16	4	4	4	4	4	4	3	4	3
17	5	5	5	4	3	5	4	4	2
18	4	4	4	4	4	5	4	4	3
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	4	4	4	2	5	4	5	4	5
21	4	2	3	2	2	3	3	4	4
22	2	2	3	4	3	2	3	3	4
23	4	4	5	2	3	3	4	3	4
24	5	5	5	4	5	3	3	3	5
25	4	4	4	3	4	5	4	4	4
26	3	4	4	3	2	2	3	2	2
27	5	4	5	4	4	5	5	4	4
28	5	5	5	4	4	3	3	3	2
29	4	5	5	5	4	3	4	2	4
30	5	5	5	5	2	5	4	5	3
PROMEDIO	4.23333333	3.86666667	4.16666667	3.76666667	3.33333333	3.8	3.53333333	3.46666667	3.36666667
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.77385436	1.07425462	0.74663998	1.07264846	1.15470054	0.99654576	1.10588811	1.04166092	1.03335187

Nota. En la tabla se describen los valores y desviación estándar para textura en yacón confitado a diferentes tiempos de blanqueado y concentraciones de macerado en salmuera.

ANEXO VIII

NTP: Norma Técnica Peruana (Frutas Confitadas)

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 203.105
1 de 7

FRUTA CONFITADA

I NORMAS A CONSULTAR

NTP 203.072 ¹	PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE FRUTAS Y OTROS VEGETALES. Determinación de los sólidos solubles
NTP 203.095 ²	CONSERVAS Y SEMICONSERVAS DEL AGRO. Prácticas higiénico - sanitarias concernientes a su elaboración y a las plantas de procesamiento
NTP 207.003 ³	AZUCAR. Azúcar refinado. Requisitos
NTP 208.008 ⁴	CARAMELOS, CONFITES Y SIMILARES. Determinación del contenido de humedad
NTP 209.038 ⁵	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado
NTP 209.701 ⁶	ADITIVOS ALIMENTARIOS. Colorantes y agentes de retención de color. Definiciones y clasificación

¹ La NTP 203.072 fue dejada sin efecto. La versión actual a la fecha es la NTP 203.072:1977 (revisada el 2012)

² La NTP 203.095 fue dejada sin efecto. La versión actual a la fecha es la NTP 203.095:1981 (revisada el 2017)

³ La NTP 207.003 fue dejada sin efecto. La versión actual a la fecha es la NTP 207.003:2009

⁴ La NTP 208.008 fue dejada sin efecto. La versión actual a la fecha es la NTP 208.008:2014 CONFITERIA. Determinación de la humedad

⁵ La NTP 209.038 fue dejada sin efecto. La versión actual a la fecha es la NTP 209.038:2009 (revisada el 2014)

⁶ La NTP 209.701 fue dejada sin efecto. La versión actual a la fecha es la NTP 209.701:2016

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

NTP 209.148⁷

GLUCOSA DE MAÍZ. Requisitos
generales

2 OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir la fruta confitada.

3 DEFINICIONES

3.1 **fruta confitada o escurrida:** Es el producto obtenido a partir de pulpa de fruta, cáscara de fruta o ambos; que ha sido sometido a un proceso gobernado por las leyes de ósmosis y capilaridad, el cual ha producido un intercambio del agua de la fruta por la de un jarabe de azúcar concentrado, y que puede o no estar adicionado de colorantes, saborizantes u otros aditivos e ingredientes permitidos.

3.1.1 **fruta glaseada:** Es la fruta confitada o escurrida (apartado 3.1) que ha sido tratada con un jarabe de azúcar de alta concentración con la finalidad de formar, en la superficie de la fruta, una capa amorfa.

3.1.2 **fruta escarchada:** Es la fruta confitada o escurrida (apartado 3.2) que ha sido tratada con un jarabe de azúcar de alta concentración con la finalidad de formar, en la superficie de la fruta, una capa (de azúcar) en forma de cristales que semejen escarcha.

3.1.3 **fruta cristalizada:** Es la fruta confitada o escurrida (apartado 3.1) que ha sido cubierta de una capa de cristales de azúcar.

3.2 **fruta simple:** Es la fruta confitada o escurrida (apartado 3.1) que presenta un solo tipo de fruta.

⁷ La NTP 209.148 fue dejada sin efecto. La versión actual a la fecha es la NTP 209.148:1980 (revisada el 2013)

3.3 **fruta mixta:** Es la fruta confitada o escurrida (apartado 3.1) que presenta dos o más tipos de fruta.

3.4 **fruta entera:** Es la fruta confitada o escurrida (apartado 3.1) que se presenta sin ningún tipo de corte o fraccionamiento.

3.5 **fruta en trozos:** Es la fruta confitada o escurrida (apartado 3.1) que se presenta fraccionada en piezas de tamaño y forma diversas.

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Por su forma de presentación se clasificará en:

4.1.1 Confitada o escurrida.

4.1.2 Glaseada.

4.1.3 Escarchada.

4.1.4 Cristalizada.

4.1.5 Simple.

4.1.6 Mixta.

4.1.7 Entera.

4.1.8 En trozos.

5 REQUISITOS

5.1 Materia prima

5.1.1 Fruta

- a) La fruta a utilizarse deberá mostrar una madurez deseable, es decir que no implique riesgo de desintegración durante el proceso de elaboración; asimismo, deberá presentar una textura firme y estará libre de cualquier mancha que afecte su apariencia.

El tamaño de la fruta, ya sea entera o en trozos, deberá ser lo más uniforme posible a fin de garantizar una absorción de azúcar homogénea durante el proceso de elaboración.

5.1.2 Azúcar

El azúcar utilizado deberá cumplir con lo especificado en las Normas Técnicas correspondientes.

5.2 Requisitos del producto final

5.2.1 Físico - químicos

	Mínimo	Máximo
Humedad	-	25 %
Sólidos solubles	70° Brix	-
pH	4,0	4,5
Anhidrido sulfuroso	-	100 mg/kg

5.2.2 **Aditivos alimentarios:** Se podrán utilizar los colorantes permitidos en la NTP 209.701, así como los aditivos siguientes:

	Dosis
a) Antioxidantes	Máximo
Ácido L - ascórbico	500 mg/kg
b) Conservadores	Máximo
Ácido ascórbico y sus sales de Ca, K o Na	1 000 mg/kg
c) Coadyuvantes de la tecnología de fabricación	
Pectina	En cantidad suficiente para obtener el efecto deseado en el glaseado
Agentes endurecedores	
Hidróxido de calcio	200 mg/kg solos o en mezcla expresado en calcio, en el producto terminado
Sulfato de calcio	
Citrato de calcio	
Fosfato monocalcico	
Goma arábica	En cantidad suficiente para fijar los cristales de azúcar en la superficie del producto.
d) Reguladores del pH	
- Ácidos: cítrico, láctico y tartárico y sus sales de Ca, K y Na	En cantidad suficiente para regular el pH de 4,0 a 4,5.
- Carbonato y bicarbonato de K o Na	

5.2.3 Microbiológicos

Hongos y levaduras osmófilas menor a 40 por gramo.

5.2.4 **Higiénico - sanitarios:** El producto deberá ser elaborado bajo condiciones óptimas que garanticen su inocuidad para consumo humano, por lo tanto los establecimientos, donde se procesan, deberán cumplir con lo establecido en la NTP 203.095.

5.2.5 **Organolépticos**

- a) **Aspecto:** Brillante y translúcido, con piel libre de arrugas, estrias y de materias extrañas.
- b) **Olor y sabor:** Característico y libre de cualquier olor o sabor que denote fermentación u otros olores o sabores extraños.
- c) **Textura:** Firme.

6 **INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN**

Se hará conforme a lo acordado por las partes interesadas.

7 **MÉTODOS DE ENSAYO**

7.1 **Determinación de humedad:** Se efectúa de acuerdo a la NTP 208.008.

7.2 **Determinación de sólidos solubles:** Se efectúa de acuerdo a la NTP 203.072.

7.3 **Determinación del pH:** Se prepara una solución al 10 % (de fruta confitada en agua) y se lee el valor del pH en un potenciómetro previamente normalizado.

7.4 **Determinación del anhídrido sulfuroso:** Se efectúa de acuerdo a la Norma Técnica correspondiente.

8 ENVASE Y ROTULADO

8.1 **Envase:** El producto deberá estar contenido en envases de material adecuado que lo protejan y aseguren su conservación, los mismos cuyo uso deberá estar autorizado.

8.2 **Rotulado:** El rótulo deberá cumplir con lo especificado en la NTP 209.038; y en especial se deberá indicar la clasificación a la que pertenece de acuerdo al capítulo 4.

9 ANTECEDENTES

- 9.1 ATKINSON AND OTHERS... Improvements in the Candying of fruits.
- 9.2 ELIAS R. MAKO. Process for making graced or candied fruit. U.S. Patent 2, 624, 676.
- 9.3 GROSSO, Antonio. Manufacture of candied and glazed fruit.
- 9.4 Mc BEAN and SHIPTON. Sugared fruits.
- 9.5 STEINWAND OTTO. Process for treating fruits, etc. U.S. Patent 2, 274, 874.
- 9.6 TREVOR WILLIAMS. Candied fruit.
- 9.7 WOOLLEN, A. Food Industries Manual, 20 Ed. New York, 1970 pp 59.

ANEXO IX

Galería fotográfica (obtención de yacón confitado)



Pequeños productores de yacón variedad anaranjada (Cumbico – Magdalena)



Compra de materia prima



Salmuerado de cubitos de yacón



Medición de sólidos solubles (jarabe)



Producto terminado (yacón confitado)

ANEXO X

Galería fotográfica (contenido de humedad en yacón confitado)



Proceso inicial de muestras (yacón confitado)



Muestras de yacón confitado en estufa



Proceso de secado de muestras



Muestras en campana desecadora



Enfriado de muestras



Pesado final de muestras

ANEXO XI

Galería fotográfica (acidez titulable en yacón confitado)



Pesado de muestras



Triturado de muestras (obtención de zumo)



Filtrado de zumo de yacón confitado



Dilución de zumo con agua destilada



Adición de fenolftaleína (indicador)



Titulación de muestras con (hidróxido de sodio)

ANEXO XII

Galería fotográfica (evaluación sensorial de yacón confitado)



Diseño de etiqueta (yacón confitado)



Acondicionamiento de muestras



Entrenamiento de panelistas



Degustación de muestras (yacón confitado)

