

Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería de Biosistemas

**Análisis de la viabilidad de la producción de mermelada a  
partir de la fruta *Physalis peruviana L* (Uchuva)**

Proyecto de Graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería Agrícola y de Biosistemas

Ariana Lucía Parajeles Blanco

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

2023

Proyecto de Graduación sometido a revisión por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola y de Biosistemas

Ariana Lucía Parajeles Blanco

Estudiante

Ph.D. Beatriz Mazón Villegas

Directora, Trabajo Final de Graduación

Ing. Giovanni Carmona Villalobos

Miembro, Comité Asesor

Ing. Ronny Chaves Mata

Miembro, Comité Asesor

Dra. Marta Montero Calderón

Presidenta, Tribunal Examinador

Ing. Yuliana Quesada Quesada

Miembro, Tribunal Examinador

## **Dedicatoria**

*Para esa niña pequeña y  
todas las que han pasado por lo mismo  
para que crean que los sueños se cumplen  
y pueden lograr todo lo que se proponen*

## **Agradecimientos**

*A mi madre, que gracias a su esfuerzo y a como me educó, soy la persona que soy. Siempre me ha apoyado en todas mis etapas de la vida y en la etapa de la Universidad no fue la excepción.*

*A mi familia que siempre estuvo apoyándome en este proyecto, desde cuidando las plantas de uchuva, cosechar la fruta y andar buscando materia prima para la mermelada.*

*A la profesora Beatriz, que desde que la contacte para comentarle la idea de este proyecto, mostró gran interés. Por toda la retroalimentación, consejos y ayuda brindada para la realización de este trabajo. Al profesor Geovanni que desde el primer día de la carrera hasta terminar este trabajo me motivó a seguir adelante. Al profesor Ronny por todos sus consejos y retroalimentación en el desarrollo de este trabajo.*

*A Mari Salas, que desde hace 6 años se convirtió en una de las personas más especiales que la UCR me permitió conocer y me ha brindado todo su apoyo.*

*A Vale Vargas, Ensio Pérez y Edwin Masís que siempre que necesite ayuda en el laboratorio, con pruebas o cualquier situación de este trabajo final de graduación, me brindaron su apoyo y ayuda.*

*A la profesora Carolina Cortés y al personal del CITA que me colaboró para realizar las pruebas que necesitaba.*

*A Kenneth que siempre me has apoyado con tu amistad y que para este trabajo siempre me ayudaste y respondías mis dudas sobre estadística.*

# Índice

<b>1 SIMBOLOGÍA</b>	<b>xiii</b>
<b>2 RESUMEN</b>	<b>xv</b>
<b>3 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
General . . . . .	3
Específicos . . . . .	3
<b>4 MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
4.1 Generalidades de la Uchuva . . . . .	4
4.2 Antecedentes . . . . .	6
4.3 Producción de mermelada a escala Semi-industrial . . . . .	7
4.4 Evaluación de Proyectos . . . . .	9
4.4.1 Análisis de Mercado . . . . .	10
4.4.2 Análisis Financiero . . . . .	12
<b>5 METODOLOGÍA</b>	<b>13</b>
5.1 Caracterización de las propiedades físicas y químicas de la uchuva . . . . .	13
5.1.1 Materia prima para la caracterización de las propiedades físicas y químicas de la uchuva . . . . .	13
5.1.2 Caracterización de propiedades físicas y químicas de la uchuva . . . . .	14
5.1.2.1 Medición de la masa de la uchuva entera y fresca . . . . .	15
5.1.2.2 Medición de la esfericidad y redondez de la uchuva entera y fresca	16
5.1.2.3 Medición del volumen y densidad para la uchuva entera y fresca .	17
5.1.2.4 Medición de pH y contenido de sólidos solubles de la pulpa de la uchuva . . . . .	18
5.1.2.5 Medición de Actividad de Agua (Aw) de la pulpa con semillas de uchuva . . . . .	19
5.1.2.6 Medición del índice de color (IC) de la uchuva entera y fresca . .	20
5.1.2.7 Medición de la firmeza de la uchuva entera y fresca . . . . .	21

5.1.2.8	Medición de la viscosidad de la pulpa de uchuva con semillas . . .	22
5.1.3	Pruebas de almacenamiento en refrigeración . . . . .	23
5.1.4	Pruebas de almacenamiento en congelación . . . . .	25
5.2	Establecimiento del proceso de elaboración a escala semi-industrial para la producción de mermelada de Uchuva . . . . .	25
5.2.1	Formulación de mermelada de uchuva a escala semi-industrial . . . . .	25
5.2.2	Materia prima para la realización de mermelada de uchuva a escala semi-industrial . . . . .	26
5.2.3	Proceso de elaboración de mermelada de uchuva . . . . .	27
5.2.4	Balance de masa para la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial . . . . .	30
5.2.5	Determinación del calor específico para la mermelada de uchuva . . . . .	31
5.2.6	Balance de energía para la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial . . . . .	32
5.2.7	Caracterización de la mermelada de uchuva . . . . .	33
5.2.8	Panel Sensorial . . . . .	34
5.3	Análisis estadístico . . . . .	35
5.4	Análisis de la viabilidad tecno-económica de la producción de mermelada de uchuva a escala semi-industrial . . . . .	36
5.4.1	Análisis de mercado . . . . .	36
5.4.2	Análisis financiero . . . . .	36
5.4.3	Análisis socioeconómico . . . . .	39
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>40</b>
6.1	Caracterización de propiedades de las propiedades físicas y químicas de la uchuva .	40
6.1.1	Masa . . . . .	40
6.1.2	Redondez y Esfericidad . . . . .	42
6.1.3	Densidad . . . . .	44
6.1.4	pH . . . . .	46
6.1.5	Contenido de Sólidos Solubles . . . . .	48

6.1.6	Actividad del Agua ( $A_w$ ) . . . . .	50
6.1.7	Índice de Color . . . . .	51
6.1.8	Firmeza . . . . .	53
6.1.9	Viscosidad de la pulpa de la uchuva con semillas y cáscara . . . . .	55
6.1.10	Pruebas de almacenamiento en congelación a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . . . . .	56
6.1.11	Pruebas de almacenamiento en refrigeración a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . . . . .	56
6.1.12	Resumen de las propiedades medidas a la fruta fresca de Dulce Nombre de Coronado durante 2021 y 2022. . . . .	60
6.2	Establecimiento del proceso de elaboración a escala semi-industrial para la producción de mermelada de Uchuva . . . . .	62
6.2.1	Proceso de elaboración de mermelada de uchuva . . . . .	62
6.2.2	Balance de Masa . . . . .	62
6.2.3	Balance de Energía . . . . .	65
6.2.4	Panel Sensorial . . . . .	66
6.3	Análisis de la viabilidad tecno-económica de la producción de mermelada de uchuva a escala semi-industrial . . . . .	68
6.3.1	Estudio de Mercado . . . . .	68
6.3.2	Análisis de Competencia . . . . .	74
6.3.3	Demanda proyectada . . . . .	75
6.3.4	Análisis de Oferta . . . . .	76
6.3.5	Descripción de mercado . . . . .	76
6.3.6	Variables que afectan la oferta . . . . .	77
6.3.7	Oferta Presente y Pasada . . . . .	77
6.3.8	Oferta Futura . . . . .	77
6.3.9	Análisis de Comercialización . . . . .	78
6.3.9.1	Precio . . . . .	78
6.3.9.2	Producto . . . . .	78
6.3.9.3	Plaza . . . . .	79
6.3.9.4	Promoción . . . . .	80
6.3.10	Análisis Financiero . . . . .	80

6.3.11 Depreciación . . . . .	81
6.3.12 Costos de Operación . . . . .	82
6.3.13 Insumos . . . . .	82
6.3.14 Costos Administrativos y Salarios . . . . .	83
6.3.15 Financiamiento . . . . .	84
6.3.16 Flujos de caja e indicadores financieros . . . . .	84
6.3.17 Impactos Ambientales . . . . .	87
6.3.18 Impactos Sociales . . . . .	88
<b>7 CONCLUSIONES</b>	<b>89</b>
<b>8 RECOMENDACIONES</b>	<b>91</b>
<b>9 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>92</b>
<b>10 ANEXOS</b>	<b>99</b>

## Índice de figuras

Figura 1	Frutos de la planta <i>Physalis peruviana L.</i> . . . . .	4
Figura 2	Estructuración del análisis financiero para un proyecto (Baca Urbina, 2013). . . . .	12
Figura 3	Ubicación geográfica de producción de uchuva en Dulce Nombre de Jesús de Coronado. . . . .	13
Figura 4	Fruta con picadura encontrada en campo. . . . .	14
Figura 5	Balanza analítica digital (marca OCONY, modelo ES-1000h) usada para medir la masa de la fruta ( $\pm 0,01$ g). . . . .	16
Figura 6	Medición del diámetro de la uchuva con un vernier (marca Truper) $\pm 0.01$ mm. . . . .	16
Figura 7	Medición de volumen de la fruta con probeta. . . . .	18
Figura 8	Refractómetro digital (Marca Vee Gee, modelo PDX-1) usado para determinar los sólidos solubles por medio de una escala de grados Brix. . . . .	19
Figura 9	pHmetro (Marca Hanna Instruments, modelo HI 2211) usado para determinar el pH de la fruta. . . . .	19
Figura 10	Medidor de actividad de agua, (modelo AQUALAB 4TE de METER) usado para determinar la actividad de agua de la uchuva. . . . .	20
Figura 11	Colorímetro (marca KONICA MINOLTA, modelo CR-20) utilizado para medir el índice de color de la uchuva entera y fresca. . . . .	20
Figura 12	Equipo utilizado para medir firmeza de la uchuva fresca y entera. . . . .	22
Figura 13	Viscosímetro (marca: Fungilab) utilizado para realizar las pruebas. . . . .	23
Figura 14	Cámara de refrigeración utilizada. . . . .	24
Figura 15	Cámara de congelación utilizada (marca Omega). . . . .	25
Figura 16	La fruta pelada en agua con hipoclorito de sodio para su desinfección. . . . .	27
Figura 17	Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial. . . . .	28
Figura 18	Marmita utilizada para la elaboración de mermelada. . . . .	29
Figura 19	Mermelada de Uchuva empacada en bolsas de aproximadamente 500g en bolsas Doypacks. . . . .	29

Figura 20	Muestras de mermelada de uchuva para determinar el pH. . . . .	34
Figura 21	Escala hedónica utilizada en el panel sensorial. . . . .	34
Figura 22	Muestras de mermelada de uchuva para el panel sensorial. . . . .	35
Figura 23	Gráfica de valor promedio de la masa (g) por unidad de fruta de la uchuva con cáliz y la fruta sin cáliz desde junio del 2021 hasta febrero del 2022. . .	41
Figura 24	Gráfica de valor promedio de la esfericidad y redondez de la uchuva sin cáliz desde junio del 2021 hasta febrero del 2022. . . . .	44
Figura 25	Gráfica de valor promedio de la densidad por unidad de fruta de la uchuva sin cáliz desde julio del 2021 hasta marzo del 2022. . . . .	46
Figura 26	Gráfica de valor promedio del pH de la pulpa de uchuva desde julio del 2021 hasta marzo del 2022. . . . .	47
Figura 27	Gráfica de valor promedio de los grados Brix de la pulpa de uchuva desde julio del 2021 hasta marzo del 2022. . . . .	49
Figura 28	Gráfica de valor promedio del índice de color de la uchuva fresca desde julio del 2021 hasta marzo del 2022. . . . .	52
Figura 29	Valores promedio de la firmeza de la uchuva fresca reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022. . . . .	54
Figura 30	Índice de color de la uchuva en la prueba de almacenamiento bajo refrigeración a 5 °C. . . . .	57
Figura 31	Firmeza (N) versus tiempo (días) durante la prueba de almacenamiento a 5 °C en una cámara de refrigeración en la fruta de la uchuva. . . . .	58
Figura 32	Pérdida de masa (%) de pruebas de almacenamiento bajo refrigeración a 5 °C durante 30 días de la uchuva. . . . .	59
Figura 33	Grados Brix de pruebas de almacenamiento bajo refrigeración a 5 °C durante 30 días de la uchuva. . . . .	60
Figura 34	Diagrama del balance de masa para las operaciones de pelado y selección. .	63
Figura 35	Diagrama del balance de masa para las operaciones de cocción, pasteurización y envasado. . . . .	64
Figura 36	Número de respuestas según la escala usada en las evaluaciones sensoriales de la formulación A u B respectivamente. . . . .	67

Figura 37	Gráfico de pastel que indica cuál muestra es más ácida según el panel sensorial.	68
Figura 38	Gráfico de pastel que indica cuál muestra es más dulce según el panel sensorial.	68
Figura 39	Número de participación de las personas en la encuesta según su edad. . . .	69
Figura 40	Porcentaje por provincia de las personas que respondieron la encuesta. . . .	69
Figura 41	Porcentaje de la participación en la realización de compras en el hogar. . . .	70
Figura 42	Porcentaje del consumo de mermelada. . . . .	70
Figura 43	Distribución de consumo de mermelada en los hogares costarricenses. . . .	71
Figura 44	Frecuencia de consumo de la mermelada en los hogares costarricenses. . . .	72
Figura 45	Conocimiento de los costarricenses acerca de la uchuva. . . . .	72
Figura 46	Forma de consumo de la uchuva de las personas encuestadas. . . . .	73
Figura 47	Preferencia en las presentaciones de la mermelada. . . . .	73
Figura 48	Cantidad de mermeladas compradas por los encuestados en los últimos seis meses. . . . .	79
Figura 49	Flujo descontado de la formulación A para cuatro tasas de descuento. . . .	85
Figura 50	Flujo descontado de la formulación B para cuatro tasas de descuento. . . .	86

## Índice de tablas

Tabla 1	Composición morfológica según el estado de madurez. . . . .	5
Tabla 2	Información Nutricional por cada 100 g de pulpa de uchuva (V. Flórez R et al., 2000). . . . .	5
Tabla 3	Periodo de caracterización de la fruta de la uchuva. . . . .	14
Tabla 4	Valores promedio de la masa y su desviación estándar de la fruta de uchuva por cada mes que se realizó la cosecha desde junio del 2021 hasta febrero del 2022. . . . .	40
Tabla 5	Valores promedio de la redondez y la esfericidad y su desviación estándar de una fruta de Uchuva por mes de cosecha de junio del 2021 hasta febrero del 2022. . . . .	42
Tabla 6	Valores promedio por unidad de fruta de uchuva de la densidad ( $g/cm^3$ ) y su desviación estándar desde julio del 2021 a marzo del 2022. . . . .	44

Tabla 7	Valores promedio por unidad de fruta de uchuva pH y su desviación estándar reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022. . . . .	47
Tabla 8	Valores promedio por unidad de fruta del contenido de sólidos solubles y su desviación estándar reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022. . . .	48
Tabla 9	Valores promedio y desviación estándar de la actividad de agua de pulpa de la uchuva reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022. . . . .	50
Tabla 10	Valores de actividad de agua reportados en la literatura. . . . .	51
Tabla 11	Valores promedio y desviación estándar del índice de color de la uchuva fresca reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022. . . . .	53
Tabla 12	Valores promedio y desviación estándar de la firmeza de la uchuva fresca reportados desde agosto del 2021 a marzo del 2022. . . . .	54
Tabla 13	Valores promedio de viscosidad (cP) a distintas temperaturas y velocidades rotacionales (rpm) para la pulpa de uchuva. . . . .	55
Tabla 14	Valores promedio de Aw, pH y contenido de sólidos solubles de la pulpa de uchuva fresca y descongelada luego de estar congelada por 22 días a $-20^{\circ}\text{C}$ . . . . .	56
Tabla 15	Resultados de la pérdida de masa (%), pH, contenido de sólidos solubles, índice de color y firmeza (N) medidos en la fruta de la uchuva durante 30 días de almacenamiento en refrigeración ( $5^{\circ}\text{C}$ ). . . . .	59
Tabla 16	Propiedades medidas de la fruta fresca de Dulce Nombre de Coronado desde junio del 2021 hasta marzo del 2022. . . . .	61
Tabla 17	Distribución de tiempos promedio según cada operación de la producción de mermelada. . . . .	62
Tabla 18	Rendimiento promedio de la uchuva para la elaboración de mermelada a escala semi-industrial. . . . .	63
Tabla 19	Rendimiento en la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial. . . . .	64
Tabla 20	Valores promedio de actividad del agua y pH para los diferentes lotes de mermelada de uchuva. . . . .	64
Tabla 21	Resultados de los análisis de composición de las dos formulaciones de mermelada de uchuva. . . . .	65

Tabla 22	Energía térmica requerida para la elaboración de mermelada para la formulación A y B. . . . .	66
Tabla 23	Principales vendedores de mermelada de uchuva en el país y el precio hacia el consumidor. . . . .	74
Tabla 24	Principales vendedores uchuva fresca y entera y el precio hacia el consumidor en Costa Rica. . . . .	75
Tabla 25	Demanda Proyectada durante los 10 años de operación. . . . .	76
Tabla 26	Costos de inversión de equipos y herramientas para la elaboración de mermelada para una capacidad máxima de 100 kg por lote. . . . .	81
Tabla 27	Depreciación de equipos y herramientas para la elaboración de mermelada. . . . .	82
Tabla 29	Costos de insumos de limpieza para la elaboración de mermelada. . . . .	82
Tabla 28	Costos de insumos para la formulación A y B de mermelada de uchuva. . . . .	83
Tabla 30	Costos administrativos por mes para la de producción de mermelada de uchuva. . . . .	83
Tabla 31	Salarios de la mano de obra para la elaboración de mermelada. . . . .	84
Tabla 32	Amortización anual del préstamo durante los cinco años. . . . .	84
Tabla 33	Tasa interna de retorno y el valor actual neto para las distintas tasas de descuento analizadas para la formulación A y B. . . . .	87

# 1. SIMBOLOGÍA

$n$ : cantidad de muestra	$m_R$ = Masa recibida de la fruta, incluyendo el cáliz ( $kg$ ).
$\alpha$ : Intervalo de confianza	$m_F$ = Masa de la fruta sin el cáliz (ya pelada) ( $kg$ ).
$\frac{Z \cdot \alpha}{2}$ : Límite aceptable del error	$m_D$ = Masa de los residuos no aprovechables: cáliz y fruta en mal estado o verde ( $kg$ ).
$E$ : Error	$m_A$ = Masa total de agua evaporada ( $kg$ ).
$\sigma$ : Desviación estándar	$m_P$ = Masa total de pérdidas de mermelada ( $kg$ ).
$\bar{x}$ : Promedio	$m_M$ = Masa de toda la mermelada producida ( $kg$ ).
$D_i$ = Diámetro del círculo más grande inscrito ( $mm$ ).	$m_T$ = La masa total de todos los ingredientes para la producción de mermelada ( $kg$ ).
$D_c$ = Diámetro del círculo más pequeño inscrito ( $mm$ ).	$c_p$ : calor específico ( $kJ/kg \cdot K$ ).
$A_p$ = la mayor área proyectada del objeto en posición de reposo natural ( $cm^2$ ).	$X_c$ : la fracción de la masa de carbohidratos.
$A_c$ = área del círculo más pequeño circunscrito ( $cm^2$ ).	$X_p$ : la fracción de la masa de proteína.
$v_u$ = Volumen de la uchuva ( $mL$ ).	$X_f$ : la fracción de la masa de grasa.
$v_f$ = volumen final ( $mL$ ).	$X_a$ : la fracción de la masa de cenizas.
$v_i$ = volumen inicial ( $mL$ ).	$X_w$ : la fracción de la masa de agua.
$\rho$ = densidad real ( $g/cm^3$ ).	$Q_T$ = Energía calorífica requerida en el proceso ( $kJ$ ).
$m_u$ = masa de la uchuva sin cáliz ( $g$ ).	$Q_e$ = Energía calorífica de agua evaporada ( $kJ$ ).
$v_u$ = volumen de la uchuva ( $cm^3$ ).	$Q_p$ = Energía calorífica de la pulpa de la uchuva ( $kJ$ ).
$IC$ = Índice de color.	$Q_m$ = Energía calorífica de la mermelada de uchuva ( $kJ$ ).
$L^*$ = luminosidad.	$Q_l$ = Energía por pérdidas por convección ( $kJ$ ).
$a^*$ = coordenada cromática en a .	$c_{p_f}$ = Calor específico de la uchuva ( $kJ/kg \cdot K$ ).
$b^*$ = coordenada cromática en b.	
$\Delta_{masa}$ = Cambio de masa (%).	
$M_i$ = Masa inicial ( $g$ ).	
$M_f$ = Masa final ( $g$ ).	

$cp_m$  = Calor específico de la mermelada de uchuva ( $kJ/kg \cdot K$ ).  
 $T_f$  = Temperatura final ( $K$ ).  
 $T_i$  = Temperatura inicial ( $K$ ).  
 $Q_c$  = Energía calorífica de vapor de agua condensado ( $kJ$ ).  
 $m_c$  = masa de agua condensada ( $kg$ ).  
 $h_{fg}$  = Entalpía de evaporación del agua ( $kJ/kg$ ).  
 $h_f$  = Entalpía del agua saturada ( $kJ/kg$ ).  
 $Q_l$  = Energía por pérdidas por convección ( $kJ$ ).  
 $h$ : coeficiente de transferencia por convección ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ).  
 $A$ : área superficial de transferencia de calor ( $m^2$ ).

$T_s$ : temperatura de la superficie ( $^\circ C$ ).  
 $T_\infty$ : temperatura del fluido suficientemente lejos de la superficie ( $^\circ C$ ).  
 $t$ : tiempo de cocción de la mermelada (s).  
 $k_{fluido}$ : conductividad térmica del fluido ( $W/m \cdot ^\circ C$ ).  
 $V_A$ : Valor actual  $\Phi$ .  
 $V_u$ : Vida útil  $\Phi$ .  
 $Q$ : Flujo neto del año  $\Phi$ .  
 $a$ : año.  
 $i$ : tasa de descuento (%).

## 2. RESUMEN

El presente estudio se enfocó en analizar la viabilidad tecno-económica de la producción de mermelada a partir de la fruta *Physalis peruviana L.*, conocida como uchuva en Costa Rica y en otros países. Para llevar a cabo esta investigación se realizó la caracterización de las propiedades físicas y químicas de la fruta fresca a lo largo de nueve meses. El pH no presentó diferencias a lo largo de la época de cosecha, mientras que el resto de las propiedades evaluadas si presentaron diferencias.

Adicionalmente, las pruebas de almacenamiento de la fruta en congelación durante 22 días a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  revelaron que las propiedades de pH, grados Brix y actividad de agua no varían luego del proceso de congelación y descongelación de la fruta, permitiendo almacenarla congelada para producir mermelada posteriormente. Mientras que las pruebas de refrigeración determinaron que el valor máximo de los grados Brix se alcanza a los 14 días.

En total se establecieron dos formulaciones para llevar a cabo el proceso de elaboración de mermelada de uchuva. El proceso de elaboración consideró la norma CODEX STAN 296-2009 y el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 65.05.63:13. Para definir el proceso se realizó el balance de masa y energía para cada formulación. Además, se caracterizó la actividad de agua y el pH de cada uno de los lotes producidos.

Dentro del proceso de producción de mermelada, se logró obtener un rendimiento promedio de la fruta 76,88 % luego del pelado y la selección. El rendimiento de la producción de mermelada promedio fue de 80,85 % desde el proceso de cocción hasta su almacenamiento. El panel sensorial determinó que no existe alguna preferencia sobre alguna de las dos mermeladas, encontrando la A más dulce y la B más ácida.

Se realizó el análisis tecno-económico para la producción de mermelada de uchuva a escala semi-industrial, donde se evaluaron los aspectos técnicos, de mercado, financieros, sociales y ambientales. Para lo anterior se desarrollaron encuestas, un panel sensorial, se estimaron los costos

con base al balance de masa y flujo de caja. Se determinó que las personas se encuentran dispuestas a probar y comprar un producto a partir de una fruta exótica como la uchuva. Ambas formulaciones resultaron ser viables económicamente para la producción de mermelada de uchuva a escala semi-industrial y se empieza a recuperar la inversión a partir del tercer año para la formulación A y en el cuarto para la formulación B.

### 3. INTRODUCCIÓN

En el 2019, Costa Rica exportó cerca de un 19,5 % en productos agrícolas, de los cuales los principales fueron piña, banano y café (Ministerio de Comercio Exterior, 2020). En el 2017, la Promotora del Comercio Exterior publicó un estudio de ocho productos agrícolas con gran potencial exportador; dentro de esa lista se encuentran la uchuva, mangostán, pitahaya, guanábana, maracuyá, ipecacuana, pejibaye y carambola. Promover la exportación de estos productos tiene la finalidad de diversificar la oferta y no depender de los mismos bienes (Ulloa Leitón, 2017). Además, estos productos son una nueva alternativa y permiten diversificar la dieta de los costarricenses.

El consumo de la uchuva ha aumentado debido a los beneficios asociados con la salud humana por su alto contenido en Vitamina A y ácido ascórbico. Su consumo suele ser como fruta fresca en ensaladas, frescos o postres, de forma procesada en néctares o pulpas, mermeladas y de forma medicinal (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013). En los últimos años, ha ganado popularidad en el mercado, por el contraste de sabor para la elaboración de postres o como acompañamiento de quesos y vinos. Además, pequeños empresarios han incursionado en la preparación de pulpas y mermeladas (Chaves Espinach, 2014).

La uchuva posee una variedad de aplicaciones debido a sus características sensoriales. Su sabor justifica la necesidad de dar un valor agregado a la producción; sin embargo, a nivel nacional aún no se ha explotado la diversidad de productos que se pueden obtener usando como ingrediente base este fruto. Las mermeladas, los néctares, la fruta deshidratada, entre otros, son algunos de los ejemplos de productos que se pueden obtener de esta fruta. Este estudio se enfocó en obtener como producto final una mermelada que destacará las características de la materia prima y que fuera homogéneo con respecto a la calidad e inocuidad.

Por lo tanto, el valor agregado al realizar mermelada a partir de uchuva consiste en potenciar las características sensoriales. Aparte, se logra aumentar la vida útil en anaquel, donde estudios han determinado que la vida útil de la mermelada es de alrededor de seis meses (FAO, 2003). Al

elaborar distintos productos finales a base de la fruta se logra un mayor posicionamiento de mercado de la uchuva y generación de mayores ingresos a los productores y para los demás involucrados en el proceso, como los proveedores de insumos (Vargas Morena, 2015).

Según los últimos datos de la segunda semana de la Buyers Trade Mission (BTM) virtual 2021, dentro de los productos más demandados de la industria alimentaria se encuentran café, productos saludables, mermeladas y jaleas, entre otros más (PROCOMER, 2021). Costa Rica exporta mermeladas, jaleas y preparados de fruta mayoritariamente a Estados Unidos, República Dominicana, El Salvador y Holanda, representando en el 2017 cerca de \$16 millones (PROCOMER, 2017). En el 2021, la OCDE en su informe sobre las perspectivas económicas de América Latina reconoce el esfuerzo de Costa Rica para hacerle frente a la crisis del COVID-19 en la economía, promoviendo la diversificación de las exportaciones y agregando valor agregado a los productos (Ministerio de Comunicación, 2021).

En la cadena del manejo de alimentos, el aspecto de la inocuidad es de suma importancia debido a que compromete la salud humana. En los últimos años, ha crecido el interés por consumir productos menos procesados. No obstante, esto ha representado un riesgo debido a que no se siguen siempre el mismo procedimiento y se omiten etapas como de limpieza, desinfección y pasteurización (Camacho-Vera et al., 2019).

Por lo tanto, para la elaboración de mermelada de uchuva, se debe establecer un proceso a escala semi-industrial que se pueda estandarizar para obtener un producto final homogéneo. De esta manera se podrá obtener un producto final con la misma calidad siempre. Las pruebas a esta escala son necesarias para garantizar que la producción se realice de forma continua. Finalmente, estas pruebas son la base y la etapa previa para posteriormente escalar el proceso a escala agroindustrial.

Al momento de considerar un proyecto donde se va a introducir un nuevo producto al mercado y en el que se requiere de una inversión de capital, es necesario realizar una evaluación de proyecto por medio de un análisis económico (Duarte et al., 2007). Donde es fundamental el papel del estudio de mercado, ya que nos indica el entorno del producto y consumidor, así entre mejor se conozca

la capacidad para satisfacer las necesidades de los compradores será más exitosa (Peña Rodríguez, 2017). Aparte, el estudio financiero ayuda a identificar los aspectos financieros de como estaría operando la empresa en relación con la liquidez, rentabilidad para una mejor toma de decisiones (Rosillón & Alejandra, 2009).

Para llevar a cabo esta investigación se planteó el siguiente objetivo general y específicos:

#### *Objetivo General*

- Analizar la viabilidad de la producción de mermelada a partir de *Physalis peruviana L* (Uchuva).

#### *Objetivos Específicos*

- Realizar una caracterización de las propiedades físicas y químicas de la Uchuva para la producción de mermelada.
- Establecer un proceso a escala semi-industrial para la producción de mermelada de Uchuva.
- Estudiar la viabilidad tecno-económica de la producción de mermelada a escala semi-industrial.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Generalidades de la Uchuva

La uchuva (*Physalis peruviana* L) es una fruta que pertenece a la familia de las Solanáceas, conocida también como aguaymanto, uvilla, alquequenje peruano o “golden berry”, originaria de Perú. Al fruto se le clasifica como una baya carnosa con aspecto de globo, de color amarillo o naranja según el estado de maduración. Se clasifica como una fruta climatérica, por lo tanto, el proceso de maduración sigue ocurriendo luego de la cosecha (Balaguera-López et al., 2016). La fruta se encuentra encapsulado en un cáliz que lo protege como se observa en la figura 1. La planta arbustiva produce durante todo el año si se cumplen con las condiciones necesarias. Por lo tanto, la cosecha es un proceso continuo; se realiza a los 90 días después de la siembra.



**Figura 1.** Frutos de la planta *Physalis peruviana* L.

Su diámetro varía entre 1,25 cm a 2,5 cm y el peso entre 4 g a 10 g, estas características cambian según la variedad, hay alrededor de 80 en estado silvestre. El sabor de la pulpa se distingue por ser dulce y ácido a la vez (semiácido) y sus semillas son de forma lenticular y pequeñas (Calvo Villegas, 2002). La composición morfológica varía muy poco según el estado de madurez (V. Flórez R et al., 2000). Se puede observar en la tabla 1, los porcentajes con respecto a pulpa, semillas y la cáscara.

**Tabla 1.** Composición morfológica según el estado de madurez.

Componente	Verde (%)	Maduro (%)
Pulpa	87,65	85,43
Semilla	4,12	4,52
Cáscara	8,23	10,05

La uchuva cuenta con un gran potencial a nivel nutricional por ser alta en contenidos de vitaminas A y C y fibra. Posee propiedades antiinflamatorias y antioxidantes por su contenido en flavonoides y compuestos polifenólicos que se han atribuido a estas cualidades. Los derivados más comunes son pulpas, néctares, el fruto deshidratado y mermeladas. Este último es el más recomendado por sus características fisicoquímicas y sensoriales (Ruiz Gaitan et al., 2018).

La información nutricional por cada 100 g de pulpa de uchuva es:

**Tabla 2.** Información Nutricional por cada 100 g de pulpa de uchuva (V. Flórez R et al., 2000).

Factor Nutricional	Contenido
Calorías	54,0
Agua	79,60
Proteína (g)	1,1
Grasa (g)	0,4
Carbohidratos (g)	13,10
Fibra (g)	4,8
Cenizas (g)	1,0
Calcio (mg)	7,0
Fósforo (mg)	38,0
Hierro (mg)	1,2
Vitamina A (U.I.)	648,00
Tiamina (mg)	0,18
Riboflavina (mg)	0,03

Actualmente, en Costa Rica se produce en la zona de Cartago y en la zona de Los Santos (Calvo Villegas, 2002). Los principales consumidores en el mundo son Holanda, Alemania, Francia, Inglaterra, Canadá y Brasil, que son abastecidos principalmente por Colombia y Sudáfrica. Dentro del mercado internacional se cuenta con la oportunidad de destacar por la diferenciación por medio de certificaciones de calidad y empleando tecnologías con empaques novedosos (Ulloa, 2018).

## 4.2. Antecedentes

Actualmente, la mayoría de las investigaciones se han desarrollado en Colombia, debido a que es uno de los principales exportadores a nivel mundial (Ulloa Leitón, 2017). Donde se han abarcado desde la caracterización de propiedades físicas, químicas y mecánicas del producto, hasta el estudio del comportamiento de la fruta a diferentes temperaturas de almacenamiento y la evaluación de atmósferas modificadas durante la poscosecha. No obstante, se ha investigado poco sobre sus características y aprovechamiento en productos de valor agregado.

Los estudios realizados en Colombia, determinan que es una fruta ácida, poco viscosa, ya que cuenta con una baja cantidad de sólidos suspendidos y presenta una elevada actividad de agua (Mendoza Ch. et al., 2012). El peso promedio que se reporta es de 2,27 g a 8,79 g por unidad de fruta. El jugo sin semillas, posee un pH de 3,72, 6,76 g/100g de sólidos suspendidos y 13,0 grados Brix a 20 ° C. Además, la viscosidad cinemática es de 2,27 cp, la densidad de 1.1031 kg/m<sup>3</sup> y una actividad de agua del 0,998 (Mendoza Ch. et al., 2012).

Estudios previos que consistieron en la ejecución de ensayos de compresión unidireccional realizados a unidades de fruta en diferentes estados de maduración. Se reportan los estados de maduración de la fruta según el tiempo poscosecha. Las etapas de maduración se definieron de uno a nueve días después de la cosecha. Las pruebas de firmeza y fractura se llevaron a cabo en tres estados de maduración. Los valores obtenidos fueron de 1,697 N para el grado de madurez maduro, mientras que para un grado pintón y verde fueron 2,715 N y 5,393 N respectivamente (Ciro Velasquez et al., 2007). La fruta entre más madura se encuentre se vuelve más propensa al daño mecánico en comparación con la fruta en estado verde o pintón (Ciro Velasquez et al., 2007).

A nivel nacional, se ha trabajado en la caracterización fenológica y el potencial de valor agregado del fruto. Se trabajó con tres estados de madurez diferentes que fueron verde, maduro y muy maduro; considerando la fruta con y sin cáliz (Vargas Morena, 2015). Los resultados asociados a la masa fueron 2,8 g, 3,5 g, y 3,2 g respectivamente para cada estado de maduración mencionados, mientras que con cáliz fueron de 3,2 g, 4,0 g y 4,0 g. El fruto muy maduro solía contar con un

tamaño menor al maduro cuando cuentan con el cáliz; pero, sin este, no se obtuvieron diferencias. Además, se obtuvo un pH de 3,6 y 15 grados Brix (Vargas Morena, 2015), no obstante, no se indica a qué grado de madurez corresponden.

La materia prima, que es rechazada para exportación, se ha aprovechado en la elaboración de mermelada en Ciénega, Colombia. El estudio abarcó la caracterización fisicoquímica de la materia prima, la elaboración del producto, las evaluaciones de un panel sensorial y análisis microbiológico y el diseño de planta de producción. Dentro del proceso se reportaron pérdidas de 6,0 % de producto dañado y 12,83 % después de la eliminación del cáliz (Rojas Alfonso et al., 2012). El rendimiento que se reportó después del despulpado fue de 73 % y las pérdidas debidas a los residuos adheridos en los utensilios usados para procesos de corte corresponden a un 27 %, estos residuos pertenecen a las cáscaras y las semillas (Rojas Alfonso et al., 2012). De las distintas recetas, la que fue más del agrado del panel fue la mermelada con semillas (Rojas Alfonso et al., 2012).

#### *4.3. Producción de mermelada a escala Semi-industrial*

La escala semi-industrial se define como la producción de algún producto donde se requiere el uso de máquinas para labores específicas y en otros puntos del proceso se puede llevar a cabo de manera manual (Marrelli, 2011).

La mermelada sin frutos cítricos se define por la norma CODEX STAN 296-2009, como un preparado utilizando frutas o verduras enteras, trozos o machacadas con alimentos que brinden un sabor dulce. Su consistencia debe ser semi-líquida, espesa y viscosa. La principal diferencia con las jaleas es que se producen a partir del jugo de frutas o verduras (Codex Alimentarius, 2009).

Para la elaboración de mermeladas se emplean aditivos como: la pectina, acidificantes y preservantes. La pectina se encuentra en los tejidos vegetales, brinda la función estructural, en el sector alimenticio se usa como gelificante debido a la facilidad de formar geles en la presencia de azúcar y ácido o iones de calcio (Montagnani, 2012). Mientras que los acidificantes se usan para resaltar el color, sabor y aroma, aparte de brindar propiedades antimicrobianas. Su adición es importante para llevar el pH abajo de 4,5 y así beneficiar la formación de geles de pectina (Montagnani, 2012).

Para la elaboración de la mermelada se deben de seguir las siguientes etapas (Grau Bazán, 2014):

1. Pelado: consiste en separar la fruta del cáliz o capuchón cuando viene de campo.
2. Selección de Materia Prima: escoger los frutos que cumplen con las características deseadas para el procesamiento y descartar los que vengan dañados y con un estado de madurez que no sea óptimo.
3. Lavado: esta etapa es necesaria para eliminar el polvo, tierra o cualquier otra impureza que pueda venir de campo en la fruta.
4. Desinfección: se realiza con el fin de eliminar cualquier microorganismo patógeno o deterioro, usualmente se usa cloro.
5. Pesado: permite determinar la masa que entra y sale de cada etapa del proceso, además de agregar la proporción correcta de los demás ingredientes.
6. Cocción: en esta etapa se adicionan todos los ingredientes, se debe mover constantemente para evitar que en el fondo se queme o pegue. Debe suceder el proceso de gelificación y el proceso de cocción termina cuando se han alcanzado los 65 grados Brix.
7. Envasado: los envases con sus respectivas tapas deben haber pasado por un proceso de desinfección. Los frascos se llenan con la masa de mermelada previamente establecida según el tamaño del empaque, se cierran y se dejan enfriar.
8. Enfriado: Este proceso se debe realizar de forma rápida con el fin de mantener la calidad del producto y generar el vacío de estos envases. El enfriamiento rápido produce contracción en la mermelada.
9. Etiquetado y almacenamiento: La etiqueta debe contener la información relevante del producto como lugar y fecha de elaboración, peso, composición nutricional, fecha de vencimiento y registro sanitario. El producto se debe guardar en un lugar fresco y seco, sin olores fuertes y sin exposición directa a la luz solar.

#### *4.4. Evaluación de Proyectos*

Un proyecto se puede definir como la búsqueda de una solución a un problema de manera inteligente y de esta forma satisfacer una necesidad humana de manera general. Cuando se habla de un proyecto de inversión significa que a este se le está asignando capital (dinero, personal, entre otros) y con eso podrá brindar un producto o un servicio. Al evaluar un proyecto de inversión se debe analizar la rentabilidad económica donde se abarquen los aspectos financieros y sociales para garantizar que los recursos sean administrados de forma eficiente y segura (Degarmo, 2004).

Para llevar a cabo la evaluación de un proyecto se debe iniciar con un análisis de mercado. Este se basa en el establecimiento y la cuantificación de la oferta y demanda, el análisis del precio del producto o servicio, además de la factibilidad de la comercialización. De esta forma, se verifica la posibilidad de que un producto o servicio entre a un mercado objetivo.

Seguidamente se debe realizar un análisis técnico operativo que busca establecer todos los parámetros técnicos necesarios para que el producto o servicio sea posible ejecutarlo. Consiste en establecer las diferentes operaciones necesarias junto a sus respectivas cantidades de recursos necesarios como materia prima, operativos, entre otros. Además, determinar los parámetros críticos del proceso y como se deben controlar.

Con base en el análisis de mercado y técnico se realiza un análisis financiero que cuantifica toda la información monetaria que implica costos, inversión, ganancias. En esta etapa se debe establecer el punto de equilibrio que consiste en la cantidad mínima económica que se debe producir.

Finalmente se realiza el análisis socioeconómico que establece los impactos sociales, ambientales, que brindará la implementación del proyecto.

#### 4.4.1. *Análisis de Mercado*

El mercado se define como el espacio donde interactúan las fuerzas de la oferta y demanda para llevar a cabo transacciones de servicios y bienes a un precio determinado. El análisis de mercado consiste en cuatro variables: oferta, demanda, precios y comercialización. La recolección de información debe ser metódica, objetiva, sin tendencias, además los datos recolectados deben ser útiles y deben servir para la toma de decisiones (Baca Urbina, 2013).

La demanda es la cantidad de bienes o servicios que el mercado está solicitando o requiriendo para satisfacer sus necesidades a un precio específico. Se ve afectada por distintos factores como la real necesidad del bien o servicio, el precio, nivel de ingresos de los compradores, entre otros. La investigación acerca la demanda se puede basar en datos históricos según estadística o investigaciones de campo (Baca Urbina, 2013).

La demanda se puede clasificar en los siguientes tipos:

- Efectiva: es la cantidad de compras de un producto o servicio que se realizaron (Mandujano Lizárraga & Zoilo Morales del Pozo, 2011).
- Insatisfecha: el público no logra acceder al producto o bien o si lo accedió, no se encuentra satisfecho con lo recibido (Mandujano Lizárraga & Zoilo Morales del Pozo, 2011).
- Satisfecha: el público logró acceder al bien o servicio y se encuentra satisfecho con lo obtenido (Mandujano Lizárraga & Zoilo Morales del Pozo, 2011).
- Aparente: es la creada basada en un número de personas (Mandujano Lizárraga & Zoilo Morales del Pozo, 2011).
- Potencial: conocida también como la futura, no es efectiva en el presente; pero, si en unas semanas, meses o años (Mandujano Lizárraga & Zoilo Morales del Pozo, 2011).
- Continúa: se da por largos periodos con un crecimiento constante mientras la población así lo haga (Baca Urbina, 2013).
- Estacional: se relaciona con algún periodo del año debido al clima, ocasiones comerciales o alguna otra circunstancia (Baca Urbina, 2013).

La oferta es la cantidad de servicios o bienes que una cantidad de productores u oferentes se encuentran dispuestos a ofrecer en el mercado a un precio en específico. El principal objetivo es analizar la cantidad y las condiciones que la economía permite poner a disposición un bien/servicio dentro del mercado. Se ve afectada por el precio de mercado, si hay apoyos del gobierno, la estacionalidad, entre otros. Para analizar la oferta se debe considerar los siguientes factores: cantidad de productores, localización, la calidad instalada y utilizada, la calidad y precio de los productos, entre otros (Baca Urbina, 2013).

Los tipos de oferta se clasifican en:

- Competitiva: existe una libre competencia entre los productores de los productos o servicios, ningún productor domina el mercado. Su participación en el mercado se basa en el precio, servicio y la calidad que brinden (Mankiw, 2015).
- Oligopólica: el mercado se encuentra dominado por unos pocos productores (Mankiw, 2015).
- Monopólica: el mercado se encuentra dominado por solo un productor, estableciendo su calidad, precio y cantidad (Mankiw, 2015).

El precio es la cantidad monetaria cuando la demanda y la oferta de un bien o servicio se encuentra en equilibrio. Es la cantidad en que los productores venden y los consumidores compran un bien o servicio (Mankiw, 2015). Los precios se pueden clasificar según el mercado en que se encuentren por ejemplo: internacional, regional externo (parte de un continente), regional interno (parte de un país), local y nacional (Baca Urbina, 2013).

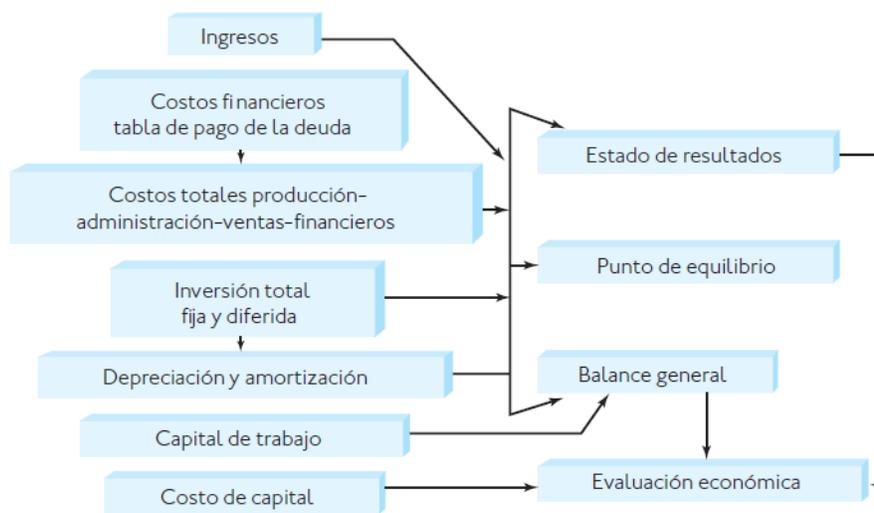
El precio de un bien o servicio se ve establecido por diferentes mecanismos basados en las características de este. Dentro de las formas se encuentran por: mercado interno, valor de productos similares importados, fijados por entes gubernamentales, por el costo de producción, en función de la demanda y el mercado internacional (Mandujano Lizárraga & Zoilo Morales del Pozo, 2011).

La comercialización se conoce como la acción que logra que el productor haga llegar un servicio o bien hasta el consumidor considerando el tiempo y lugar. Se debe colocar el producto o

servicio en el lugar y momento adecuado y de esta manera cuando el consumidor realice la compra obtenga la mayor satisfacción. En la mayoría de condiciones, las empresas no logran vender todos los productos, por lo cual son necesarios los intermediarios que logran colocar el bien en mayor cantidad de sitios oportunamente y en grandes volúmenes (Baca Urbina, 2013).

#### 4.4.2. Análisis Financiero

El análisis financiero posee como objetivo determinar el monto de los recursos económicos necesarios para ejecutar un proyecto. Aquí se deben considerar los costos totales de operaciones que abarcan la producción, administración y las ventas (Degarmo, 2004). La figura 2, muestra como se relacionan los distintos elementos del análisis financiero para realizar una evaluación económica.



**Figura 2.** Estructuración del análisis financiero para un proyecto (Baca Urbina, 2013).

Los costos se pueden definir como el desembolso que se realiza en efectivo o especie en el pasado, presente o futuro. Para la evaluación de proyectos se deben contemplar los costos de producción (materia prima, mano de obra, servicios básicos, entre otros) administración y venta (Mankiw, 2015). La depreciación se aplica a los activos fijos, debido a que con el uso van perdiendo su valor. Mientras que la amortización son los cargos anuales realizados para recuperar la inversión (Mankiw, 2015).

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. Caracterización de las propiedades físicas y químicas de la uchuva

#### 5.1.1. Materia prima para la caracterización de las propiedades físicas y químicas de la uchuva

La fruta se cosechó en una pequeña producción en Dulce Nombre de Jesús de Vásquez de Coronado, San José ( ver figura 23), de aproximadamente 55 m<sup>2</sup>, con un total de 25 plantas. La fruta se cosechó una vez por semana durante los meses de junio del 2021 a marzo del 2022. La uchuva se cosechaba al menos un día previo a la ejecución de los experimentos y se transportaba a temperatura ambiente a las instalaciones del Laboratorio de Poscosecha y Empaque de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas en San Pedro. La primera selección se realizó en el campo, al momento de la cosecha, desechando los frutos del suelo o con algún daño similar al de la figura 4.



**Figura 3.** Ubicación geográfica de producción de uchuva en Dulce Nombre de Jesús de Coronado.



**Figura 4.** Fruta con picadura encontrada en campo.

### 5.1.2. Caracterización de propiedades físicas y químicas de la uchuva

La tabla 3 presenta las características de la fruta que se evaluaron y la fecha de inicio y de final de estas evaluaciones con el objetivo de contar con datos en la época lluviosa y época seca. Las propiedades físicas y químicas se empezaron a medir en diferentes fechas, debido a las restricciones que ocasionó la pandemia del COVID-19.

**Tabla 3.** Periodo de caracterización de la fruta de la uchuva.

Características	Fecha Inicio	Fecha Final
Masa de la fruta, diámetros, redondez, esfericidad y redondez	jun-21	feb-22
Densidad, pH, grados brix, actividad del agua e índice de color	jul-21	mar-22
Firmeza	ago-21	mar-22

Para la determinación de la muestra para cada variable medida se utilizó la formula 1. Se utilizó un valor de 0,95 para el intervalo de confianza, un error de confianza de 0,05, el límite aceptable de error fue de 1,96 y un error de 0,1.

$$n = \left( \frac{\frac{Z \cdot \alpha}{2} \cdot \sigma}{E \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

$\alpha$  = Intervalo de confianza

$\frac{Z \cdot \alpha}{2}$  = Límite aceptable del error

$E$  = Error

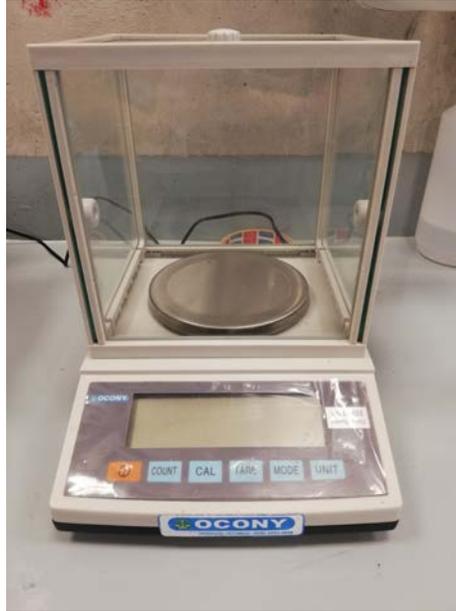
$\sigma$  = Desviación estándar

$\bar{x}$  = Promedio

La medición de las variables de masa de la fruta con cáliz, masa de la fruta sin cáliz, diámetros, redondez, esfericidad, densidad e índice de color se realizó con una muestras de 57 unidades por semana, con un total de 228 unidades por mes.

#### *5.1.2.1. Medición de la masa de la uchuva entera y fresca*

La masa de las frutas con y sin cáliz se ejecutó con una balanza analítica con una precisión de 0,01g, (marca OCONY, modelo ES-1000h, figura 5). Para los diámetros se usó un vernier digital, (marca Truper) con una precisión de  $\pm 0.01$  mm, como se observa en la figura 6. Se evaluaron 228 unidades de fruta por mes.



**Figura 5.** Balanza analítica digital (marca OCONY, modelo ES-1000h) usada para medir la masa de la fruta ( $\pm 0,01$  g).



**Figura 6.** Medición del diámetro de la uchuva con un vernier (marca Truper)  $\pm 0.01$  mm.

#### 5.1.2.2. Medición de la esfericidad y redondez de la uchuva entera y fresca

Se evaluaron 228 unidades de fruta por mes. La esfericidad se calculó con la ecuación 2 (Mandala & Protonotariou, 2021).

$$Esfericidad = \frac{D_i}{D_c} \quad (2)$$

$D_i$  = Diámetro del círculo más grande inscrito ( $mm$ ).

$D_c$  = Diámetro del círculo más pequeño circunscrito ( $mm$ ).

La redondez se determinó con la ecuación 3 (Mandala & Protonotariou, 2021).

$$Redondez = \frac{A_p}{A_c} \quad (3)$$

$A_p$  = la mayor área proyectada del objeto en posición de reposo natural ( $cm^2$ ).

$A_c$  = área del círculo más pequeño circunscrito ( $cm^2$ ).

#### 5.1.2.3. Medición del volumen y densidad para la uchuva entera y fresca

El volumen se determinó por la diferencia de agua desplazada en una probeta de 50 mL. Donde primero se midió el volumen inicial, se colocó la fruta y posteriormente se volvió a medir el volumen final como se muestra en la figura 7. Se evaluaron 228 unidades de fruta por mes. Se utilizó la ecuación 4 para determinar el volumen de la uchuva:

$$v_u = v_f - v_i \quad (4)$$

$v_u$  = Volumen de la uchuva ( $mL$ ).

$v_f$  = volumen final ( $mL$ ).

$v_i$  = volumen inicial ( $mL$ ).



**Figura 7.** Medición de volumen de la fruta con probeta.

La densidad se calculó con la ecuación 5.

$$\rho = \frac{m_f}{v_u} \quad (5)$$

$\rho$  = densidad real ( $g/cm^3$ ).

$m_u$  = masa de la uchuva sin cáliz ( $g$ ).

$v_u$  = volumen de la uchuva ( $cm^3$ ).

#### 5.1.2.4. Medición de pH y contenido de sólidos solubles de la pulpa de la uchuva

La fruta entera se licuó en una licuadora (marca Waring Commercial, modelo 7010S). Un volumen de 25 mL por cada muestra se utilizó para determinar el valor de pH. El pHmetro (marca Hanna Instruments, modelo HI 2211) usado se presenta en la figura 9. La misma muestra se usó para medir los grados Brix. Un refractómetro digital (marca Vee Gee, modelo PDX-1) como el que se muestra en la figura 8 se empleó en la determinación de los grados Brix. En total se recolectaron tres muestras de la pulpa de la uchuva conservando las semillas de 25 mL aproximadamente cada una para realizar la medición de ambas variables, se realizaron tres mediciones por semana, con un total de 12 mediciones por mes. A cada una muestra primero se le midió el pH y seguidamente a esa misma se le midió el contenido de sólidos solubles.



**Figura 8.** Refractómetro digital (Marca Vee Gee, modelo PDX-1) usado para determinar los sólidos solubles por medio de una escala de grados Brix.



**Figura 9.** pHmetro (Marca Hanna Instruments, modelo HI 2211) usado para determinar el pH de la fruta.

#### 5.1.2.5. *Medición de Actividad de Agua (Aw) de la pulpa con semillas de uchuva*

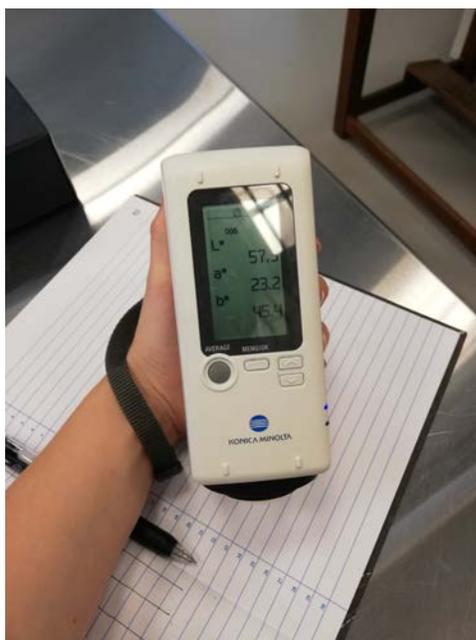
La actividad de agua ( $A_w$ ) se midió con un medidor de actividad de agua (marca Aqualab, modelo 4TE). La pulpa de la fruta con la semilla se usó para cada muestra. Una muestra de 5 g se colocó en el envase correspondiente del equipo, como se muestra en la figura 10. En este caso, se realizaron tres mediciones por semana, hasta completar 12 mediciones por mes.



**Figura 10.** Medidor de actividad de agua, (modelo AQUALAB 4TE de METTER) usado para determinar la actividad de agua de la uchuva.

#### 5.1.2.6. *Medición del índice de color (IC) de la uchuva entera y fresca*

El índice de color se midió con un colorímetro (marca KONICA MINOLTA, modelo CR-20) como se muestra en la figura 11. Se utilizó la escala de color CIELAB (LAB), donde se midieron los valores de L\*: luminosidad, a\*: coordenadas entre rojo y verde y b\*: coordenadas entre azul y amarillo. El color se midió siempre en el extremo distal del pedúnculo, se evaluaron 228 unidades de fruta por mes.



**Figura 11.** Colorímetro (marca KONICA MINOLTA, modelo CR-20) utilizado para medir el índice de color de la uchuva entera y fresca.

El índice de color se calculó con la ecuación 6.

$$IC = \frac{1000 \cdot a^*}{L^* \cdot b^*} \quad (6)$$

$IC$  = Índice de color.

$L^*$  = luminosidad.

$a^*$  = coordenada cromática en a .

$b^*$  = coordenada cromática en b.

Considerando que (Márquez et al., 2009):

$IC \leq -7$  = Coloración verde.

$-7 < IC < 0$  = Coloración verde amarillosa.

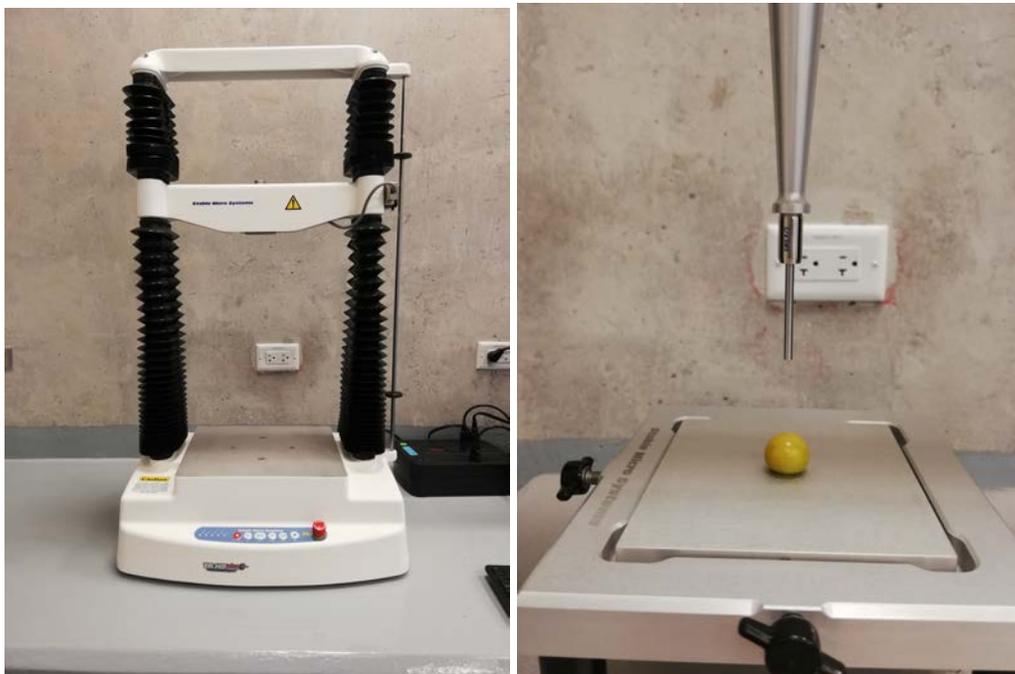
$IC \approx 0$  = Coloración amarilla.

$0 < IC < 7$  = Coloración anaranjada.

$IC > 7$  = Coloración anaranjada intensa.

#### 5.1.2.7. *Medición de la firmeza de la uchuva entera y fresca*

La firmeza se midió con un texturómetro, (marca Stable Micro Systems, modelo TA.HD plus C) con una punta cilíndrica de 3 mm de diámetro y 30 mm de largo. El equipo se ajustó a una velocidad antes de la prueba de firmeza de 1,0 mm /s, la velocidad de la prueba se ajustó a 2 mm/s y la velocidad posterior a la prueba o posprueba fue de 10 mm/s basado en estudios previos (Llanos et al., 2013). La punta seleccionada llegó a una distancia de 5 mm de penetración. La fruta se colocó como se muestra en la figura 12. En total, se midieron 15 unidades por semana, lo que corresponde a 60 unidades por mes.



(a) Texturómetro (Stable Micro Systems, (b) Punta cilíndrica de 3 mm utilizada para me-  
TA.HD plus C) utilizado para medir la firmeza. dir firmeza.

**Figura 12.** Equipo utilizado para medir firmeza de la uchuva fresca y entera.

#### 5.1.2.8. *Medición de la viscosidad de la pulpa de uchuva con semillas*

La viscosidad (cP) se midió con un viscosímetro, ver figura 13 (marca Fungilab, modelo Smart series) que reportaba los resultados en centipoises. En total se establecieron tres velocidades de giro: 70 rpm, 90 rpm y 120 rpm a dos temperaturas: 15 °C y 23 °C. El husillo utilizado para todas las mediciones fue el L4 debido a que se ajustaba a la densidad de la pulpa (FUNGILAB S.A., s.f.).



**Figura 13.** Viscosímetro (marca: Fungilab) utilizado para realizar las pruebas.

### 5.1.3. Pruebas de almacenamiento en refrigeración

La materia prima para esta prueba se cosechó en el distrito de Llano Grande de Cartago, en la provincia de Cartago, el día 22 de agosto del 2021 y se transportó a temperatura ambiente al día siguiente a las instalaciones del Laboratorio de Poscosecha y Empaque de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas en San Pedro.

Las variables que se evaluaron a lo largo del tiempo fueron el cambio de masa (%), la actividad del agua, el pH, contenido de sólidos solubles (grados Brix), índice de color y firmeza (N). Estas variables se determinaron con la misma metodología y el equipo que se especifica en la sección 5.1.2.

En total, se recibió una masa de 9,88 kg de uchuva con cáliz, posteriormente se procedió a eliminar el cáliz y realizar una selección de la fruta de acuerdo a los daños. La selección consistió en agrupar la fruta en buen estado, la que presentaba algún daño o la que estuviera verde, estas dos últimas fueron descartadas. La uchuva en buen estado se lavó con agua con una concentración 100 ppm de hipoclorito de sodio. Seguidamente, se escurrieron y se prepararon las muestras que se

empacaron en bolsas de polipropileno (PP) con aproximadamente 100 g cada una.

Las muestras estuvieron en refrigeración durante 30 días a una temperatura de 5 °C (figura 14). Las evaluaciones se realizaron 14 días, donde cada día se utilizaron tres muestras (una muestra es equivalente a una bolsa de aproximadamente 100 g), cada una de las muestras corresponde a una repetición. En total, se realizaron 14 evaluaciones en el tiempo, lo que permitió que se obtuvieran 14 puntos o datos dependientes del tiempo. Los ensayos correspondieron a pruebas destructivas, por esta razón, al final de la evaluación las muestras se descartaron.



**Figura 14.** Cámara de refrigeración utilizada.

El cambio de la masa se obtuvo con la ecuación 7.

$$\Delta_{masa} = \left( \frac{M_i - M_f}{M_i} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

$\Delta_{masa}$  = Cambio de masa (%).

$M_i$  = Masa inicial (g).

$M_f$  = Masa final (g).

Para el índice de color y la firmeza se analizaron 15 unidades de fruta por bolsa con la misma metodología que la sección 5.1.2. Asimismo para el pH, grados Brix y Aw se siguió la misma metodología descrita en la sección 5.1.2.

#### *5.1.4. Pruebas de almacenamiento en congelación*

La materia prima para estas pruebas se cosechó de una pequeña producción en Dulce Nombre de Jesús de Vásquez de Coronado, San José. El periodo de congelación se estableció de 22 días (Montes R et al., 2005). Las muestras se empacaron en bolsas de polipropileno (PP), cada empaque contenía una masa de 150 g, cada bolsa se dejó 22 días a una temperatura de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la cámara de la figura 15. Posteriormente, cada empaque se descongeló a temperatura ambiente y para realizar las mediciones de pH, grados Brix y Aw según la metodología de la sección 5.1.1.



**Figura 15.** Cámara de congelación utilizada (marca Omega).

## *5.2. Establecimiento del proceso de elaboración a escala semi-industrial para la producción de mermelada de Uchuva*

### *5.2.1. Formulación de mermelada de uchuva a escala semi-industrial*

Para la elaboración de la mermelada de uchuva se siguió las indicaciones de la norma del Codex para las confituras, jaleas y mermeladas (CODEX STAN 296-2009). Acá se establece que para

mermeladas sin frutos cítricos, el porcentaje mínimo de fruta debe ser de 30 % (Codex Alimentarius, 2009). Se requirió la elaboración de una receta que cumpla con la norma anteriormente mencionada y el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 65.05.63:13, donde se establecen buenas prácticas de manufactura y aditivos permitidos en la preparación de estos productos.

El proceso para la producción de mermelada de uchuva se determinó con base en la investigación de los ingredientes permitidos en el Codex, incluyendo los aditivos correspondientes. Se realizó una investigación sobre las proporciones recomendadas donde se evaluaron dos porcentajes de contenido de azúcar y el porcentaje de conservantes usados en productos a base de bayas. Primero, se realizaron pruebas informales a escala de laboratorio para verificar la consistencia, el sabor y la dulzura. De esta forma, el uso de la materia prima se optimiza cuando se ejecutó el proceso a escala de planta semi-industrial. Posteriormente, las características de contenido de sólidos solubles, pH y actividad de agua se evaluaron a escala de laboratorio con el producto terminado que corresponde a la mermelada de uchuva.

#### *5.2.2. Materia prima para la realización de mermelada de uchuva a escala semi-industrial*

La fruta para la realización de la mermelada se cosechó en Llano Grande de Cartago y se transportó a temperatura ambiente a las instalaciones del Laboratorio de Poscosecha y Empaque de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas en San Pedro, San José. Los productos secundarios como el azúcar, el ácido cítrico y preservante de grado alimenticio se adquirieron comercialmente.

La fruta se cosechó con el cáliz, por lo tanto, se procedió a removerlo de forma manual. Al mismo tiempo, se realizó la selección de la fruta, dejando por fuera cualquier fruta con alguna picadura, mancha con moho, descompuesta o verde. Posteriormente, se lavó la fruta en una solución con agua con 100 ppm de hipoclorito de sodio (ver en figura 16) y se escurrió para licuarla y obtener la pulpa, v.

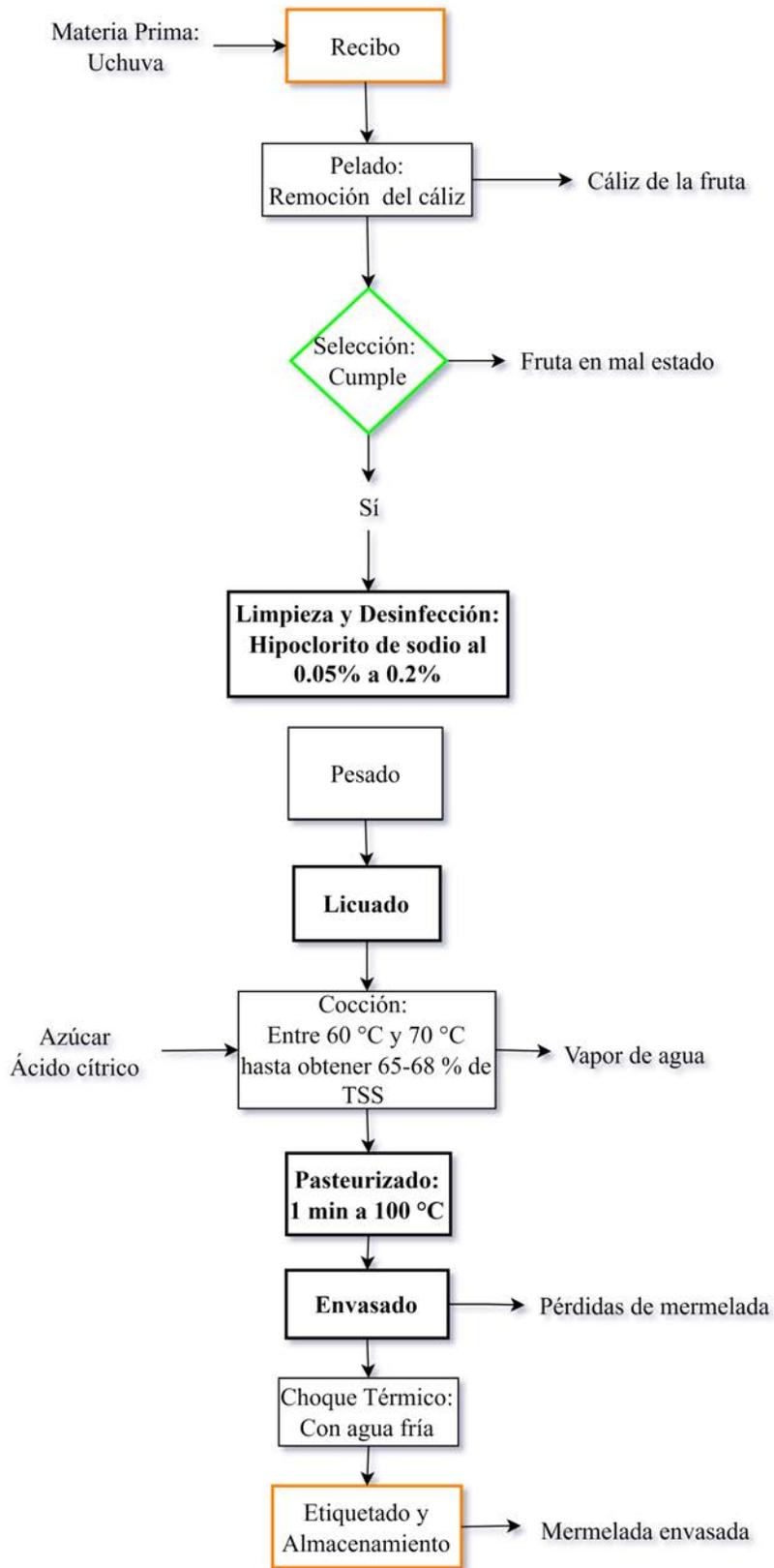


**Figura 16.** La fruta pelada en agua con hipoclorito de sodio para su desinfección.

### 5.2.3. *Proceso de elaboración de mermelada de uchuva*

Este proceso se llevó a cabo en el Laboratorio de Poscosecha y Empaque de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas, si bien el espacio no corresponde al de una planta semi-industrial para la elaboración de mermelada, se cuenta con una marmita de esta escala y de un espacio de laboratorio dedicado al manejo de alimentos. Las diferentes etapas que conformaron la elaboración de mermelada fueron: recibo, pelado, selección, limpieza y desinfección, pesado, pulpeado, pasteurización, cocción, envasado, empaque, enfriamiento, etiquetado, choque térmico y almacenamiento. La figura 17, indica el flujo del proceso de la elaboración de la mermelada.

Para la elaboración de la mermelada se utilizó una marmita de vapor de la marca Tecnología Farmacéutica Industrial S.R.L., ver figura 18 ubicada en el laboratorio de Poscosecha de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas en San Pedro, San José. Se trabajaron dos formulaciones diferentes donde lo que varió fue la proporción pulpa: azúcar, cada una se realizó dos veces. La temperatura promedio de la marmita se encontró en 90 °C, mientras que la presión de vapor en promedio se encontró en 40 rpm y la velocidad fue de 60 rpm.



**Figura 17.** Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial.



**Figura 18.** Marmita utilizada para la elaboración de mermelada.

La mermelada se empacó en bolsas Doypack transparentes de aproximadamente 500 g cada una como se muestra en la figura 19, para el cierre de las bolsas se hizo un sello térmico con una selladora (marca Impulse Sealer, modelo PCS300).



**Figura 19.** Mermelada de Uchuva empacada en bolsas de aproximadamente 500g en bolsas Doypacks.

#### 5.2.4. Balance de masa para la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial

El balance de masa se basó en las operaciones unitarias detalladas en la figura 17, desde el recibo hasta el envasado, donde las operaciones que generaron residuos fueron: pelado, selección y envasado. Durante la elaboración de mermelada se midió la masa de las materias primas, la fruta seleccionada y producto final en las unidades de empaque. Para llevar a cabo el balance de masa, se establecieron las siguientes ecuaciones:

$$m_R = m_F + m_D \quad (8)$$

$$m_D = m_R - m_F \quad (9)$$

$$m_A = m_T - m_P - m_M \quad (10)$$

$$\text{Rendimiento}_{\text{Fruta}}(\%) = \left( \frac{m_F}{m_R} \right) \cdot 100 \quad (11)$$

$$\text{Rendimiento}_{\text{Total}}(\%) = \left( \frac{m_M}{m_T} \right) \cdot 100 \quad (12)$$

$m_R$  = Masa recibida de la fruta, incluyendo el cáliz (kg).

$m_F$  = Masa de la fruta sin el cáliz (ya pelada) (kg).

$m_D$  = Masa de los residuos no aprovechables: cáliz y fruta en mal estado o verde (kg).

$m_A$  = Masa total de agua evaporada (kg).

$m_P$  = Masa total de pérdidas de mermelada (kg).

$m_M$  = Masa de toda la mermelada producida (kg).

$m_T$  = La masa total de todos los ingredientes para la producción de mermelada (kg).

### 5.2.5. Determinación del calor específico para la mermelada de uchuva

El calor específico se calculó para la mermelada con la ecuación 13 mientras que para la fruta fresca se usó la ecuación 14. Esto debido a que la literatura consultada no se reportaban valores para la uchuva ni para la mermelada de uchuva.

$$c_p = 1,42 \cdot X_c + 1,549X_p + 1,675X_f + 0,837 \cdot X_a + 4,187 \cdot X_w \quad (13)$$

$$c_p = 3,35 \cdot X_w + 0,84 \quad (14)$$

$c_p$ : calor específico ( $kJ/kg \cdot K$ ).

$X_c$ : la fracción de la masa de carbohidratos.

$X_p$ : la fracción de la masa de proteína.

$X_f$ : la fracción de la masa de grasa.

$X_a$ : la fracción de la masa de cenizas.

$X_w$ : la fracción de la masa de agua.

Los análisis para determinar los compuestos anteriores de las dos formulaciones de mermeladas se realizaron en el laboratorio de química del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia de los análisis de proteína, humedad, cenizas y grasa con la ecuación 15.

Los métodos que se utilizaron para los análisis de composición química del CITA fueron:

- Proteínas: Nitrógeno Total por método Kjeldahl utilizando equipo Foss Tecator (P-SA-MQ-003).
- Contenido de Humedad: Humedad (P-SA-MQ-002).
- Cenizas: (P-SA-MQ-004).

La determinación de carbohidratos se realiza por medio de diferencia ecuación 15.

$$X_c = 100 - (X_p + X_f + X_a + X_w) \quad (15)$$

### 5.2.6. Balance de energía para la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial

El balance de energía se enfocó en las operaciones de pasteurización y cocción solamente. Se llevó a cabo con las ecuaciones de la 16 a la 23.

$$Q_T = Q_e + Q_p + Q_m + Q_l \quad (16)$$

$$Q_p = m_p \cdot cp_f \cdot (T_f - T_i) \quad (17)$$

$$Q_m = m_m \cdot cp_m \cdot (T_f - T_i) \quad (18)$$

$Q_T$  = Energía calorífica requerida en el proceso (kJ).

$Q_e$  = Energía calorífica de agua evaporada (kJ).

$Q_p$  = Energía calorífica de la pulpa de la uchuva (kJ).

$Q_m$  = Energía calorífica de la mermelada de uchuva (kJ).

$Q_l$  = Energía por pérdidas por convección (kJ).

$cp_f$  = Calor específico de la uchuva (kJ/kg · K).

$cp_m$  = Calor específico de la mermelada de uchuva (kJ/kg · K).

$T_f$  = Temperatura final (K).

$T_i$  = Temperatura inicial (K).

La energía del agua evaporada durante el proceso se calculó con la ecuación 19 y la energía del vapor condensado durante el proceso se calculó con la ecuación 20.

$$Q_e = m_A \cdot h_{fg} \quad (19)$$

$$Q_c = m_c \cdot h_f \quad (20)$$

$Q_c$  = Energía calorífica de vapor de agua condensado ( $kJ$ ).

$m_A$  = masa de agua evaporada ( $kg$ ).

$m_c$  = masa de agua condensada ( $kg$ ).

$h_{fg}$  = Entalpía de evaporación del agua ( $kJ/kg$ ).

$h_f$  = Entalpía del agua saturada ( $kJ/kg$ ).

La energía correspondiente a pérdidas por calor de convección se calculó con las ecuaciones 21 y 22.

$$Q_l = \frac{h \cdot A \cdot (T_s - T_\infty)}{t} \quad (21)$$

$$h = \frac{k_{fluido} \cdot (\partial T / \partial y)_{y=0}}{(T_s - T_\infty)} \quad (22)$$

$$\left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=0} = (T_s - T_\infty) \cdot (-a) \quad (23)$$

$Q_l$  = Energía por pérdidas por convección ( $kJ$ ).

$h$ : coeficiente de transferencia por convección ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ).

$A$ : área superficial de transferencia de calor ( $m^2$ ).

$T_s$ : temperatura de la superficie ( $^\circ C$ ).

$T_\infty$ : temperatura del fluido suficientemente lejos de la superficie ( $^\circ C$ ).

$t$ : tiempo de cocción de la mermelada (s).

$k_{fluido}$ : conductividad térmica del fluido ( $W/m \cdot ^\circ C$ ).

$a$ : La distancia de la temperatura del fluido lo suficientemente lejos de la superficie.

### 5.2.7. Caracterización de la mermelada de uchuva

Las propiedades evaluadas a la mermelada obtenida corresponden a los grados Brix, el pH y la actividad de agua. Los grados Brix se midieron durante el proceso de elaboración de la mermelada siguiendo la metodología de la sección 5.1.2. Las evaluaciones del pH y la actividad de agua

consistieron en tomar 10 empaques aleatoriamente de cada lote de mermelada realizado. Posteriormente a cada muestra de mermelada empacada se le midió tres veces el pH y la actividad de agua según la metodología de la sección 5.1.2. La figura 20 muestra el volumen de mermelada (25 mL) que se depositó en un beaker para determinar el pH de la mermelada.



**Figura 20.** Muestras de mermelada de uchuva para determinar el pH.

#### 5.2.8. *Panel Sensorial*

El panel sensorial se llevó a cabo en la Sala de Capacitaciones de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas, en la Universidad de Costa Rica. Se realizó una prueba de aceptación del producto, donde se utilizó una escala hedónica de 0 a 10 como se muestra en la figura 21. Para seleccionar la muestra mínima de personas, se seleccionó un RSML 0,23,  $d=0,1$ ,  $\alpha=10\%$  y  $\beta=20\%$  según (Hough et al., 2006), lo cual nos da que la muestra debe ser de 66 panelistas no entrenados.



**Figura 21.** Escala hedónica utilizada en el panel sensorial.

A cada persona se le brindaron dos muestras, debidamente identificadas que correspondían respectivamente a la formulación A y B. La mermelada se repartió en recipientes transparentes con aproximadamente 10 g cada uno y a temperatura ambiente. La numeración correspondía a un control de la cantidad de muestras preparadas a como se muestran en la figura 22. Las preguntas que se le realizaron a las personas que realizaron el panel sensorial se encuentran en el anexo 2.

Para analizar el agrado de las muestras estadísticamente se utilizó Minitab Statistical Software 21. Las pruebas de aceptación se analizaron con estadística paramétrica, donde se realizó la prueba tipo t de 2 muestras y comparación de promedios y desviación estándar. Se utilizan estas pruebas a pesar de que los datos no siempre se ajustan a una distribución normal, debido al gran tamaño de la muestra en pruebas de consumo (Lawless & Heymann, 2010).



**Figura 22.** Muestras de mermelada de uchuva para el panel sensorial.

### 5.3. *Análisis estadístico*

El análisis estadístico de las propiedades de la fruta fresca y la mermelada se realizó con Minitab Statistical Software 21, primero se procedió a realizar las pruebas de estadística básica descriptiva, posteriormente el análisis de normalidad. Si los datos resultaban normales, se procedió a realizar un ANOVA con Tuckey con un  $\alpha$  5 % de confianza. No obstante, si los datos en primera instancia no son normales, se realizaba la prueba de identificación de distribución individual y si alguna transformada se ajustaba, se realizaba el ANOVA con Tuckey con un  $\alpha$  5 % de confianza. Si ninguna transformada daba que los datos fueran normales, para analizar si había diferencias significativas se usó prueba de Kruskal-Wallis de estadística no paramétrica.

#### *5.4. Análisis de la viabilidad tecno-económica de la producción de mermelada de uchuva a escala semi-industrial*

El análisis técnico-económico se realizó a nivel de planta semi-industrial, donde se analizó el estudio técnico, de mercado y financiero y la determinación de la viabilidad. El estudio de mercado es fundamental para caracterizar y segmentar al mercado. Se debe conocer la intención de compra, el precio que estarían dispuestos a pagar y la frecuencia de compra. De esta manera, se pudo estimar la cantidad de producto final que se vendería y usar este dato para el flujo de caja.

##### *5.4.1. Análisis de mercado*

La información para el análisis de mercado se recopiló de una encuesta llevada a cabo aleatoriamente por medio de un formulario en línea. La muestra consistió de un total de 223 personas. Este formulario se distribuyó por medio de redes sociales y de forma aleatoria las personas respondieron. Se estableció que la mermelada de uchuva va a ser un producto de conveniencia, donde irá enfocado a un consumo familiar. El principal objetivo de la encuesta fue recopilar información acerca del interés de la población en el consumo de mermelada, el conocimiento acerca de la fruta de la uchuva, el interés en una mermelada de uchuva y cuanto estarían dispuestos a pagar por ella. De esta forma, se realizó un sondeo entre diferentes grupos de personas para conocer el interés en el producto.

Para comprender mejor el potencial mercado que tendría el producto, se identificaron las empresas que venden exclusivamente la fruta fresca y/o la mermelada de uchuva considerando los productos de la competencia. Se investigó el rango de precios que manejan estos productos según el mercado que están destinados. Esta información se recolectó por medio de visitas a los supermercados, ferias del agricultor, revisando en páginas web y consultando directamente a dos productores.

##### *5.4.2. Análisis financiero*

A partir de la elaboración de mermelada, se consideró el planteamiento del análisis financiero a nivel de planta semi-industrial. Se determinan los costos de inversión iniciales en equipo y

herramientas necesarias para el proyecto basado en lo utilizado en el laboratorio. Dentro de los equipos básicos y necesarios se deben considerar la marmita y cámaras de refrigeración de grado alimenticio.

Los costos se aproximaron con base en insumos, equipos requeridos y en el uso de los recursos. Se tomaron en cuenta las materias primas, electricidad, agua, personal capacitado y con conocimiento del manejo del equipo y empaque. En cada etapa de procesamiento se midió el tiempo con el objetivo de calcular el costo monetario por kilogramo de mermelada relacionado con la mano de obra. Además, se consideraron los costos de adquirir la marmita eléctrica para la elaboración de la mermelada.

La selección de equipos se realizó con base en los utilizados en el Laboratorio de Poscosecha y Empaque de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas. La marmita es el equipo clave para la producción de mermelada, se seleccionó una eléctrica para mayor facilidad de instalación con una capacidad de 100 L.

El flujo de caja incluyó los ingresos por la venta de las mermeladas, los costos del proyecto, si se requirió alguna inversión con solicitud de préstamo y su pago; además, de las diferentes cargas sociales que apliquen. El flujo de caja se realizó para las dos formulaciones (A y B), en ambos casos se realizó mes a mes durante el primer año, y de forma anual del año cero a diez de operación. El modelo de negocio se basó en el comercio electrónico y canal tradicional como supermercados. El cálculo de la depreciación se utilizó el método lineal con la ecuación 24. El valor actual neto (VAN) se calculó con la ecuación 25 y la tasa interna de retorno (TIR) con la ecuación 26, tomando en cuenta que se despeja la tasa de descuento que hace que el valor actual neto sea cero.

$$Depreciación = \frac{V_A}{V_u} \quad (24)$$

$V_A$  : Valor actual \$.

$V_u$  : Vida útil \$.

$$VAN = \frac{\sum Q_a}{(1+i)^a} \quad (25)$$

$Q$ : Flujo neto del año  $\text{€}$ .

$a$ : año.

$i$ : tasa de descuento (%).

$$TIR = 0 = \frac{\sum Q_n}{(1+i)^n} \quad (26)$$

Para realizar el flujo de caja del primer año en operación y los siguientes años se tomaron los siguientes supuestos:

1. La solicitud de un préstamo de  $\text{€}6$  millones con una tasa de interés de 12 %.
2. El préstamo se paga en 5 años.
3. Se considera un 26,5 % de cargas sociales a la Caja Costarricense del Seguro Social.
4. La capacidad máxima de la marmita es de 100 L por lote, 20 lotes al mes, donde se va a trabajar al 20 % de capacidad al primer año (4 lotes por mes).
5. Se previó un crecimiento anual del 3 % en cantidades vendidas.
6. Se previó una inflación anual del 1,5 %.
7. En diciembre se debe pagar el aguinaldo al personal.
8. El precio de la mermelada es de  $\text{€}3085$  con el IVA incluido.
9. El precio de la mermelada va a aumentar un 2 % todos los años.
10. El proyecto se evaluó a un horizonte de 10 años debido a que se considero que se iba a mantener en el tiempo (Sapag Chain, 2011).

### *5.4.3. Análisis socioeconómico*

Para llevar a cabo el análisis socioeconómico, se consideraron los aspectos ambientales y sociales en los que iba a repercutir el proyecto. La parte ambiental, se consideró que toda actividad va a generar residuos, por lo cual, se trabajó para incorporar aspectos de economía circular y darles revalorización. Además, se consideraron las ventajas y desventajas sociales de trabajar con la uchuva que se considera una fruta exótica, los productores, el personal de la empresa y todas las personas indirectamente relacionadas con la actividad.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Caracterización de propiedades de las propiedades físicas y químicas de la uchuva

#### 6.1.1. Masa

La fruta con cáliz reportó un valor máximo promedio de 4,24 g en el mes de septiembre y un mínimo de 2,88 g en el mes de junio, con una desviación estándar de 0,74 y 0,58 respectivamente como se observa en la tabla 4. En el caso de la fruta sin cáliz, el valor máximo fue de 3,90 g en el mes de septiembre y mínimo de 2,67 g en junio con una desviación estándar de 0,67 y 0,55 respectivamente. La fruta con cáliz presenta una mayor desviación estándar que la fruta sin cáliz por lo cual la diferencia se puede asociar con la presencia del cáliz y el nivel de humedad.

**Tabla 4.** Valores promedio de la masa y su desviación estándar de la fruta de uchuva por cada mes que se realizó la cosecha desde junio del 2021 hasta febrero del 2022.

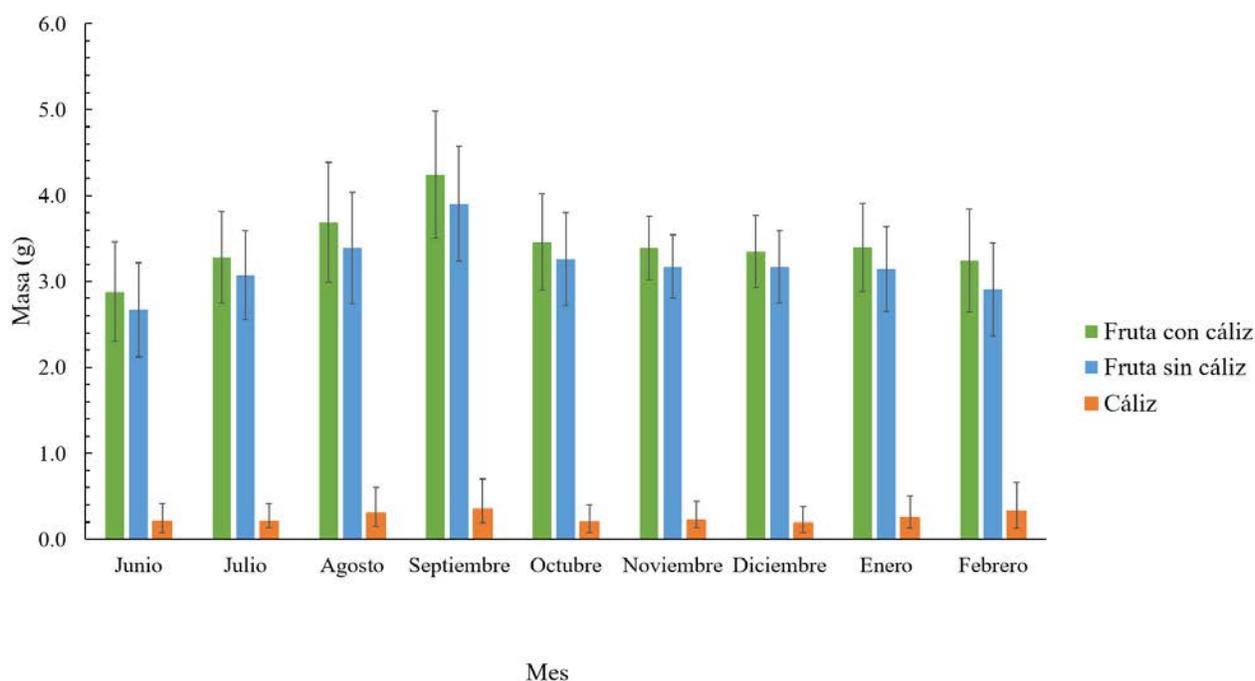
Mes/Propiedad	Fruta con cáliz (g)	Fruta sin cáliz (g)	Fruta sin cáliz (%)	Cáliz (g)	Cáliz (%)
jun-21	2,88 <sup>e</sup> ± 0,58	2,67 <sup>f</sup> ± 0,55	92,77 ± 3,93	0,21 ± 0,13	7,23 ± 3,93
jul-21	3,28 <sup>d</sup> ± 0,53	3,07 <sup>d</sup> ± 0,52	93,50 ± 2,71	0,21 ± 0,11	6,50 ± 2,71
ago-21	3,69 <sup>b</sup> ± 0,70	3,39 <sup>b</sup> ± 0,65	91,90 ± 3,57	0,30 ± 0,15	8,10 ± 3,57
sep-21	4,24 <sup>a</sup> ± 0,74	3,90 <sup>a</sup> ± 0,67	91,93 ± 3,31	0,35 ± 0,16	8,07 ± 3,31
oct-21	3,46 <sup>c</sup> ± 0,56	3,26 <sup>bc</sup> ± 0,54	94,03 ± 2,72	0,20 ± 0,12	5,97 ± 2,72
nov-21	3,39 <sup>cd</sup> ± 0,37	3,17 <sup>cd</sup> ± 0,37	93,40 ± 2,64	0,22 ± 0,09	6,60 ± 2,64
dic-21	3,35 <sup>cd</sup> ± 0,42	3,17 <sup>cd</sup> ± 0,42	94,29 ± 2,68	0,19 ± 0,11	5,71 ± 2,68
ene-22	3,40 <sup>cd</sup> ± 0,51	3,14 <sup>cd</sup> ± 0,49	92,55 ± 3,47	0,25 ± 0,12	7,45 ± 3,47
feb-22	3,24 <sup>d</sup> ± 0,60	2,91 <sup>e</sup> ± 0,54	89,69 ± 4,92	0,33 ± 0,20	10,31 ± 4,92

Los meses donde la fruta tuvo un valor más alto fue en septiembre y octubre, mientras que los más bajos fueron febrero y junio. Lo anterior se puede deber a que los meses de septiembre y octubre se caracterizan por grandes precipitaciones, mientras que junio y febrero es menor la cantidad de precipitación que se da en el país. Esto debido a que en meses de menos precipitación las plantas se encuentran en un estrés hídrico por lo cual los frutos que desarrollan no son tan grandes.

El análisis realizado a la masa revela que la fruta con el cáliz presentan diferencias significativas entre los meses de cosecha (tabla 4). Los meses desde octubre del 2021 hasta febrero del 2022 y julio del 2021 son comparables entre sí para la fruta con cáliz. Mientras que los meses de junio

y septiembre del 2021 no son comparables con ningún otro mes. No obstante, los meses desde octubre del 2021 hasta enero del 2022 si son comparables entre sí (el análisis de Tuckey).

La fruta sin cáliz, que es la misma que la fruta con cáliz, solamente se le removió el cáliz, presentó diferencias significativas a lo largo de los meses de cosecha. En este caso los meses de junio, septiembre del 2021 y febrero del 2022 no son comparables con ningún otro mes. La masa de la fruta sin cáliz porcentualmente representa desde un 89,69 % hasta 94,29 % de la masa de la fruta con cáliz mientras que la masa de cáliz representa entre 5,71 % hasta 10,31 % de la masa de la fruta con cáliz.



**Figura 23.** Gráfica de valor promedio de la masa (g) por unidad de fruta de la uchuva con cáliz y la fruta sin cáliz desde junio del 2021 hasta febrero del 2022.

Estudios realizados en Brasil, reportan que para la *Physalis peruviana* L la masa promedio por unidad es de 5,93 g para la fruta sin cáliz (Curi et al., 2018). Mientras que en Bursa, Turquía, en el 2012 el promedio de la masa fue de 3,09 g para la fruta sin cáliz (Yıldız et al., 2015). En un estudio de Colombia, la masa que se reporta corresponde a un valor de 6,56 g sin cáliz (Marín et al., 2010). Los datos obtenidos se encuentran dentro de lo reportado por otros autores. Además, la masa de la fruta se puede considerar una variable difícil de controlar debido a que su valor varía con la época

del año en que se esté produciendo basado en los resultados de la tabla 4. Por otro lado controlar factores como el riego, altitud y latitud pueden influir en las variaciones de tamaño.

La masa del cáliz reportó un valor mínimo de 0,19 g en diciembre y el valor máximo 0,35 g en septiembre, con una desviación estándar de 0,11 y 0,16 respectivamente. Al realizar la prueba de normalidad, se obtuvo un valor de  $p < 0,05$ , por lo tanto, los datos no siguen una distribución normal. Posteriormente, se aplicó el identificador de distribución y los datos no siguieron ninguna distribución. Por lo tanto, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis donde se obtuvo un valor de  $p < 0,05$  y se identificaron diferencias significativas entre los diferentes meses de cosecha para el cáliz. Para su comercialización y uso en líneas de proceso para elaboración de otros productos, se debe considerar esta masa como un residuo.

### 6.1.2. Redondez y Esfericidad

Los resultados de redondez se reportan entre 1,19 en el mes de agosto del 2021 y 1,09 de noviembre del 2021 hasta febrero del 2022 con una desviación estándar de 0,16 y 0,06, respectivamente. En el caso de la esfericidad se reportaron valores entre 0,93 y 0,96 con una desviación estándar de 0,04 y 0,03, respectivamente. los resultados de estas mediciones se presentan en la tabla 5, así como los resultados de la prueba de Tuckey.

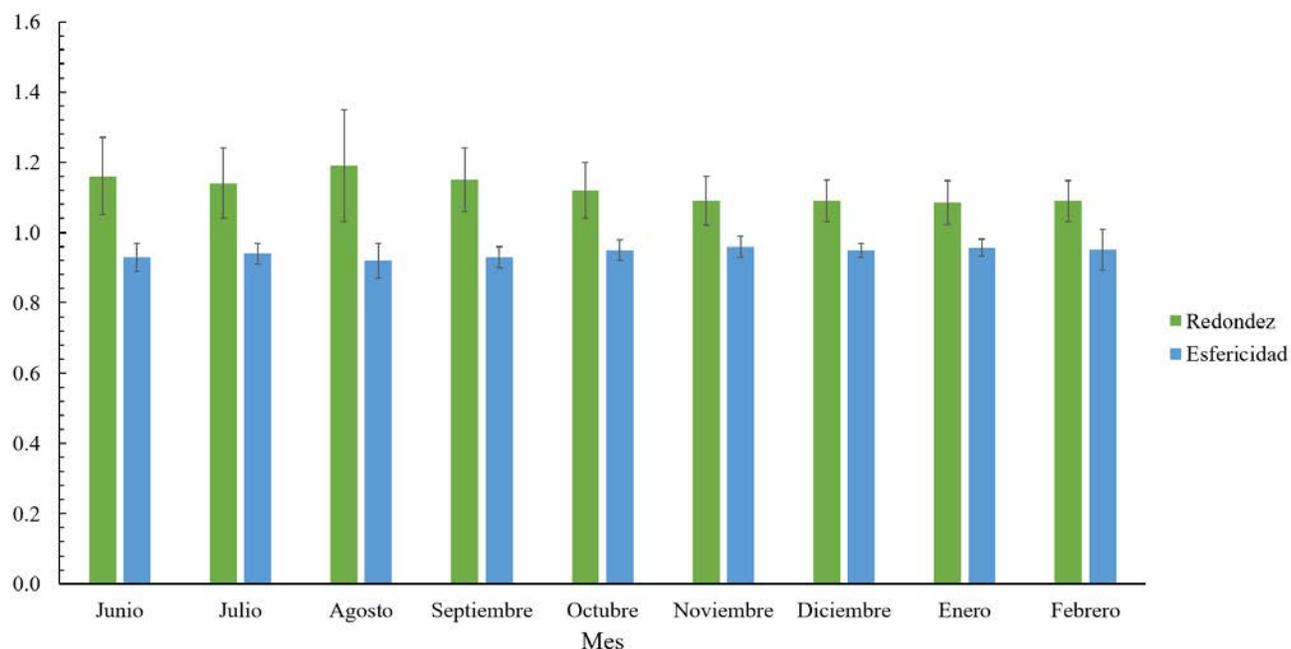
**Tabla 5.** Valores promedio de la redondez y la esfericidad y su desviación estándar de una fruta de Uchuva por mes de cosecha de junio del 2021 hasta febrero del 2022.

Mes/Propiedad	Redondez	Esfericidad
jun-21	1,16 <sup>ab</sup> ± 0,11	0,93 <sup>de</sup> ± 0,04
jul-21	1,14 <sup>b</sup> ± 0,10	0,94 <sup>cd</sup> ± 0,03
ago-21	1,19 <sup>a</sup> ± 0,16	0,92 <sup>e</sup> ± 0,05
sep-21	1,15 <sup>b</sup> ± 0,09	0,93 <sup>d</sup> ± 0,03
oct-21	1,12 <sup>c</sup> ± 0,08	0,95 <sup>bc</sup> ± 0,03
nov-21	1,09 <sup>cd</sup> ± 0,07	0,96 <sup>ab</sup> ± 0,03
dic-21	1,09 <sup>cd</sup> ± 0,06	0,95 <sup>ab</sup> ± 0,02
ene-22	1,09 <sup>d</sup> ± 0,06	0,96 <sup>a</sup> ± 0,02
feb-22	1,09 <sup>d</sup> ± 0,06	0,95 <sup>ab</sup> ± 0,06

El análisis estadístico de los datos para ambas variables, reportó que si hay diferencias entre los distintos meses de cosecha de la fruta, no obstante si hay meses comparables entre sí (ver tabla 5). Para los productores que venden la fruta fresca para consumo es importante para establecer controles de calidad para identificar cual si pasa o no, no obstante para la producción de mermelada no afecta las variaciones de redondez o esfericidad de la fruta debido a que esta se convierte en pulpa.

La figura 24, muestra que a pesar que ambas variables presenten diferencias significativas estadísticamente, el valor de redondez se mantiene en valores cercanos a 1 y la esfericidad a 0,9. Por lo tanto, a lo largo del tiempo no se presentan cambios abruptos en los distintos meses de cosecha y a lo largo de los meses la fruta se clasifica como una esfera.

La literatura reporta en la redondez valores de 0,80 hasta 0,89, mientras que la esfericidad presenta valores entre 0,98 y 1,00 (V. J. Flórez R et al., 2015). En el caso de la esfericidad, los datos obtenidos son ligeramente menores, por otro lado, la redondez obtenida es ligeramente mayor según lo reportado por (V. J. Flórez R et al., 2015). Estas diferencias se pueden deber a que la fruta de la uchuva es producto biológico, donde los parámetros como los diámetros de las frutas no se pueden controlar, es esperable que haya diferencias, pero los resultados indican que la fruta tiende a ser una esfera.



**Figura 24.** Gráfica de valor promedio de la esfericidad y redondez de la uchuva sin cáliz desde junio del 2021 hasta febrero del 2022.

### 6.1.3. Densidad

El valor mínimo de la densidad corresponde a  $1,11 \text{ g/cm}^3$  en los meses de julio y agosto del 2021 con una desviación estándar de 0,15 y 0,11 respectivamente y el valor máximo es de  $1,20 \text{ g/cm}^3$  para los meses de octubre del 2021 y febrero del 2022 con una desviación estándar de 0,15 y 0,19 respectivamente.

**Tabla 6.** Valores promedio por unidad de fruta de uchuva de la densidad ( $\text{g/cm}^3$ ) y su desviación estándar desde julio del 2021 a marzo del 2022.

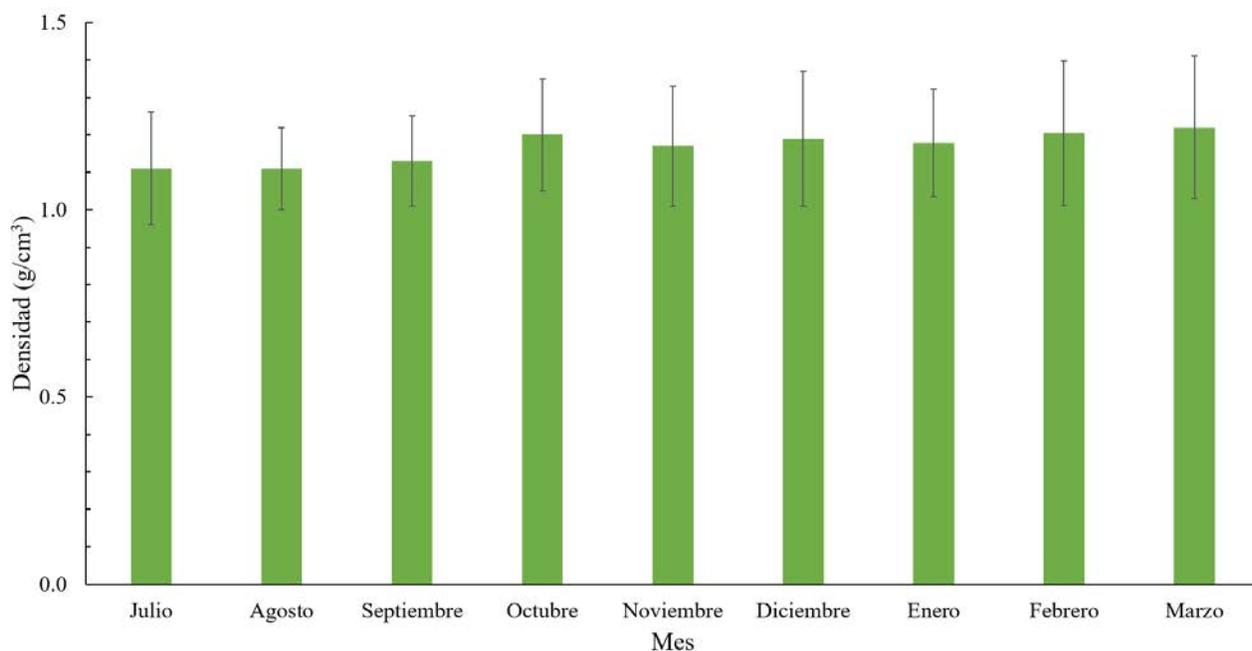
Mes/Propiedad	Densidad ( $\text{g/cm}^3$ )
jul-21	$1,11 \pm 0,15$
ago-21	$1,11 \pm 0,11$
sep-21	$1,13 \pm 0,12$
oct-21	$1,20 \pm 0,15$
nov-21	$1,17 \pm 0,16$
dic-21	$1,19 \pm 0,18$
ene-22	$1,18 \pm 0,14$
feb-22	$1,20 \pm 0,19$
mar-22	$1,22 \pm 0,19$

La prueba de normalidad del análisis estadístico reportó un valor de  $p < 0,05$  y no se obtuvo una distribución que se ajuste a los datos. La prueba de Kruskal-Wallis, reportó un valor de  $p < 0,05$  y el valor de  $H = 77,55$ . Por lo tanto, los datos si presentan diferencias entre los distintos meses de cosecha. La densidad se calcula con base en la masa de la fruta sin cáliz, en consecuencia esta variable también presentó diferencias, pues éstas también se ven reflejadas en este parámetro.

En un estudio desarrollado en Colombia, en el 2011, se reporta una densidad de  $0,96 \text{ g/cc}$  para la uchuva fresca y para el concentrado de la pulpa de uchuva se encontró una densidad  $1,2 \text{ cm}^3/\text{g}$  a  $1,3 \text{ cm}^3/\text{g}$  (Duque et al., 2011). Mientras que en otra región, en el 2012, la densidad que se reporta es de  $1,10 \text{ cm}^3/\text{g}$  (Mendoza & Rodriguez, 2012), este último siendo muy similares a los obtenidos en este estudio.

De la tabla 6, se muestra que los valores de densidad son mayores que los que suele contar el agua a temperatura ambiente de aproximadamente  $1,00 \text{ cm}^3/\text{g}$ , por lo tanto al momento del proceso de elaboración de mermelada, se espera que si la fruta se encuentra en buenas condiciones debe hundirse al momento del lavado. Adicionalmente, para el almacenamiento de la fruta para el proceso, conviene más la fruta con mayor densidad por temas de rendimiento de espacio.

Aparte de la figura 25 y la tabla 6 se observa que los valores de densidad se mantienen constantes a lo largo de los meses sin presentar cambios drásticos a lo largo de los meses de cosecha.



**Figura 25.** Gráfica de valor promedio de la densidad por unidad de fruta de la uchuva sin cáliz desde julio del 2021 hasta marzo del 2022.

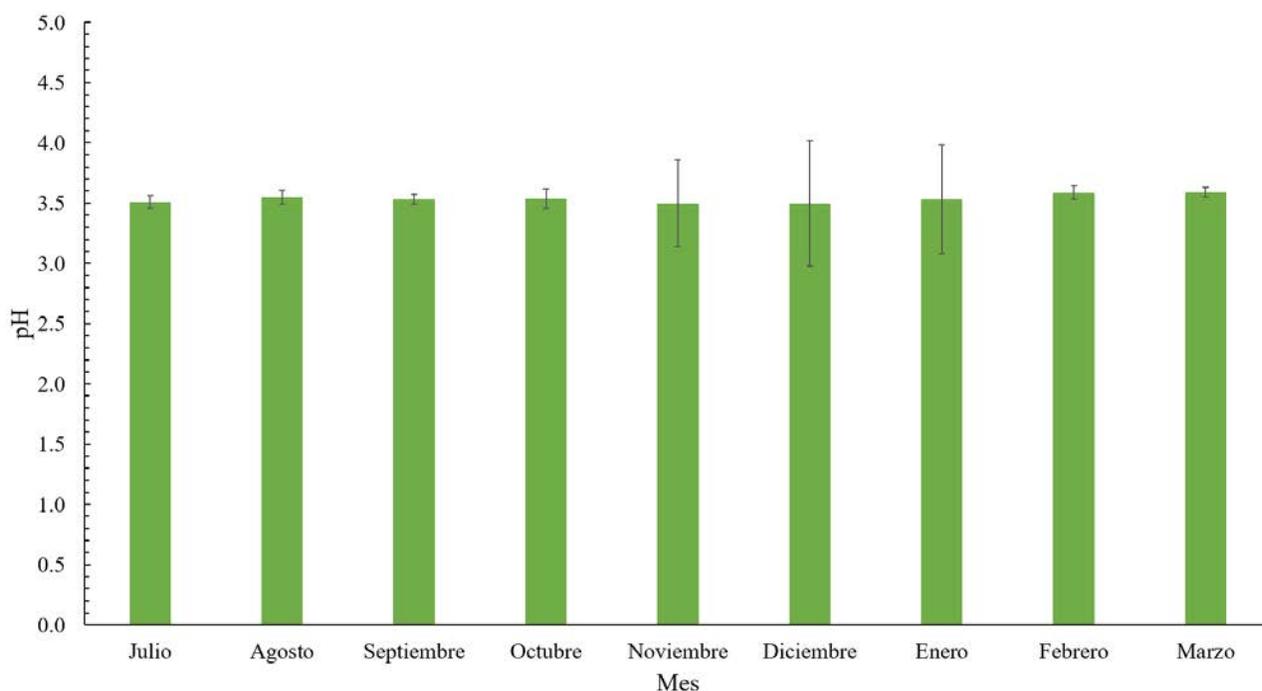
#### 6.1.4. pH

El valor promedio del pH obtenido se encuentra entre 3,50 y 3,59, con una desviación estándar de 0,5 y 0,06 respectivamente. El valor mínimo se presentó en noviembre y diciembre del 2021, mientras que el máximo se presentó en febrero y marzo del 2022. Al observar la figura 26, se identifica un comportamiento muy constante y lineal, sin grandes variaciones a lo largo de los meses. En la tabla 7, se observa que los meses de la época seca como febrero y marzo son los que reportan el pH más alto.

En el proceso de elaboración de mermelada, que el pH de la uchuva ya se encuentre en niveles ácidos, es beneficioso, ya que a la hora de la formulación se quiere adicionar menor cantidad de ácidificantes para acelerar el proceso de espesado. Si el pH fuera más cercano a neutro o básico, se aumentaría el requerimiento de ácidificantes para la formulación.

**Tabla 7.** Valores promedio por unidad de fruta de uchuva pH y su desviación estándar reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022.

Mes/Propiedad	pH
jul-21	3,51 ± 0,05
ago-21	3,55 ± 0,06
sep-21	3,53 ± 0,04
oct-21	3,54 ± 0,08
nov-21	3,50 ± 0,36
dic-21	3,50 ± 0,52
ene-22	3,54 ± 0,45
feb-22	3,59 ± 0,06
mar-22	3,59 ± 0,04



**Figura 26.** Gráfica de valor promedio del pH de la pulpa de uchuva desde julio del 2021 hasta marzo del 2022.

En un estudio desarrollado en el 2012 se reportó un pH de 3,72 a una temperatura de 20 °C (Mendoza & Rodriguez, 2012). En otro estudio, el pH obtenido fue de  $3,8 \pm 0,1$  (Duque et al., 2011). Al evaluar el pH bajo atmósferas modificadas activas se lograron obtener valores iniciales de 4,1 hasta valores máximos de 4,9 a las tres semanas de los estudios antes mencionados se desarrollaron en Colombia. Comparado con los resultados obtenidos para la fruta en Costa Rica, esta es ligeramente un poco más ácida comparada a la que se produce en Colombia, esto se puede ver

influenciado por la zona geográfica o las diferencias de altura de las zonas de estudio.

El análisis de normalidad reportó un valor de  $p < 0,05$ , por lo tanto, los datos no siguen una distribución normal. Posteriormente, se aplicó el identificador de distribución y los datos no se ajustaron a una distribución. Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se reportó un valor de  $p = 0,279$ , por lo tanto, no hay diferencias significativas entre los meses de cosecha.

#### 6.1.5. Contenido de Sólidos Solubles

El contenido de sólidos solubles varían entre  $14,62 \pm 0,65$  a  $12,15 \pm 0,94$  grados Brix . Para el análisis estadístico, al aplicarle la prueba de normalidad se obtiene un valor de  $p = 0,346$  , por lo tanto, los datos se ajustan a una distribución normal. Al aplicar el análisis de ANOVA con el método de Tuckey se obtiene un valor de  $p < 0,05$ . Este resultado indica que el contenido de sólidos solubles entre meses de cosecha presentan diferencias estadísticamente, no obstante, en la tabla 8, se pueden identificar los meses que son comparables entre ellos.

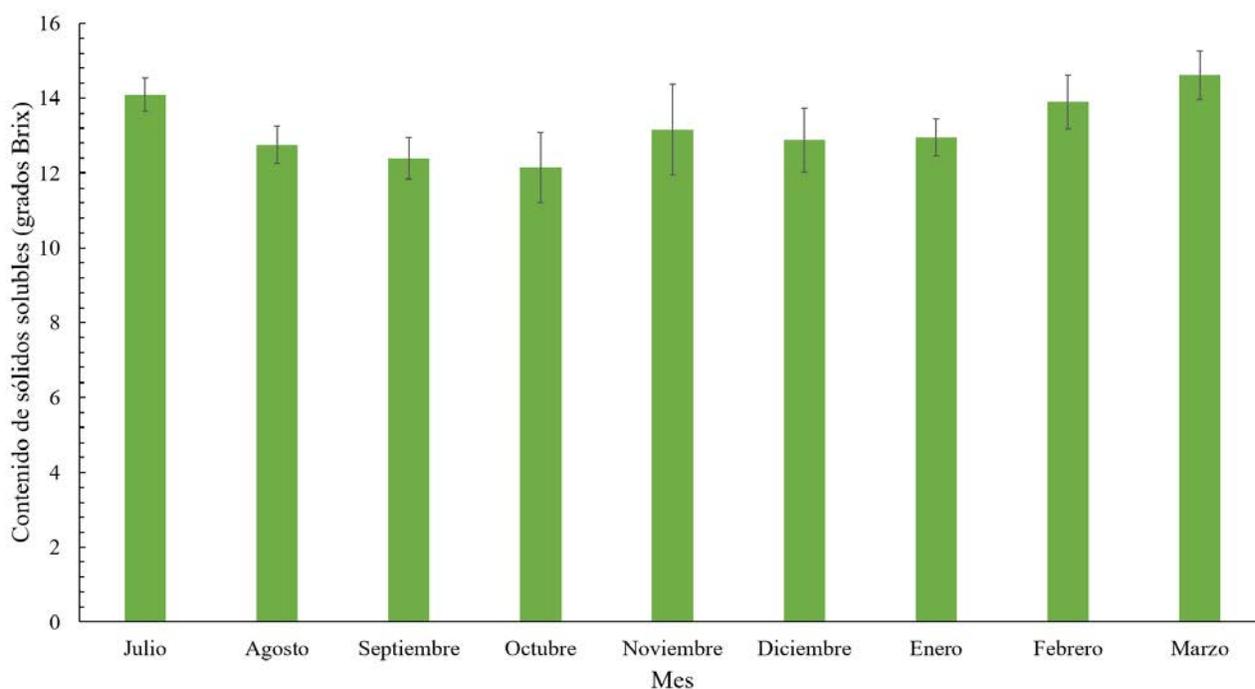
**Tabla 8.** Valores promedio por unidad de fruta del contenido de sólidos solubles y su desviación estándar reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022.

Mes/Propiedad	Contenido de Sólidos Solubles
jul-21	$14,10^{ab} \pm 0,45$
ago-21	$12,27^{bcd} \pm 0,50$
sep-21	$12,39^{de} \pm 0,56$
oct-21	$12,15^e \pm 0,94$
nov-21	$13,17^{bcde} \pm 1,21$
dic-21	$12,88^{cde} \pm 0,86$
ene-22	$12,95^{cde} \pm 0,49$
feb-22	$13,90^{abc} \pm 0,72$
mar-22	$14,62^a \pm 0,65$

La tabla 8 presenta los resultados del contenido de sólidos solubles, se podría afirmar que los meses de febrero, marzo y julio son comparables ya que comparten la misma letra. No obstante, al ser febrero con el valor menor de ese grupo, también lo hace comparable con otros meses como diciembre, noviembre y enero. En la figura 27, se observa que los valores más altos coinciden con los meses que hay menos lluvias en el país. (Solano & Villalobos, s.f.). Mientras que los valores

más bajos corresponden a los meses de la época lluviosa en Costa Rica (Instituto Nacional de Aprendizaje, 2017).

Las variaciones del contenido de sólidos solubles se pueden deber al índice de madurez de cosecha, considerando que la uchuva se cosecha con cáliz y no observa el color de la fruta en el interior de este. Además, si el cultivo no lleva un control de riego o fertilización las características de la fruta pueden variar. Para el proceso de elaboración de mermelada, es importante que la fruta cuente con un alto contenido de sólidos solubles debido a que entre mayor sea el valor de la pulpa, menor va a ser el tiempo de cocción, ya que la diferencia entre la pulpa y el valor que debe llegar la mermelada es menor.



**Figura 27.** Gráfica de valor promedio del los grados Brix de la pulpa de uchuva desde julio del 2021 hasta marzo del 2022.

Estudios en Colombia reportan que el contenido de sólidos solubles se encuentran entre  $13,6 \pm 0,59$  (Duque et al., 2011) o  $13,0$  (Mendoza & Rodriguez, 2012). Pruebas con la fruta fresca reportan  $14,3 \pm 0,8$  mientras que fruta impregnada con la cepa de *Lactobacillus plantarum* con el fin de desarrollar alimentos funcionales, el contenido de sólidos solubles fueron de  $12,8 \pm 0,6$  y  $13,0 \pm 0,7$  para cinco y diez días de almacenamiento respectivamente (Marin et al., 2016). Los

resultados obtenidos para la fruta nacional se encuentran similares de lo que ya reporta la literatura.

La norma 226-2001, establece que para la comercialización de fruta fresca el contenido de sólidos solubles deberá ser por lo menos de 14,0 grados Brix (Codex Alimentarius, 2011). Mientras que la norma técnica colombiana establece una escala para la comercialización basada en el color y así se establecen el mínimo de sólidos solubles mínimos (Icontec, 1999).

#### 6.1.6. Actividad del Agua ( $A_w$ )

La actividad de agua se mantiene entre 0,9864 a 0,9915 con una desviación estándar de 0,003 y 0,002 respectivamente. Al realizar la prueba de normalidad, se obtiene un valor de  $p = 0,093$ , por lo tanto, los datos se ajustan a una distribución normal. El ANOVA con el método de Tuckey se reporta un valor de  $p = 0,003$ . Este resultado indica que la actividad de agua entre meses de cosecha no es estadísticamente comparable. No obstante, en la tabla 9, se pueden ver que sí hay meses comparables entre sí (los que comparten la misma letra).

**Tabla 9.** Valores promedio y desviación estándar de la la actividad de agua de pulpa de la uchuva reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022.

Mes/Propiedad	$A_w$
jul-21	0,9885 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0020
ago-21	0,9900 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0020
sep-21	0,9915 <sup>a</sup> $\pm$ 0,0020
oct-21	0,9908 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,0030
nov-21	0,9893 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0040
dic-21	0,9879 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0020
ene-22	0,9890 <sup>abc</sup> $\pm$ 0,0038
feb-22	0,9864 <sup>c</sup> $\pm$ 0,0031
mar-22	0,9869 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,0049

En la tabla 10, se observan los valores reportados en la literatura sobre la actividad de agua para la uchuva. Donde el valor mínimo es de 0,984 y el valor máximo es de 0,998.

**Tabla 10.** Valores de actividad de agua reportados en la literatura.

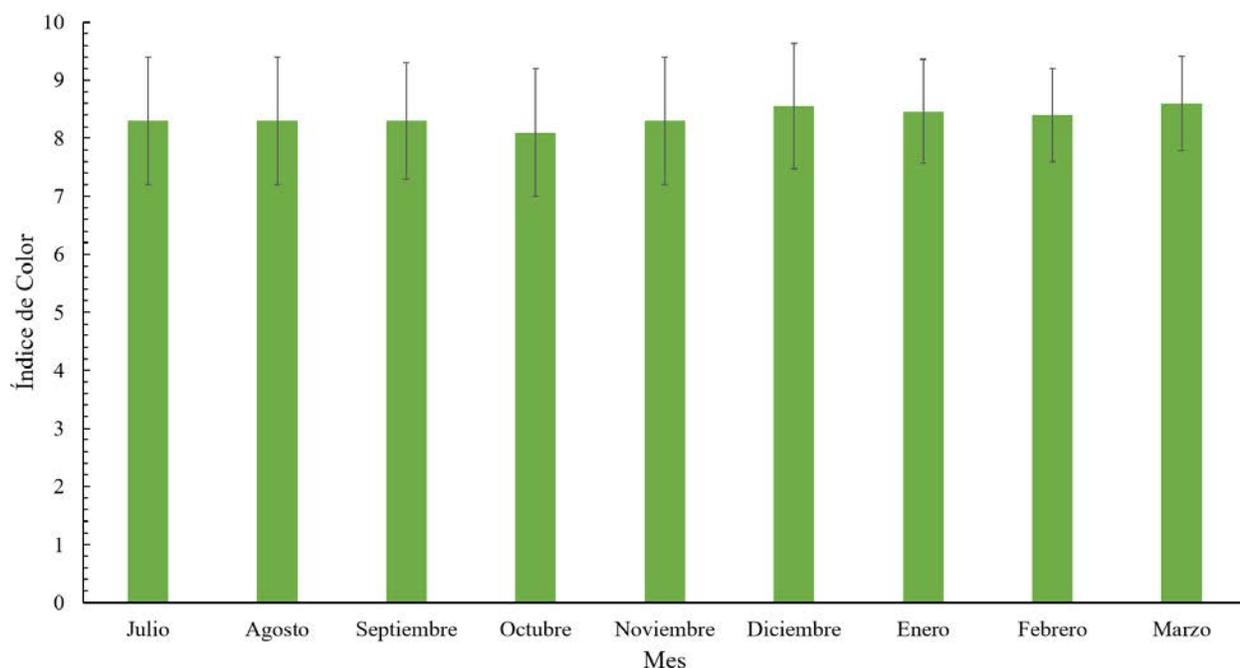
Aw	Referencia
0.987	(Duque et al., 2011)
0.998	(Mendoza & Rodriguez, 2012)
0,988	(Marin et al., 2016)
0,984	(Restrepo et al., 2009)

Las tablas 9 y 10; presentan valores de la actividad de agua similares que se encuentran entre 0,98 y 0,99, cercanos a la unidad. Este valor indica que cuenta con mucha agua disponible, en consecuencia, la fruta es más vulnerable a ser atacada por microorganismos que aceleren su descomposición (Soledad Tapia, 2020). Comparando estos resultados con productos similares como la fresa que contiene una actividad de agua de 0,986 (Restrepo & Rojano, 2009), los de la uchuva se encuentran dentro de lo esperado para ser fruta fresca.

Para la elaboración de mermelada, se debe tener presente que al tener tan alto contenido de agua disponible, hace a la fruta más vulnerable a microorganismos por lo tanto, el proceso de almacenamiento, limpieza y desinfección deben ser lo más estricto y eficientemente posible. La operación de cocción en la preparación de mermelada es fundamental para lograr bajar el Aw y así aumentar la vida útil.

#### 6.1.7. *Índice de Color*

Las evaluaciones de color reportaron un valor del índice de color entre 8,06 a 8,56, con una desviación estándar de 1,01 para ambos casos. El color de la fruta fresca se encuentra en un anaranjado intenso. El valor máximo se obtuvo en marzo del 2022 y el valor mínimo en octubre del 2021. De la figura 28, se observa que a lo largo de los meses se mantuvo constante el valor.



**Figura 28.** Gráfica de valor promedio del índice de color de la uchuva fresca desde julio del 2021 hasta marzo del 2022.

Al realizar la prueba de normalidad se obtiene un valor de  $p < 0,05$ , no obstante al aplicarle la transformada de Johnson se reporta un valor de  $p = 0,505$  por lo cual se procede a realizar un análisis de ANOVA con el método de Tuckey. Este indica que si se presentan diferencias significativas entre los distintos meses de cosecha, no obstante, como se muestra en la tabla 11, hay meses que si son comparables entre ellos, como por ejemplo desde julio del 2021 a noviembre del 2021. Solamente el mes de octubre no es comparable, esta diferencia se puede deber a la experiencia de las personas que cosecharon la fruta y como cosechan el fruto.

Para la comercialización de la fruta fresca, el aspecto visual es fundamental por lo tanto que el color a lo largo de los meses se mantea garantiza la calidad del producto. Con respecto a la mermelada. Así mismo, para garantizar que la mermelada siempre sea homogénea visualmente, el color de la fruta se debe mantener.

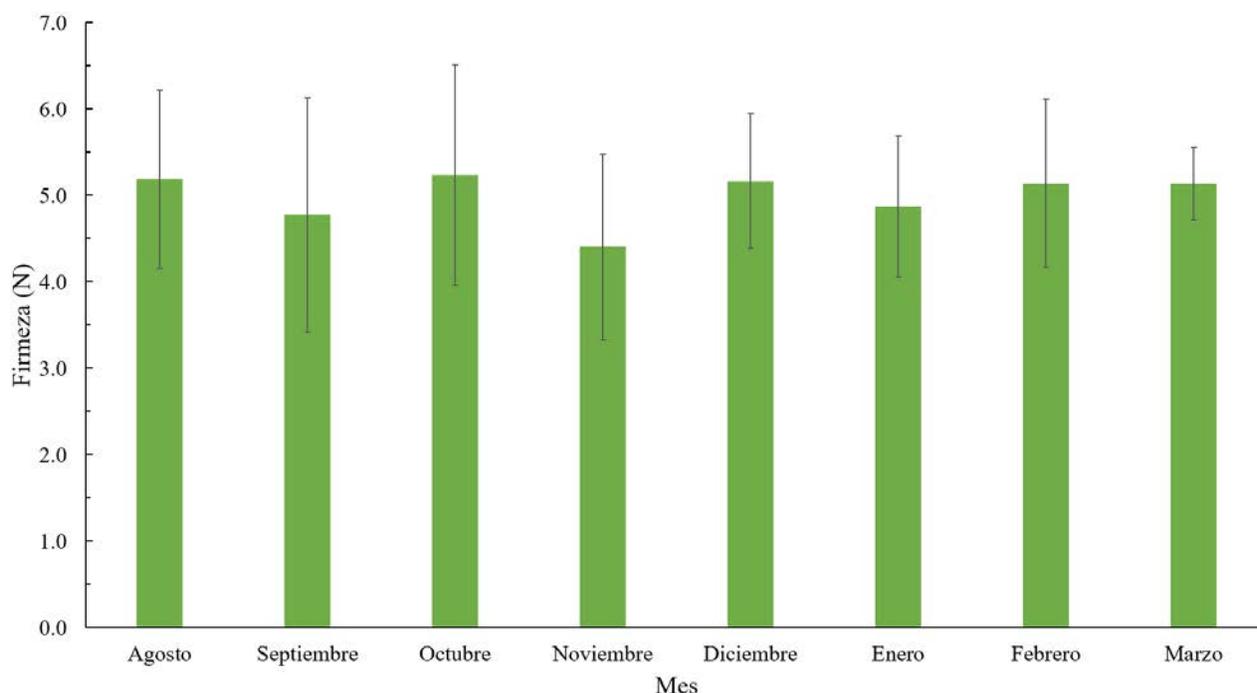
**Tabla 11.** Valores promedio y desviación estándar del índice de color de la uchuva fresca reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022.

Mes/Propiedad	Índice de Color
jul-21	8,33 <sup>ab</sup> ± 1,10
ago-21	8,27 <sup>ab</sup> ± 1,10
sep-21	8,30 <sup>ab</sup> ± 1,00
oct-21	8,06 <sup>b</sup> ± 1,10
nov-21	8,27 <sup>ab</sup> ± 1,10
dic-21	8,55 <sup>a</sup> ± 1,08
ene-22	8,46 <sup>a</sup> ± 0,89
feb-22	8,41 <sup>a</sup> ± 0,80
mar-22	8,56 <sup>a</sup> ± 0,81

En pruebas que caracterizaron la fruta según la procedencia, los valores del índice de color variaron entre 3,0 a 3,5 indicando una coloración naranja. Además, los resultados no presentaron diferencias estadísticas (Márquez et al., 2009). En otro estudio se reportó un índice de color para la fruta de 6,0 a los tres días almacenamiento a temperatura ambiente (E. H. Pinzón et al., 2015). Los resultados obtenidos en este estudio comparados a la de la literatura de la fruta fresca indica que la fruta se encuentra en una tonalidad anaranjada, no obstante varían y eso se puede deber al nivel de madurez de la fruta al momento de la cosecha y a que son zonas geográficas distintas.

#### 6.1.8. Firmeza

Los valores reportados varían entre 4,403 N en noviembre del 2021 y 5,239 N en octubre del 2021 con una desviación estándar de 1,074 y 1,274 respectivamente. La tabla 12 muestra que se presentan diferencias significativas entre los meses que se incluyeron en el periodo de evaluación. De la figura 29, se observa mayor variabilidad entre la muestra de cada mes que entre los distintos meses y que datos siguen una tendencia constante. Las diferencias se pueden deber al estado de madurez de las frutas, debido a que entre más maduro se encuentra una fruta, la firmeza disminuye (I. M. Pinzón et al., 2007).



**Figura 29.** Valores promedio de la firmeza de la uchuva fresca reportados desde julio del 2021 a marzo del 2022.

**Tabla 12.** Valores promedio y desviación estándar de la firmeza de la uchuva fresca reportados desde agosto del 2021 a marzo del 2022.

Mes	Firmeza (N)
Ago-21	5,189 <sup>a</sup> ± 1,031
Set-21	4,775 <sup>ab</sup> ± 1,358
Oct-21	5,239 <sup>a</sup> ± 1,274
Nov-21	4,403 <sup>b</sup> ± 1,074
Dic-21	5,167 <sup>a</sup> ± 0,779
Ene-22	4,877 <sup>ab</sup> ± 0,815
Feb-22	5,141 <sup>a</sup> ± 0,976
Mar-22	5,142 <sup>a</sup> ± 0,421

La fruta fresca reporta una firmeza máxima de  $4,9 \text{ N} \pm 1,4$  utilizando una probeta cilíndrica de 50,8 mm de diámetro y 20 mm de longitud con una velocidad de  $2 \text{ m/s}$  (Llanos et al., 2013). La fruta madura cuenta con una firmeza de 1,697 N, el pintón 2,715 N y el verde 5,393 N. Para estas pruebas utilizaron un plato de comprensión de 75 mm de diámetro con una aguja de penetración de 2 mm de diámetro con una velocidad de  $1 \text{ m/s}$  (Ciro Velasquez et al., 2007).

Los datos obtenidos en este estudio se acercan más a los obtenidos por Llanos, no obstante el tamaño de la probeta utilizada difiere bastante. En el caso de los resultados de Ciro Velázquez, el valor de la fruta verde se acerca más a lo obtenido en el presente estudio para la fruta fresca. Sin embargo, estas diferencias pueden atribuirse a la metodología ejecutada, al manejo de la fruta, la carga de la fruta, la latitud, el estado de maduración, el tipo de suelo entre otros factores que pueden afectar. Es importante mencionar que estos estudios se desarrollaron en otras latitudes (Colombia); pero, los datos son comparables, ya que se obtuvieron en una región tropical como es el caso de Costa Rica.

Para la comercialización de la fruta fresca, lo ideal es que la fruta cuente el valor máximo de firmeza para que la vida útil se extienda lo más que se pueda. Si la fruta cuenta con bajos niveles de firmeza, es que ya se ha pasado de su punto de madurez ideal y ha empezado a su proceso de descomposición. No obstante, para la elaboración de mermelada, este valor no afecta al resultado final del producto.

#### 6.1.9. Viscosidad de la pulpa de la uchuva con semillas y cáscara

En la tabla 13, muestran que a mayor velocidad rotacional, la viscosidad disminuye para ambas temperaturas. El análisis estadístico indica que las mediciones de viscosidad a una velocidad rotacional de 120 rpm seguían un comportamiento normal, no obstante si presentan diferencias significativas. En el caso de las mediciones realizadas a una velocidad rotacional de 70 rpm y 90 rpm, la prueba de Kruskal Wallis reporta un valor de  $p < 0,05$ , lo que indica que se presentan diferencias significativas.

**Tabla 13.** Valores promedio de viscosidad (cP) a distintas temperaturas y velocidades rotacionales (rpm) para la pulpa de uchuva.

Temperatura ( $^{\circ}C$ )	70 rpm	90 rpm	120 rpm
15	125,3	104,5	75,23 <sup>a</sup>
23	152,14	87,41	70,77 <sup>b</sup>

Pruebas realizadas con el jugo de la uchuva, que es la pulpa filtrada, por lo cual le eliminan las

semillas y la cáscara, reportan valores de 13,4 cP a 100 rpm a temperatura ambiente (Duque et al., 2011). Por otra parte, se reporta que el jugo de uchuva a 20 grados Brix, reporta una la viscosidad a 20 °C de 2,66 cP (Giraldo et al., 2017). Por lo tanto, los datos reportados en la literatura con los obtenidos en este estudio si difieren, estas diferencias se pueden deber al método empleado ya que en lo reportado emplean el jugo de la fruta sin semillas. Además, el emplear un rotor diferente con un husillo, la temperatura y la cantidad de grados Brix va a influir en la viscosidad obtenida.

#### 6.1.10. Pruebas de almacenamiento en congelación a -20 °C .

Los resultados de las variables de pH, actividad de agua y grados Brix muestran que al someter la fruta a un proceso de congelación no presentaron diferencias significativas entre las variables evaluadas en la fruta fresca y la fruta luego de descongelada. Estos resultados se obtuvieron con una prueba de ANOVA y de comparación de Tuckey. Lo anterior, permite que la fruta de la uchuva sea congelada y descongelada para el proceso de elaboración de mermelada.

Por lo cual, si la fruta se va a emplear en un proceso de elaboración de alimentos y no se va a comercializar fresca, congelarla es una forma de alargar la vida útil sin dañar sus propiedades. No obstante, se debe considerar que la textura se va a ver comprometida debido a que si no se aplica un congelado rápido, los cristales de agua romperán células en el proceso de descongelamiento (Huambachano R, 2006).

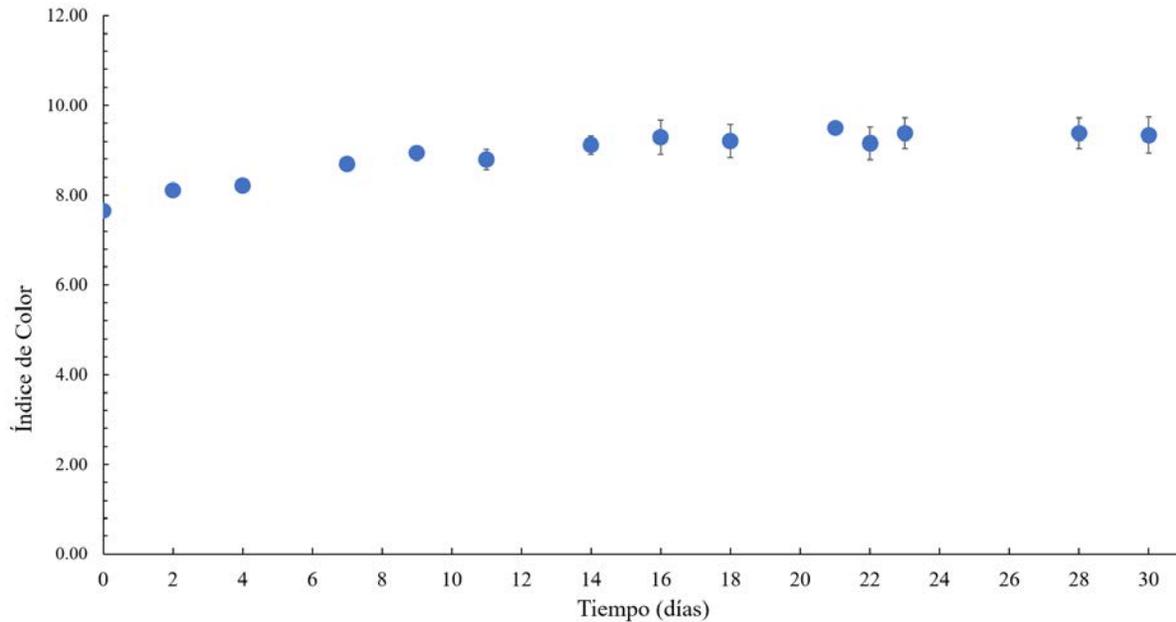
**Tabla 14.** Valores promedio de Aw, pH y contenido de sólidos solubles de la pulpa de uchuva fresca y descongelada luego de estar congelada por 22 días a -20 °C .

Estado	Aw	pH	Grados Brix
Fresca	0,9894 <sup>a</sup>	3,53 <sup>a</sup>	13,01 <sup>a</sup>
Congelada	0,9894 <sup>a</sup>	3,51 <sup>a</sup>	13,35 <sup>a</sup>

#### 6.1.11. Pruebas de almacenamiento en refrigeración a 5 °C .

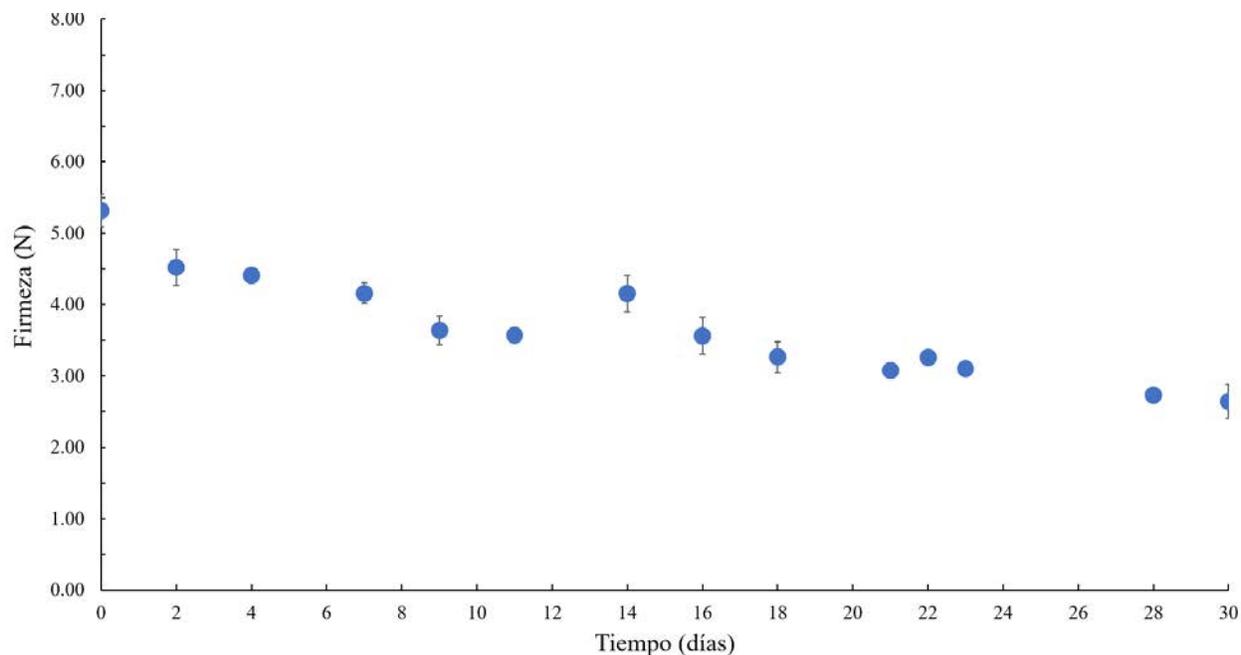
El índice de color reportó un valor de 7,65 y de 9,34 al inicio de la prueba y finalización de la prueba respectivamente (ver figura 30). Este parámetro aumentó con forme al paso de los días en almacenamiento, debido a que la madurez se sigue dando, por lo tanto, la clorofila se degrada y aumenta la cantidad de carotenoides plástidos (Balaguera López et al., 2015). El análisis estadísti-

co, indica que hay diferencias significativas entre los días de almacenamiento, en la tabla 15, se observan los días comparables entre sí. A partir del día nueve, los datos son comparables entre ellos.



**Figura 30.** Índice de color la uchuva en la prueba de almacenamiento bajo refrigeración a 5 °C.

La firmeza sufrió una disminución con el paso de los días de almacenamiento, pasó de un máximo de 5,317 N a un mínimo de 2,643 N. Esto ocurre mientras el fruto va madurando, la producción de ácidos como el péptico y pectínico además de las pectinas debilitan las paredes celulares (Calderón Alcaraz, 1983). Ensayos han demostrado que la firmeza tiende a disminuir en mayor escala si las frutas no se encuentran en ningún tipo de empaque ya que su tasa de respiración aumenta (Lanchero et al., 2007).



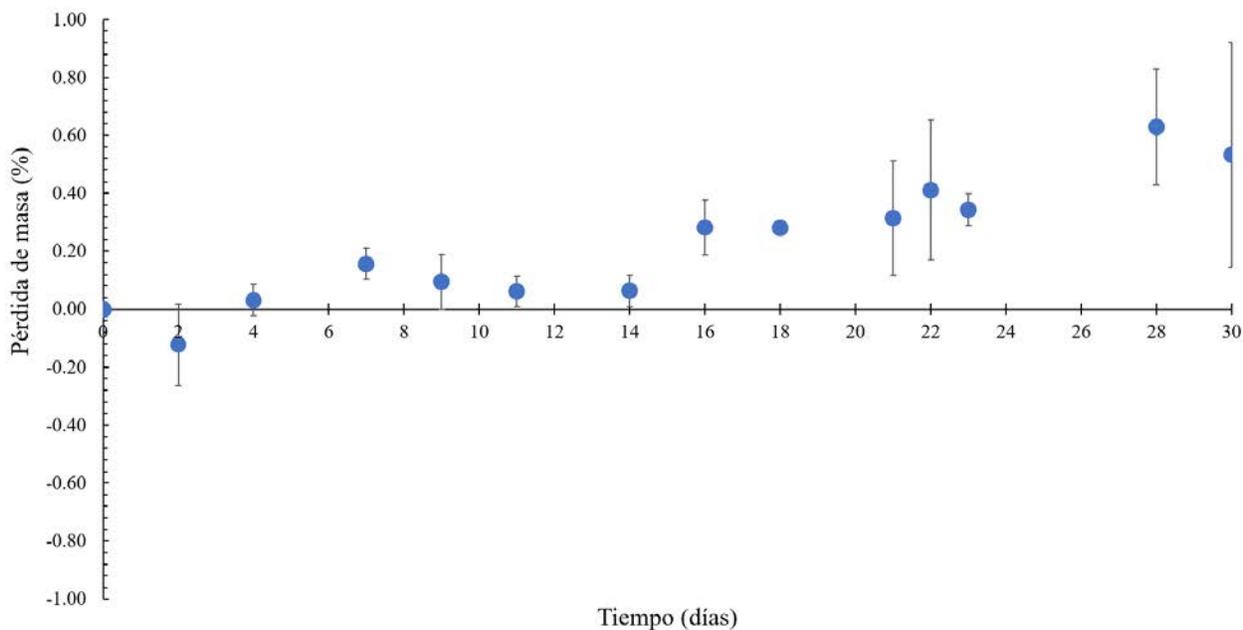
**Figura 31.** Firmeza (N) versus tiempo (días) durante la prueba de almacenamiento a 5 °C en una cámara de refrigeración en la fruta de la uchuva.

La pérdida de masa durante el tiempo de almacenamiento en refrigeración no superó el 1 % durante todo el período de almacenamiento (30 días), esta disminución se puede considerar normal. A pesar de este resultado, los datos revelan diferencias significativas según la tabla 15.

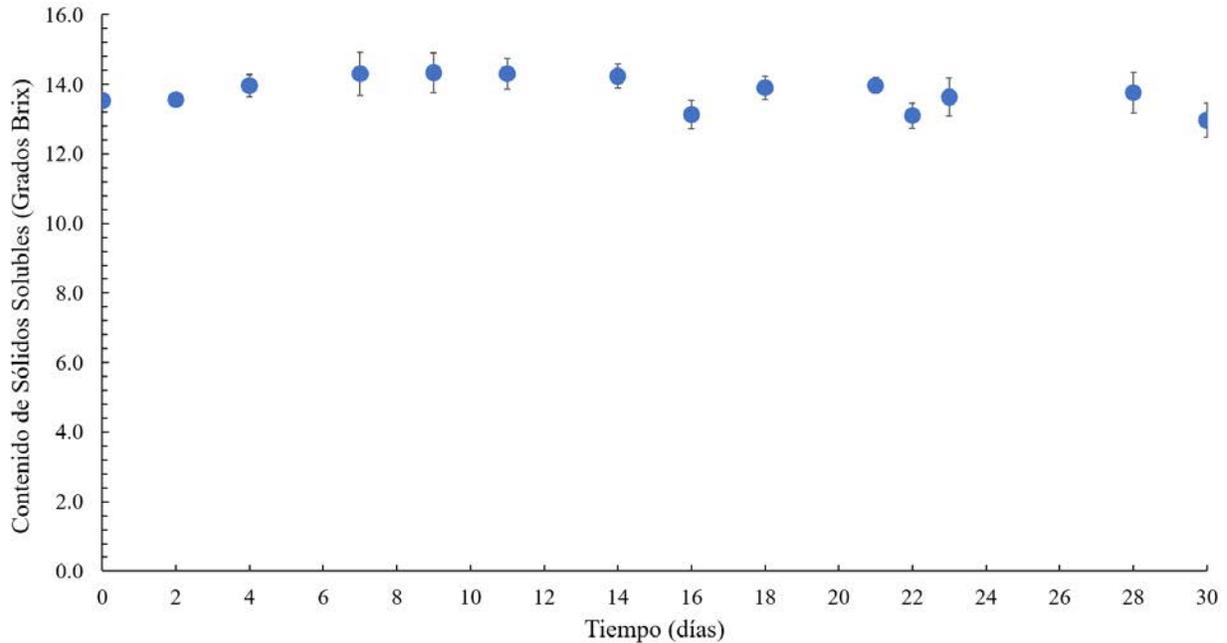
El pH presentó diferencias significativas. No obstante, se podría decir que la producción de ácidos por parte de la fruta no tuvo grandes cambios con la refrigeración (ver anexo 8). La actividad de agua se mantuvo constante durante el periodo de refrigeración y no sufrió ninguna variación abrupta (ver anexo 9). El análisis estadístico indicó que no hubieron diferencias significativas a lo largo de los 30 días que duró la prueba como se observa en la figura 33. Los grados Brix presentaron diferencias significativas. Los resultados aumentaron hasta 14,33 el día nueve y luego descienden hasta 12,97 en el día 30. Este aumento se debe a que los polisacáridos son degradados en disacáridos o monosacáridos por la hidrólisis (E. H. Pinzón et al., 2015).

**Tabla 15.** Resultados de la pérdida de masa (%), pH, contenido de sólidos solubles, índice de color y firmeza (N) medidos en la fruta de la uchuva durante 30 días de almacenamiento en refrigeración (5 °C).

Día	Pérdida de Masa (%)	pH	Grados Brix	Índice de Color	Firmeza (N)
0	-	3,49 <sup>e</sup>	13,53 <sup>ab</sup>	7,65 <sup>e</sup>	5,317 <sup>a</sup>
2	-0,12 <sup>d</sup>	3,49 <sup>de</sup>	13,57 <sup>ab</sup>	8,11 <sup>de</sup>	4,522 <sup>b</sup>
4	0,03 <sup>cd</sup>	3,49 <sup>d</sup>	13,97 <sup>ab</sup>	8,21 <sup>cde</sup>	4,412 <sup>b</sup>
7	0,17 <sup>abcd</sup>	3,49 <sup>de</sup>	14,30 <sup>a</sup>	8,69 <sup>bcd</sup>	4,157 <sup>bc</sup>
9	0,10 <sup>bcd</sup>	3,50 <sup>cde</sup>	14,33 <sup>a</sup>	8,95 <sup>abc</sup>	3,640 <sup>cd</sup>
11	0,07 <sup>bcd</sup>	3,50 <sup>cde</sup>	14,30 <sup>a</sup>	8,80 <sup>abcd</sup>	3,569 <sup>de</sup>
14	0,07 <sup>bcd</sup>	3,54 <sup>bcd</sup>	14,23 <sup>ab</sup>	9,11 <sup>ab</sup>	4,152 <sup>bc</sup>
16	0,30 <sup>abcd</sup>	3,54 <sup>bc</sup>	13,13 <sup>ab</sup>	9,29 <sup>ab</sup>	3,560 <sup>de</sup>
18	0,30 <sup>abcd</sup>	3,54 <sup>bc</sup>	13,90 <sup>ab</sup>	9,20 <sup>ab</sup>	3,264 <sup>de</sup>
21	0,32 <sup>abcd</sup>	3,57 <sup>ab</sup>	13,97 <sup>ab</sup>	9,49 <sup>a</sup>	3,078 <sup>ef</sup>
22	0,41 <sup>abc</sup>	3,59 <sup>a</sup>	13,10 <sup>ab</sup>	9,16 <sup>ab</sup>	3,256 <sup>de</sup>
23	0,34 <sup>abcd</sup>	3,57 <sup>ab</sup>	13,63 <sup>ab</sup>	9,38 <sup>ab</sup>	3,104 <sup>ef</sup>
28	0,63 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	13,77 <sup>ab</sup>	9,38 <sup>ab</sup>	2,734 <sup>f</sup>
30	0,53 <sup>ab</sup>	3,61 <sup>a</sup>	12,97 <sup>b</sup>	9,34 <sup>ab</sup>	2,643 <sup>f</sup>



**Figura 32.** Pérdida de masa (%) de pruebas de almacenamiento bajo refrigeración a 5 °C durante 30 días de la uchuva.



**Figura 33.** Grados Brix de pruebas de almacenamiento bajo refrigeración a 5 °C durante 30 días de la uchuva.

*6.1.12. Resumen de las propiedades medidas a la fruta fresca de Dulce Nombre de Coronado durante 2021 y 2022.*

En la tabla 16, se encuentra un resumen de las variables medidas de la fruta fresca de Dulce Nombre de Coronado junio del 2021 hasta marzo del 2022. Si se analiza el mes de septiembre del 2021, se encuentra que para la masa de fruta con y sin cáliz presentaron su máximo valor no obstante, el contenido de sólidos solubles fue el segundo menor en todos los meses medidos. Así mismo, cuando el contenido de sólidos solubles es más alto en julio del 2021 y febrero del 2022, la masa de la fruta tiende a ser de menor valor.

Las variables de firmeza e índice de color presentaron diferencias significativas, esto es atribuible al índice de cosecha de la fruta. Donde la fruta se cosecha con el cáliz, y ya establecido por normas (ICONTEC, 1999), el color del cáliz no representa el estado de madurez de la fruta. Por lo cual, existe una necesidad de desarrollar algún método para estandarizar la cosecha.

**Tabla 16.** Propiedades medidas de la fruta fresca de Dulce Nombre de Coronado desde junio del 2021 hasta marzo del 2022.

Variable/ Mes	2021								2022		
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
Fruta con cáliz (g)	2,88 ± 0,58	3,28 ± 0,53	3,69 ± 0,70	4,24 ± 0,74	3,46 ± 0,56	3,39 ± 0,37	3,35 ± 0,42	3,40 ± 0,51	3,24 ± 0,60	-	
Fruta sin cáliz (g)	2,67 ± 0,55	3,07 ± 0,52	3,39 ± 0,65	3,90 ± 0,67	3,26 ± 0,54	3,17 ± 0,37	3,17 ± 0,42	3,14 ± 0,49	2,91 ± 0,54	-	
Cáliz (g)	0,21 ± 0,13	0,21 ± 0,11	0,30 ± 0,15	0,35 ± 0,16	0,20 ± 0,12	0,22 ± 0,09	0,19 ± 0,11	0,25 ± 0,12	0,33 ± 0,20	-	
Redondez	1,16 ± 0,11	1,14 ± 0,10	1,19 ± 0,16	1,15 ± 0,09	1,12 ± 0,08	1,09 ± 0,07	1,09 ± 0,07	1,09 ± 0,06	1,09 ± 0,06	-	
Esfericidad	0,93 ± 0,04	0,94 ± 0,03	0,92 ± 0,05	0,93 ± 0,03	0,95 ± 0,03	0,96 ± 0,03	0,95 ± 0,02	0,96 ± 0,02	0,95 ± 0,06	-	
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	-	1,11 ± 0,15	1,11 ± 0,11	1,13 ± 0,12	1,20 ± 0,15	1,17 ± 0,16	1,19 ± 0,18	1,18 ± 0,14	1,20 ± 0,19	1,22 ± 0,19	
pH	-	3,51 ± 0,05	3,55 ± 0,06	3,53 ± 0,04	3,54 ± 0,08	3,50 ± 0,36	3,50 ± 0,52	3,54 ± 0,45	3,59 ± 0,06	3,59 ± 0,04	
Contenido de sólidos solubles	-	14,1 ± 0,45	12,75 ± 0,50	12,39 ± 0,56	12,15 ± 0,94	13,17 ± 1,21	12,88 ± 0,86	12,95 ± 0,49	13,90 ± 0,72	14,62 ± 0,65	
Actividad de agua	-	0,9885 ± 0,0020	0,9900 ± 0,0020	0,9915n ± 0,0020	0,9908 ± 0,0030	0,9893 ± 0,0040	0,9879 ± 0,0020	0,9890 ± 0,0038	0,9864 ± 0,0031	0,9869 ± 0,0049	
Índice de Color	-	8,33 ± 1,10	8,27 ± 1,10	8,30 ± 1,00	8,06 ± 1,10	8,27 ± 1,10	8,55 ± 1,08	8,46 ± 0,89	8,41 ± 0,80	8,56 ± 0,81	
Firmeza (N)	-	-	5,189 ± 1,031	4,775 ± 1,358	5,239 ± 1,274	4,403 ± 1,074	5,167 ± 0,779	4,877 ± 0,815	5,141 ± 0,976	5,142 ± 0,421	

## 6.2. Establecimiento del proceso de elaboración a escala semi-industrial para la producción de mermelada de Uchuva

### 6.2.1. Proceso de elaboración de mermelada de uchuva

La mermelada se realizó en el Laboratorio de Poscosecha y Empaque de la Escuela de Biosistemas. Dos formulaciones (A y B) se prepararon para elaborar la mermelada, la diferencia entre ambas consistió en la relación fruta:azúcar. La formulación A tenía un mayor contenido de azúcar que la B. Cada una de las formulaciones se llevó a cabo dos veces para comprobar el proceso propuesto en este estudio. Los lotes 1 y 3 fueron elaborados con la formulación A mientras que los lotes 2 y 4 con la formulación B.

En la tabla 17, se observan los tiempos promedios en que se duraron en las distintas operaciones de la producción de mermelada. En total, para la producción de cada lote se duran 340 min (aproximadamente 5,67 h). La operación de pelado y selección es el cuello de botella del proceso donde se duran aproximadamente 150 min para 16 kg de fruta con cáliz.

**Tabla 17.** Distribución de tiempos promedio según cada operación de la producción de mermelada.

Operación	Tiempo (min)
Pelado y Selección	150
Limpieza y Desinfección	10
Pesado	10
Liculado	60
Cocción y Pasteurización	60
Envasado	30
Choque térmico	20
Total (min)	340

### 6.2.2. Balance de Masa

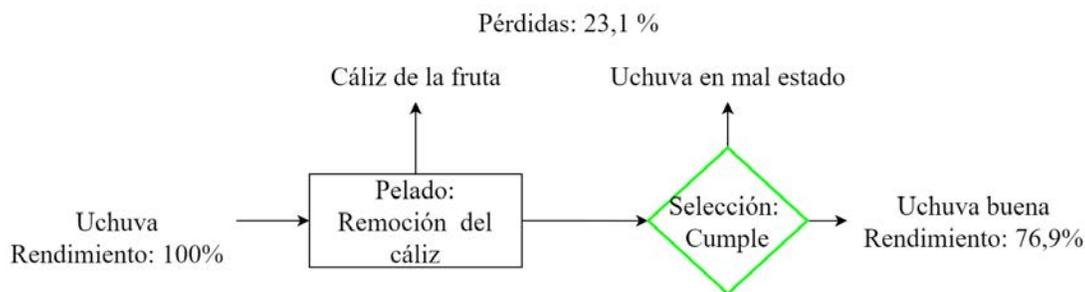
Las pérdidas de la fruta corresponden a la eliminación del cáliz, el desecho de las frutas en mal estado (picadas por algún insecto, presencia de moho, rajaduras y otros daños) o que no había alcanzado su estado de maduración. El lote 1 fue el que obtuvo menos pérdidas de producto con

un 14,31 %, mientras que el lote 4 presentó mayores pérdidas con un 28,06 %. El promedio de los desechos de los cuatro lotes producidos es de 23,15 %, en la tabla 19 se detalla para cada lote. Esto puede llegar a variar debido a la experiencia del personal para cosechar la fruta, el estado de madurez no se observa hasta que se abre el cáliz, la época del año y que tan propenso estuvo el cultivo a plagas o enfermedades.

**Tabla 18.** Rendimiento promedio de la uchuva para la elaboración de mermelada a escala semi-industrial.

Lote	Fruta Inicial (kg)	Fruta Pelada ( %)	Desechos ( %)
1	16,90	85,69	14,31
2	16,85	76,72	23,38
3	16,70	73,15	26,85
4	16,52	71,94	28,06
Promedio	-	76,88	23,15

En la figura 34, se detallada que para la determinación de rendimientos de la uchuva, se consideraron las operaciones de pelado y selección. Donde los desechos de cáliz y la fruta en mal estado se contabilizaron como pérdidas dentro del proceso.

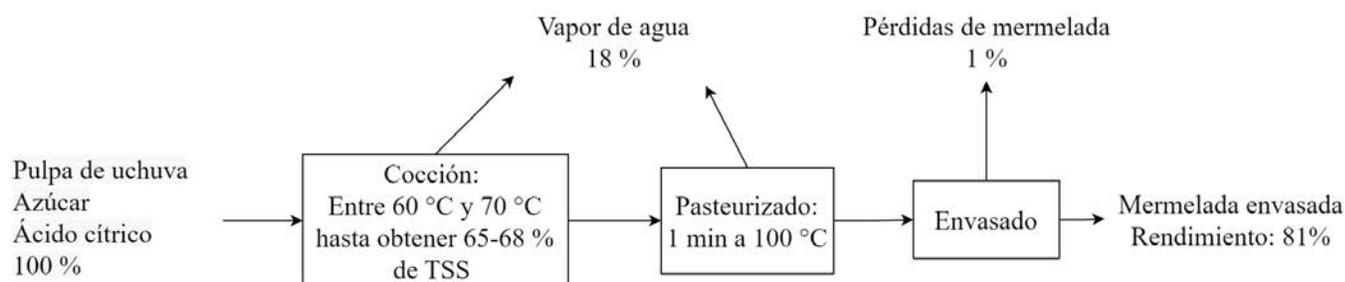


**Figura 34.** Diagrama del balance de masa para las operaciones de pelado y selección.

La figura 35, señala las operaciones que se consideraron para calcular el rendimiento de producción de mermelada. En la tabla 19, se observa que el lote 1 fue el que presentó menor rendimiento con un 62,40 %, mientras que los otros tres lotes el promedio se encontró en 80,04 %. Así mismo en la tabla 20, para el lote 1 el  $A_w$  se encontró en 0,6507 por debajo del resto de los lotes. Esto se puede deber a que el lote 1 llegó hasta 75 grados Brix porque se evaporó más agua mientras que el resto se mantuvo entre 65 y 66 grados Brix. Cabe mencionar que la primera vez que se ejecutó el

proceso completo fue necesario definir y ajustar las temperaturas de trabajo de la marmita, estable- ce los tiempos para cada una de las etapas. Esto pudo afectar el flujo del proceso y en consecuencia los resultados en cuanto al rendimiento de la materia prima.

La figura 35, indica los valores promedio obtenidos los lotes 2, 3 y 4 para el rendimiento de la producción de mermelada, las pérdidas y la cantidad de agua evaporada.



**Figura 35.** Diagrama del balance de masa para las operaciones de cocción, pasteurización y envasado.

**Tabla 19.** Rendimiento en la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial.

Lote	Formulación	Mermelada (kg)	Rendimiento ( %)	Grados Brix
1	A	18,17	62,40	75,0
2	B	17,57	80,91	66,0
3	A	20,20	82,02	66,0
4	B	15,87	79,61	65,0

**Tabla 20.** Valores promedio de actividad del agua y pH para los diferentes lotes de mermelada de uchuva.

Formulación	Lote	Aw	pH
A	1	0,6507 ± 0,0344	3,14 ± 0,01
B	2	0,8479 ± 0,0094	3,16 ± 0,02
A	3	0,8049 ± 0,0071	3,17 ± 0,01
B	4	0,8042 ± 0,0089	3,15 ± 0,01

El análisis estadístico de los resultados de la actividad de agua y el pH de las 4 formulaciones obtenidas reportaron un valor de  $p < 0,05$ . Los datos obtenidos no se adecuaron a una distribución. Para ambas variables, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. El Aw reportó un

valor de  $p < 0,05$  y de  $H = 100,42$  mientras que el pH reportó un valor de  $p < 0,05$  y  $H = 69,80$ . Estos resultados muestran que si hay diferencias entre los lotes en ambas variables.

Posteriormente, se analizaron los datos de  $A_w$  por formulación (A y B), en el caso de la  $A_w$  de los lotes 1 y 3, se obtuvo el valor  $p < 0,05$  en la prueba de normalidad y ninguna distribución se ajustó a los datos. Por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, el resultado fue  $p < 0,05$  y  $H = 44,26$ . La actividad de agua de la formulación A presenta diferencias significativas. Así mismo para los lotes 2 y 4 se procedió con las mismas pruebas, el valor de  $p$  fue  $< 0,05$  y  $H = 44,26$  por lo tanto si hay diferencias entre ambos lotes.

Para el pH, la formulación A obtuvo un valor  $p < 0,05$  y ninguna distribución se ajustó a los datos. Se analizaron por medio de la prueba de Kruskal-Wallis. Se obtuvo un valor de  $p < 0,05$  y  $H = 43,58$ , por lo cual los datos si presentan diferencias. En el caso de la formulación B, en la prueba de normalidad reportó un valor de  $p$  inferior a  $0,05$  y ninguna distribución se ajustó a los datos. En la prueba de Kruskal-Wallis se obtuvo  $p < 0,05$  y  $H = 9,32$  por lo tanto, si hay diferencias para esta formulación en cuanto al pH.

### 6.2.3. Balance de Energía

El valor de  $cp$  obtenido para la fruta con la ecuación 14 es  $3,520 \text{ kJ/kg} \cdot K$ , considerando que el contenido de agua es de  $80\%$  según (Hincapié & Zapata, 2019). Basado en los datos obtenidos en la tabla 21, con la ecuación 13, se obtuvo que para la formulación A el  $cp = 2,085 \text{ kJ/kg} \cdot K$  mientras que para la formulación B es de  $1,975 \text{ kJ/kg} \cdot K$ . En la tabla 22, se detallan los valores obtenidos para el balance de energía.

**Tabla 21.** Resultados de los análisis de composición de las dos formulaciones de mermelada de uchuva.

Fórmula	Agua (g/100 g)	Cenizas (g/100g)	Proteína (g/100 g)	Carbohidratos (g/100 g)
A	24.1	0.43	0.71	74.76
B	20.15	0.57	0.95	78.33

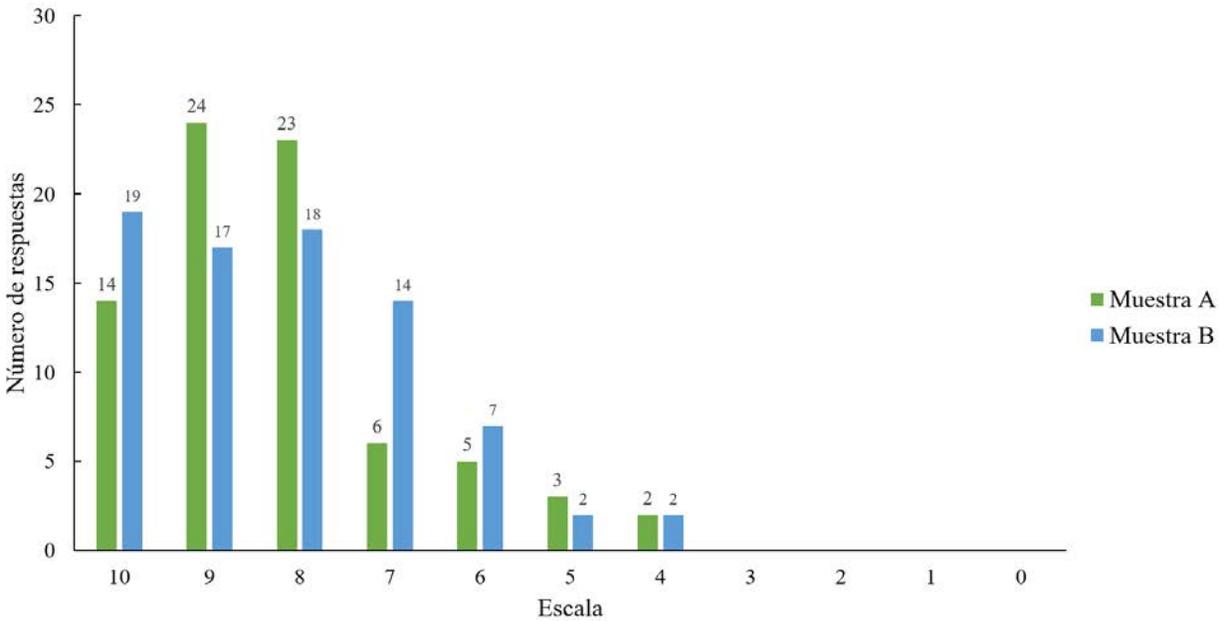
**Tabla 22.** Energía térmica requerida para la elaboración de mermelada para la formulación A y B.

Simbología	Energía	Formula A	Formula B
$Q_p$	Pulpa de la uchuva (kJ)	3 392,09	3 250,35
$Q_m$	Mermelada (kJ)	212,45	353,70
$Q_e$	Agua Evaporada (kJ)	9 582,30	8 722,02
$Q_l$	Perdidas por convección (kJ)	1 109,14	1 515,54
$Q_T$	Total Requerido (kJ)	14295,97	13 841,61
$Q_c$	Vapor Condensado (kJ)	16 764,40	20 256,98

En la tabla 22, se observa que el calor del vapor condensado cedido al sistema fue de 16 764,40 *kJ* mientras que para la formulación B fue de 20 256,98 *kJ*. En ambos casos, el calor del vapor condensado es mayor que el total requerido.

#### 6.2.4. *Panel Sensorial*

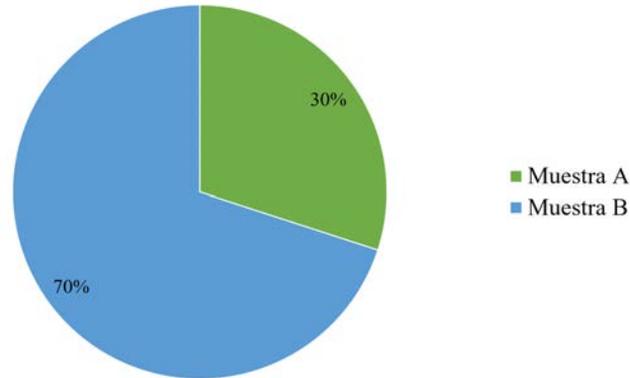
El panel sensorial contó con 80 personas participantes que no eran panelistas entrenados. De los participantes, un 53,75 % fueron hombres, mientras que un 46,25 % fueron mujeres. La formulación A obtuvo un promedio en la escala de 8,200 con una desviación estándar de 1,453, mientras que la formulación B obtuvo un promedio de 8,175 con una desviación estándar de 1,524. La prueba *t* de dos muestras, dio un valor de  $p = 0,916$  al ser mayor que 0,1 ( $\alpha = 10\%$ ) se puede concluir no hubo ninguna preferencia hacia alguna formulación, pero ambas fueron de agrado por los participantes.



**Figura 36.** Número de respuestas según la escala usada en las evaluaciones sensoriales de la formulación A u B respectivamente.

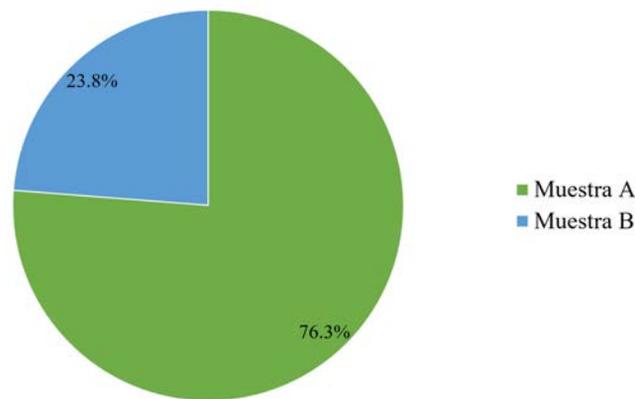
Para la formulación A, un 82,5 % de las respuestas la caracterizan como dulce, un 50 % como ácida, un 70 % como líquida. Entre otras características, se mencionó que tenía sabor a menta, miel y que el sabor es agradable y agrisado. En el caso de la formulación B, un 57,5 % de las respuestas la describe como dulce, un 61,3 % como ácida y un 91,3 % como espesa. Los participantes también indicaron que era más oscura y presentaba una consistencia como gelatina.

Como se muestra en las figuras 37 y 38, un 70 % de las personas que participaron indicaron que la fórmula B es la que percibieron más ácida, mientras que un 76,3 % de las personas identificaron la fórmula A más dulce. Las personas que participaron del panel si encontraron una diferencia significativa en la acidez entre ambas formulaciones, a pesar de que el valor del pH obtenido en ambas formulaciones reporta valores similares entre ambas formulaciones. La misma situación se encontró para el caso de los grados Brix.



**Figura 37.** Gráfico de pastel que indica cuál muestra es más ácida según el panel sensorial.

Los resultados evidencian que el porcentaje de azúcar afecta como las personas perciben el producto final en cuanto a su dulzura. A mayor cantidad de fruta con respecto al azúcar, el sabor va a ser más ácido, mientras que si la proporción es más alta en azúcar, la mermelada se va a percibir más dulce.



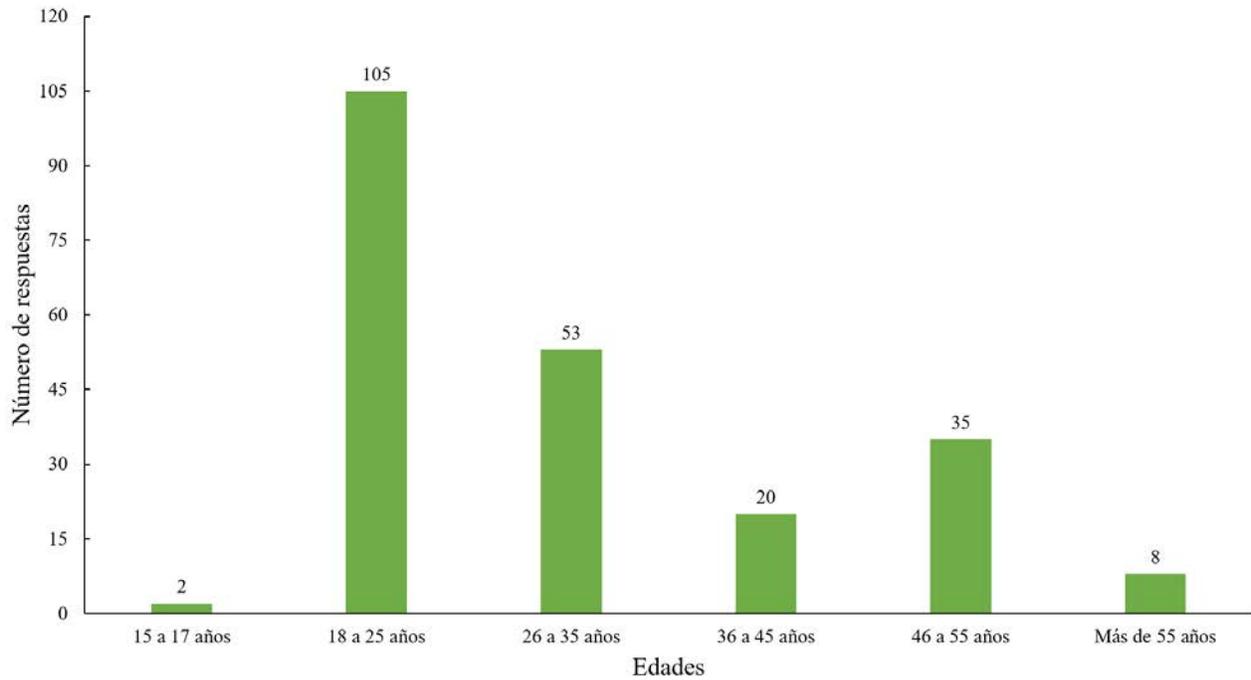
**Figura 38.** Gráfico de pastel que indica cuál muestra es más dulce según el panel sensorial.

### 6.3. *Análisis de la viabilidad tecno-económica de la producción de mermelada de uchuva a escala semi-industrial*

#### 6.3.1. *Estudio de Mercado*

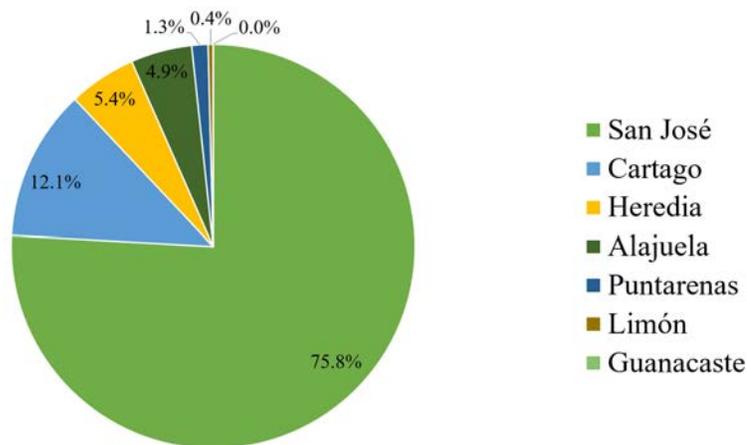
En total, 223 personas atendieron la encuesta de forma anónima. Esta se distribuyó por medio de redes sociales a estudiantes de la Universidad de Costa Rica, familiares y conocidos. Según las respuestas obtenidas, un 47,1 % de la población que respondió la encuesta tienen entre 18 y 25 años de edad, seguido por 23,8 % de personas de 26 a 35 años de edad. Posteriormente, siguen

los grupos de 46 a 55 años y de 36 a 45 años (figura 39). Además, el 72,5 % de las respuestas corresponden a mujeres, mientras que el 26,6 % a hombres.



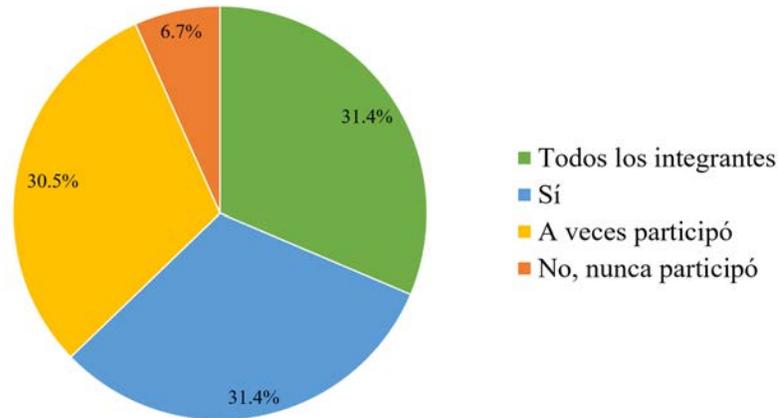
**Figura 39.** Número de participación de las personas en la encuesta según su edad.

En cuanto a la ubicación geográfica, un 75,7 % vive en San José y un 12,2 % en Cartago y un 12,1 % se reparte en el resto de las provincias (figura 40). Por lo cual, la mayoría de las personas provienen del Gran Área Metropolitana y no de zonas rurales.



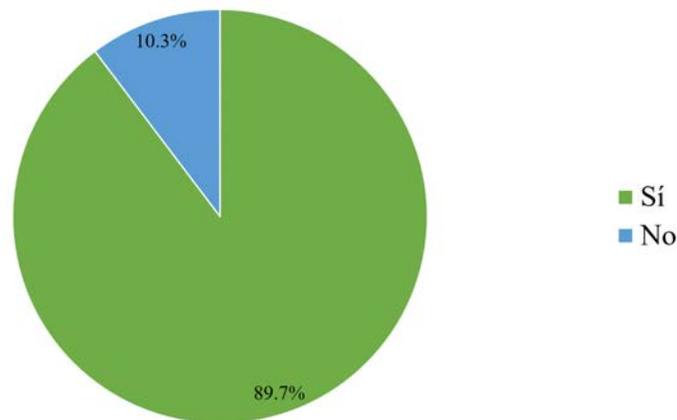
**Figura 40.** Porcentaje por provincia de las personas que respondieron la encuesta.

Dentro de los encuestados, un 31,5 % indica que participa en las compras de los alimentos del hogar mientras que un 31,5 % indica que participan todos los miembros del hogar. Por otra parte, un 30,6 % mencionó que participa a veces y solamente un afirma 6,8 % que nunca participa (figura 41).



**Figura 41.** Porcentaje de la participación en la realización de compras en el hogar.

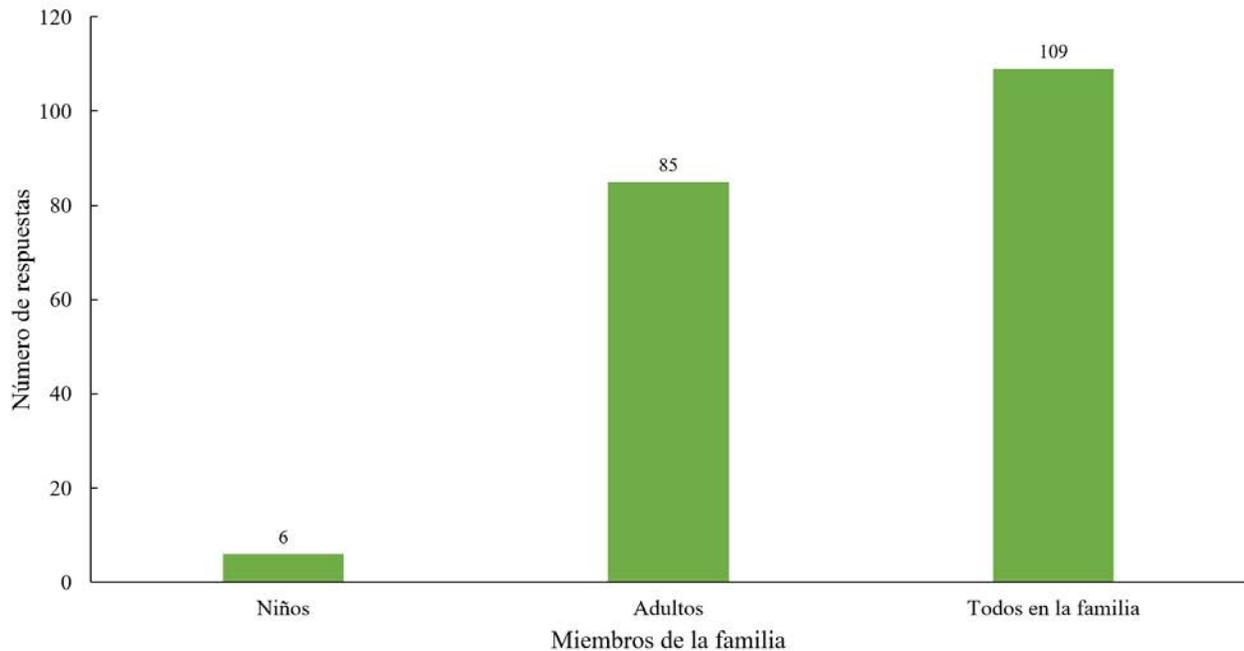
En referencia al consumo, de las personas que respondieron, un 90,1 % consume mermelada y un 9,9 % no la consume (figura 42). Este resultado revela que este producto es altamente consumido por la población encuestada.



**Figura 42.** Porcentaje del consumo de mermelada.

Con base en los resultados de la figura 42, la mermelada es un producto de gran aceptación en el hogar de la población costarricense. De la figura 43, donde 109 los participantes indicaron que

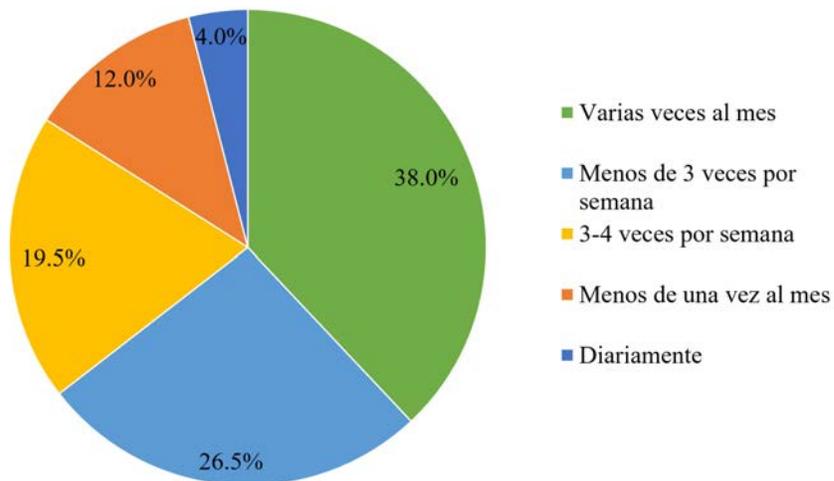
todos los integrantes de las casas consumen la mermelada por igual. Mientras que 85 indicaron que solo la consumen adultos y solo 6 indicaron que la consumen niños. Se identifican que el tamaño promedio de las familias que consumen el producto es de cuatro integrantes.



**Figura 43.** Distribución de consumo de mermelada en los hogares costarricenses.

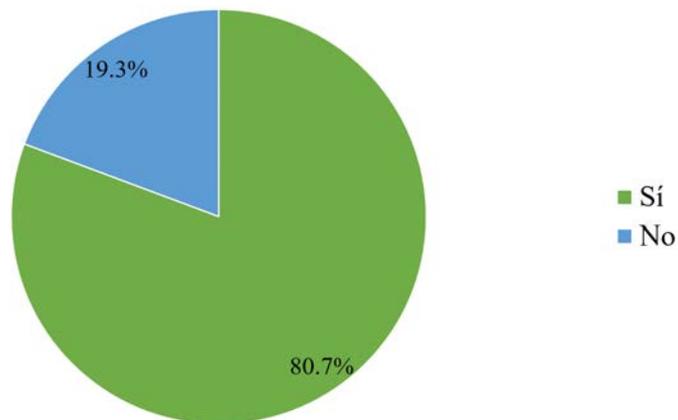
El 9,9 % de los núcleos familiares que no consumen mermelada indican como principales causas una dieta baja en azúcares o no es del agrado de las personas debido a que suelen ser muy dulces. Además, indicaron que es un producto prescindible dentro de la canasta básica de sus hogares. En otros casos, prefieren consumir productos sustitutos como la mantequilla de maní.

La frecuencia de consumo de mermeladas, según la encuesta, la mayoría se encuentra entre varias veces al mes con un 38 %, menos de 3 veces por semana con un 26,5 % y seguido de tres a cuatro veces por semana con un 19,5 %. La mitad de los encuestados la consume con gran frecuencia durante la semana, las últimas tendencias en alimentación recomiendan el consumo de alimentos altos en carbohidratos antes de realizar ejercicio para brindar mayor cantidad de energía (Nutrición del Comité Olímpico Internacional, 2012). Estos resultados se muestran en la figura 47.

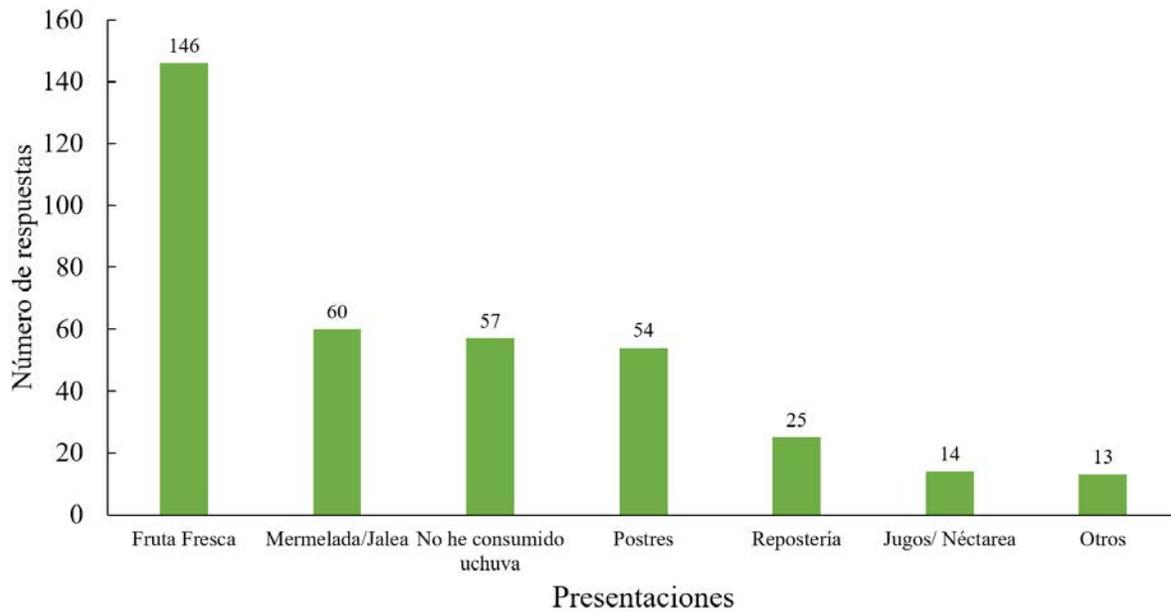


**Figura 44.** Frecuencia de consumo de la mermelada en los hogares costarricenses.

Según los datos obtenidos, el 81,1 % de los encuestados conoce la fruta o la planta de uchuva mientras que el 18,9 % desconocía de su existencia (ver figura 45). No obstante, solo el 74,8 % de las personas ha consumido la fruta. Los encuestados indican que las presentaciones más comunes de consumo de la fruta se encuentran: la fruta fresca, mermeladas, postres/repostería y en menor cantidad en jugos o néctares según la figura 46.

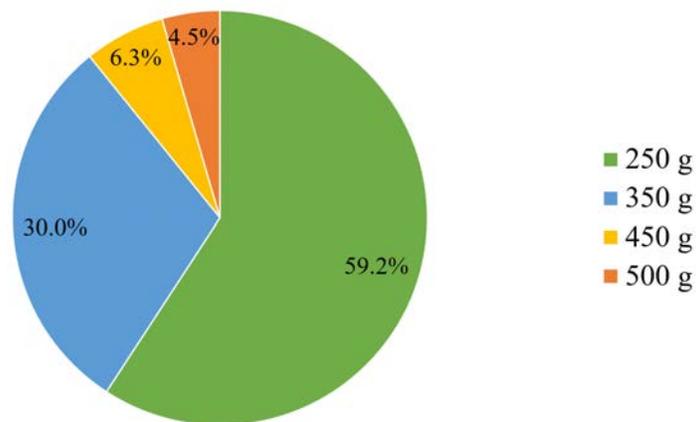


**Figura 45.** Conocimiento de los costarricenses acerca de la uchuva.



**Figura 46.** Forma de consumo de la uchuva de las personas encuestadas.

De las personas encuestadas, un 89 % estaría dispuesto a comprar una mermelada de uchuva. Donde el 59 % prefiere una presentación de 250 g y un 30,2 % prefiere una de 350 g y lo que resta se dividieron entre 400 g y 500 g. Los resultados de la figura 47 permiten conocer las preferencias del consumidor y cual presentación seleccionar para comercializar. Considerando lo anterior, un 67 % prefiere pagar 2600 colones por una mermelada de 250 g mientras que un 26,6 % indicó que pagaría: 3100 colones. Lo anterior, es de ayuda para establecer el precio final del producto.



**Figura 47.** Preferencia en las presentaciones de la mermelada.

De los resultados, un 89,5 % de las personas compran sus mermeladas en los supermercados,

mientras que un 33 % en pulperías o tiendas de conveniencia. Mientras que la compra en ferias o directamente a productores siendo los menores porcentajes. Lo anterior es importante para el modelo de negocio para que la mermelada se distribuya en estos lugares para que sea un producto accesible para todas las familias.

### 6.3.2. Análisis de Competencia

A continuación, se presenta la tabla 23 con la información de productos similares que existen actualmente en el mercado nacional. Es importante mencionar que la mayoría de esta información es de empresas posicionadas en la Gran Área Metropolitana (GAM). La mayoría se enfoca en ventas en línea, que es una ventaja a nivel de promoción del producto por redes sociales debido a su bajo costo no obstante se dificulta su acceso de principales puntos de venta como supermercados. Las fechas de consulta se realizaron a lo largo del 2021 y 2022, donde se consultó el valor en varias ocasiones y se sacó un promedio a lo largo del tiempo.

**Tabla 23.** Principales vendedores de mermelada de uchuva en el país y el precio hacia el consumidor.

Mermelada			
Empresa	Tamaño	Precio (IVA.I )	Lugares de Venta
Golden Natura	260 ml	3000	En línea y mercados
Irazufresh	310 g	2500	Online y Oreanumo de Cartago
Tricopilia	275 g	2999*	Mas x Menos y Walmart
Santa Clara	275 g	2500	En línea
Del Cerro	300g	3465	En línea

*Nota: Producto observado solamente durante el 2021.*

En la tabla 24, se observa a los vendedores de uchuva fresca más importantes. Se encuentran presentaciones en pequeños empaques hasta a granel, los que cuentan con un asterisco venden la fruta sin cáliz y en empaques unitarios de diferentes tamaños. Se debe considerar que para comprar la fruta en época seca, a granel se dificulta debido a que la producción disminuye. Esta información se debe tener presente para la ubicación de la planta de procesamiento y la distribución del producto. Los precios se consultaron en los meses de agosto y septiembre del 2022, donde se realizó

consulta por medio de la página web de supermercados o consultas directas a productores.

**Tabla 24.** Principales vendedores uchuva fresca y entera y el precio hacia el consumidor en Costa Rica.

Empresa	Fruta Fresca		
	Tamaño	Precio (€/VA.I)	Lugares de Venta
Santa Clara	1 kg	2000	En línea
Red Rubies *	250 g	2610	En línea
Corporación de Compañías Agroindustriales*	250 g	1900	Mas x Menos
Feria Agricultor San Martín	1 kg	1900	Coronado
Corporación de Compañías Agroindustriales *	250 g	1900	Walmart
Corporación de Compañías Agroindustriales *	250 g	2100	Automercado
Member's Selection *	300 g	2295	Pricesmart
Productores de Cartago	1 kg	2000	Cartago

*Nota: Empresas con un \* venden la fruta sin el cáliz.*

### 6.3.3. Demanda proyectada

La producción de mermelada se va a enfocar en venderla en el Gran Área Metropolitana, donde el número de habitantes es de aproximadamente 3 000 000. Basada en la segmentación de mercado realizada en la encuesta, un 89 % de las personas podría comer la mermelada, según la encuesta; pero, suponiendo que solo un 10 % está dispuesto a pagar el precio sugerido. Además, se divide la cantidad de habitantes resultantes en grupos familiares de aproximadamente cuatro personas, que fue la respuesta promedio en la encuesta. Lo cual da cerca de 67 275 familias que comprarían la mermelada.

Considerando que al menos una de las mermeladas que se compran usualmente en las familias sea de uchuva durante el año, serían 67 275 demandas por año o 5 606 al mes. No obstante, como la empresa estaría iniciando su operación, se estima que la producción será de un 20 % por lo cual se producirán 1000 mermeladas por mes aproximadamente.

Las 1000 mermeladas se venderían el primer año de operación. Para los años posteriores se prevé un crecimiento anual de 2 % en las cantidades vendidas, por lo cual el precio y ventas para el

periodo en estudio se muestra en la tabla 25. Para el precio del producto se estima un crecimiento de un 15 % debido a la inflación.

**Tabla 25.** Demanda Proyectada durante los 10 años de operación.

Año	Precio de Venta ₡	Unidades Vendidas Anualmente
1	3 045	12 000
2	3 106	12 360
3	3 168	12 731
4	3 231	13 113
5	3 296	13 507
6	3 362	13 913
7	3 429	14 331
8	3 498	14 331
9	3 568	15 204
10	3 639	15 661

#### 6.3.4. *Análisis de Oferta*

Se van a vender mensualmente una cantidad de mil mermeladas y anualmente serían 12 mil mermeladas. El equipo clave que es la marmita cuenta con una capacidad de 100 L por lote, donde se considero que por mes la capacidad máxima serían 20 lotes, no obstante al estar comenzando la empresa se empezaría con una capacidad de 20 % de la capacidad.

#### 6.3.5. *Descripción de mercado*

Actualmente, la fruta fresca se vende en ferias del agricultor, en cadenas de supermercados como lo es Walmart, Mas x Menos, Automercado y Pricemart. También, hay pequeñas empresas que se dedican a vender presentaciones pequeñas por medio de redes sociales. En cuanto a la mermelada, cuatro de las cinco empresas son PyMEs, y realizan el proceso de manera artesanal. La empresa Tricopilia lleva acabo su producción de manera industrial en su planta (el precio de esta marca varía según el supermercado donde se venda), por lo anterior no se considera que sea un proceso artesanal. Debido a que si existe una variedad de empresas totalmente independientes, no se puede establecer que haya un monopolio u oligopolio en el país.

### 6.3.6. *Variables que afectan la oferta*

Dentro de las variables que afectan la oferta se encuentra el precio debido a que según donde se compre la fruta fresca hay grandes variaciones. Por lo tanto, es recomendable comprar directamente a productores y no a intermediarios para no elevar los costos. Además, la planta de la uchuva produce todo el año, no obstante la producción y el rendimiento baja en la época seca debido a que los sistemas de siembra se encuentran en desarrollo en el país y no cuentan con sistemas de riego, según lo que indican algunos productores nacionales.

Se asume que la empresa empezará realizando la inversión de todo el equipo necesario. Por lo tanto, en un inicio es posible que la empresa no empiece con una capacidad muy alta de producción, sino una que permita ir cubriendo los gastos del proceso. Por esta razón, la oferta de producto al inicio va a ser menor para evitar riesgos de grandes pérdidas.

### 6.3.7. *Oferta Presente y Pasada*

La tabla 23 indica que los precios con respecto al tamaño de la unidad varían bastante. Las causas de esta variación puede ser que son pequeñas empresas y los costos de producción son elevados o hay una falta de estudio técnico sobre la línea de proceso que justifique estos valores. La oferta de este producto es en pequeñas cantidades cuando se vende en línea. La competencia cuenta con el mismo objetivo que la empresa, que es dar a conocer la fruta junto a sus beneficios para la salud. No obstante, cuenta con debilidades como lo es el limitado posicionamiento del producto para que sea fácil para los consumidores comprarlo.

### 6.3.8. *Oferta Futura*

Como la uchuva es una fruta exótica y poco conocida, se desea que en los próximos años se dé a conocer por sus diferentes beneficios a la salud como antidiabético (Rodríguez Ulloa & Rodríguez Ulloa, 2007). Así, establecer un público que se haga fiel a su consumo gracias a sus propiedades.

El objetivo de la empresa, es lograr posicionar la marca de la mermelada en la mayoría de supermercados de todo el país en un plazo de 10 años. Por lo tanto, se proyecta manejar un crecimiento del 2 % en el inventario con el paso del tiempo siendo conservador considerando el crecimiento que hubo en el país por ventas en internet (Martinez, 2021).

### 6.3.9. *Análisis de Comercialización*

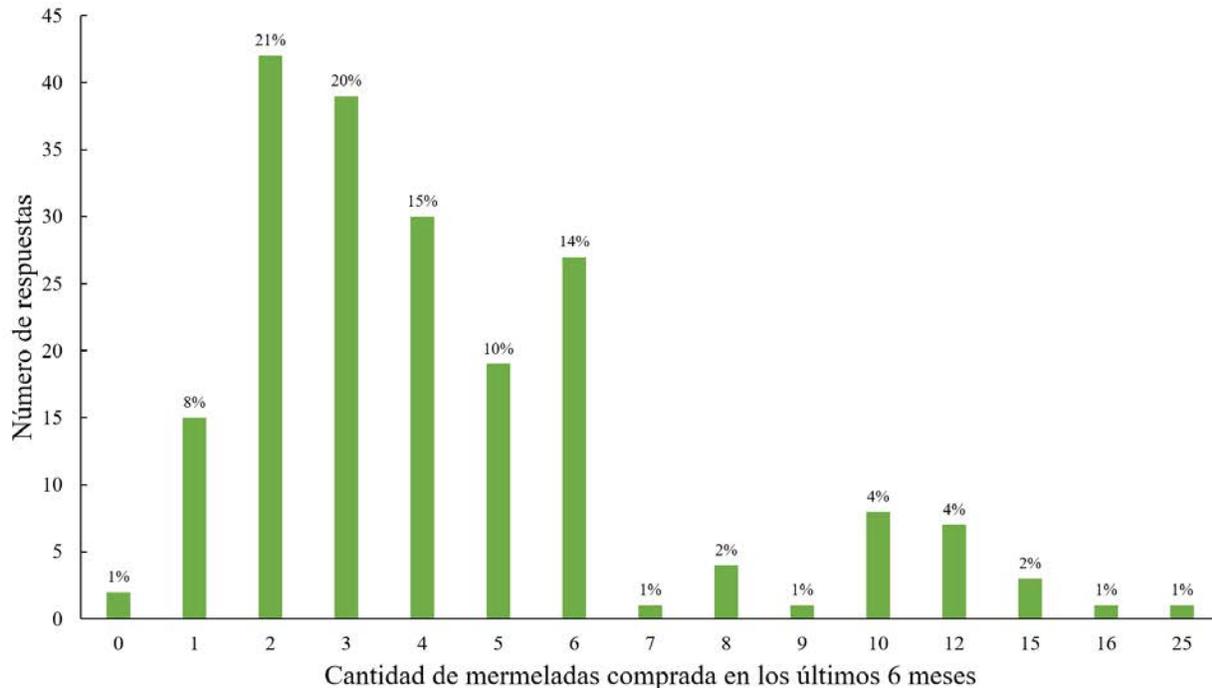
Para el análisis de la comercialización se recolecta información proveniente del mercado meta en donde se diseña una estrategia de comercialización que incluye las 4P de la mezcla de mercado: precio, producto, plazo y promoción.

#### 6.3.9.1. *Precio*

Se definió el precio del producto con base en la encuesta realizada, comparativas con productos en el mercado y los costos de producción. A pesar de que en las encuestas los consumidores prefieren un precio de ₡ 600 colones. Por medio de la investigación de los precios actuales del mercado para la mermelada de uchuva se obtiene un promedio de ₡ 750 colones por cada 250 g. No obstante, debido considerando los costos de producción el precio de venta se estableció de ₡ 045 colones.

#### 6.3.9.2. *Producto*

Con base en el estudio de mercado efectuado, la mayoría de las personas encuestadas (91,2 %) respondieron afirmativamente a la adquisición de una mermelada de uchuva como producto exótico e innovador, se decide continuar con el producto. Como parte de las características de este producto se define el tamaño con base en lo que se distinguió en el estudio de mercado, las personas prefieren un envase de 250 g. En la figura 48, se observa que la gran mayoría de las personas encuestadas compran entre 2 a 6 mermeladas en los últimos seis meses al momento de realizar la encuesta.



**Figura 48.** Cantidad de mermeladas compradas por los encuestados en los últimos seis meses.

### 6.3.9.3. Plaza

Dado que los resultados obtenidos indican que los puntos de mayor adquisición del producto por los consumidores son los supermercados, se tiene como meta introducir primero el producto en mercados locales y además la venta directa del mismo por medio del sitio web. Por lo cual, si es por venta por redes sociales o sitio web de la empresa el producto iría directamente del productor al consumidor, no obstante en los lugares como supermercados o tiendas estas funcionarían como intermediarios.

Para luego insertarse en mercados más frecuentados. Se valora la opción de que la planta de producción este en un punto medio de los principales comercios de la Gran Área Metropolitana donde se vayan a distribuir los productos. Además, que cuente con la cercanía del lugar donde se adquiere la materia para evitar costos elevados y tiempos de transporte.

#### 6.3.9.4. *Promoción*

La empresa, al ser una PYME la cual está empezando su inserción en el mercado, requiere de herramientas de bajo costo para poder promocionarse. Por lo tanto, las redes sociales son la mejor opción para publicitar el producto. El concepto que se quiere desenvolver para propagar el producto es dar a conocer los beneficios nutricionales que este tiene y además promocionarlo como un producto exótico e innovador. Promoviendo producto natural elaborado con uchuvas orgánicas, procurando la compra del mismo bajo todas sus cualidades.

La promoción iría dirigida a un núcleo familiar con distintos rangos de edades, ya que lo obtenido por la encuesta resulta que un 53,2 % indican que la mermelada es consumida por toda la familia. Además, en la figura 41, se muestra que un 93,3 % de las personas participan en la decisión de compra en los hogares.

#### 6.3.10. *Análisis Financiero*

En esta sección se analizaron los costos involucrados de inversión y de operación, así como la demanda proyectada. Además, se efectúa el flujo de ingresos mensuales para el primer año y un análisis del comportamiento del flujo de caja para un periodo de 10 años debido a que se considero que se iba a mantener en el tiempo (Sapag Chain, 2011). Posteriormente, se realizan las evaluaciones pertinentes para determinar la rentabilidad del proyecto por medio de los indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el periodo de retorno.

##### *Costos de inversión iniciales*

En la tabla 26, se pueden observar los precios consultados a proveedores nacionales a Septiembre del 2022.

**Tabla 26.** Costos de inversión de equipos y herramientas para la elaboración de mermelada para una capacidad máxima de 100 kg por lote.

Equipo	Cantidad	Precio ₡	Precio Final ₡	Proveedor
Set De Cuchillos 4 piezas	1	11 490,00	11 490	EPA
Mesas de Acero	1	139 950,00	139 950	EPA
Caja plástica con tapa 32 L	2	5 700,00	11 400	Pequeño Mundo
Marmita	1	4 949 400,00	4 949 400	Equipo AyB
Refrigeradora	1	399 999,00	399 999	Walmart
Basureros desechos orgánicos	2	5 200,00	10 400	Pequeño Mundo
Licuadaora	1	13 500,00	13 500	Walmart
Balanza Electrónica 40 Kg	1	36 541,41	36 541	Carbone Costa Rica
Espátulas	2	3 825,00	7 650	Tips CR*
Termómetro	1	5 400,00	5 400	Tips CR*
Escobas	2	2 830,00	5 660	Walmart
Manguera	1	4 800,00	4 800	Pequeño Mundo
Palo pisos	1	2 360,00	2 360	Mas x Menos
Monto total ₡			<b>5 598 550,41</b>	

*Nota: La refrigeradora cuenta con un congelador.*

### 6.3.11. Depreciación

En la tabla 27 se pueden apreciar los valores iniciales de depreciación de los principales bienes que se deben adquirir. Los datos de vida útil de los principales bienes se obtuvieron de la directriz CN-001-2009: “Valoración, Renovación, Depreciación de la Propiedad, Planta y Equipo” («Valoración, Renovación, Depreciación de la Propiedad, Planta y Equipo», 2009).

**Tabla 27.** Depreciación de equipos y herramientas para la elaboración de mermelada.

Equipo	Valor Actual ₡	Vida útil	Depreciación anual ₡	Depreciación mensual ₡
Set De Cuchillos 4 piezas	11 490	20	575	48
Mesas de Acero	139 950	10	13 995	1 166
Caja plástica con tapa 32 L	11 400	15	760	63
Marmita	4 949 400	5	989 880	82 490
Cámara de refrigeración	399 999	15	26 667	2 222
Licuadaora	13 500	5	2 700	225
Balanza Electrónica 40 Kg	36 541	10	3 654	305
Espátulas	7 650	20	383	32
Termómetro	5 400	10	540	45
Manguera	4 800	20	240	20
<b>Total equipo ₡</b>			<b>1 039 393</b>	<b>86 616</b>

### 6.3.12. Costos de Operación

Los costos operativos incluyen los necesarios para el proceso de elaboración de mermelada de uchuva. Se incluyen los costos por servicios públicos como internet, agua, luz y teléfono. Además, se contemplan los insumos necesarios para la producción, en donde se contemplan materiales y materias primas así como empaque. Asimismo, se consideran los salarios, publicidad y alquiler de local.

### 6.3.13. Insumos

Para determinar los costos de insumos se contemplan los materiales y materia prima y productos de limpieza involucrados en la producción de mermelada de uchuva. Se calcularon los costos de insumos para cada una de las formulaciones.

**Tabla 29.** Costos de insumos de limpieza para la elaboración de mermelada.

Producto	Cantidad	Precio ₡	Costo ₡	Proveedor
Cloro (gal)	5	970	4 850	Walmart
Desinfectante	3	3 580	10 740	Walmart
Lavaplatos (kg)	5	1 250	6 250	Walmart
<b>Total ₡</b>			<b>21 840</b>	

**Tabla 28.** Costos de insumos para la formulación A y B de mermelada de uchuva.

Ingrediente	Unidades	Precio Unitario ₡	Costo por envase (Formulación A)	Costo por envase (Formulación B)
Uchuva	kg	2 000	417,5	520,5
Azúcar	kg	702	107,1	87,6
Ácido Cítrico	kg	5 200	7,8	9,8
Preservante	g	4,8	0,1	0,1
Envases vidrio	unidad	650	650,0	650,0
Etiquetas	unidad	50	50	50
Total ₡			1 232,5	1 318,0

#### 6.3.14. Costos Administrativos y Salarios

Para estos costos se asumen valores fijos de agua y electricidad aproximados al funcionamiento de la planta. También se contempla un plan telefónico con cuota fija y un plan de Internet de una capacidad de 10 MB de la misma modalidad de cuota fija.

Se determinan costos administrativos asumiendo el alquiler de un local pequeño que permita el procesamiento y almacenamiento de la mermelada de uchuva. También dentro de estos se asume un monto para publicidad, la cual será en redes sociales. Para estos parámetros se obtienen los costos mostrados en la tabla 30.

**Tabla 30.** Costos administrativos por mes para la de producción de mermelada de uchuva.

Rubro	Costo
Agua ₡	30 000
Electricidad ₡	25 000
Internet y Teléfono ₡	31 900
Alquiler local ₡	311 900
Publicidad ₡	10 000
Total ₡	398 800

Además, se previeron costos de contabilidad y salarios de tres ingenieras (Bachiller Universitario) encargadas de procesos de producción, administración y distribución del producto. Para la contabilidad se establece una jornada de 1/4 de tiempo. Para estos salarios se estima una inflación anual de 1,5 %. En la tabla 31, se muestran los salarios mensuales basados en lo que indica del Ministerio de Trabajo y Seguridad de Costa Rica. También se contempla un 26,5 % de cargas sociales

mensuales, estipulados por la Caja Costarricense del Seguro Social. Para los meses de diciembre se realiza el pago únicamente de aguinaldos.

**Tabla 31.** Salarios de la mano de obra para la elaboración de mermelada.

Empleado	Tiempo	Monto ₡
Operario	1	326 253,57
Bachiller universitario	1	580 708,2
Contador	1/4	89 617,22
Cargas Sociales	26.5	264 093,43
Total de Salarios por mes	₡	1 260 672,4

### 6.3.15. *Financiamiento*

En la tabla 32 se detalla como se va a financiar el proyecto, donde se considera la solicitud de un préstamo a 5 años plazo con una tasa de interés fija al 12,5 % que es lo que ofrecen los bancos estatales a las Pymes actualmente. Además, se muestra los intereses que se deben pagar al banco y el monto que va a amortizando la deuda, información necesaria para el flujo de caja. Ya que para el cálculo del impuesto de la renta solo se consideran los intereses.

**Tabla 32.** Amortización anual del préstamo durante los cinco años.

Año	1	2	3	4	5
Saldo Inicial ₡	6 000 000	5 064 876	4 012 861	2 829 344	1 497 888
Interés (₡)	750 000	633 109	501 608	353 668	187 236
Amortización (₡)	935 124	1 052 015	1 183 517	1 331 456	1 497 888
Saldo Final (₡)	5 064 876	4 012 861	2 829 344	1 497 888	-

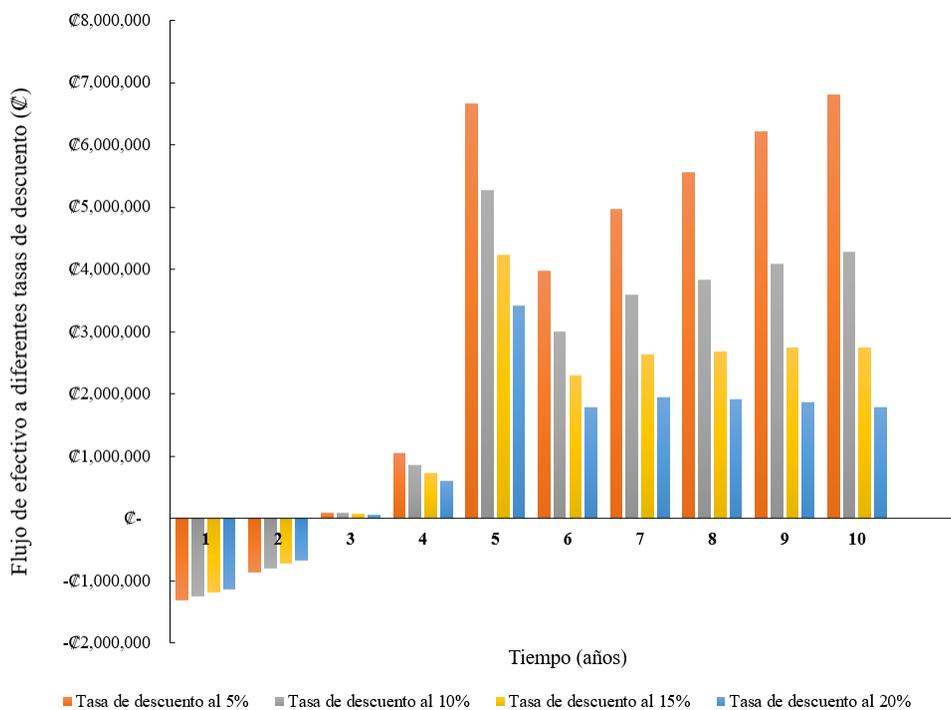
### 6.3.16. *Flujos de caja e indicadores financieros*

El anexo 4, se puede observar que el flujo de caja de la formulación A para la producción de mermelada de uchuva en el primer año de operación (año 0) es negativo, por lo cual no habría ganancias. No obstante, del anexo 5, se puede observar que a partir del año 3, ya se empieza a tener un balance positivo que iría aumentando con el paso de los años. En el año 0, se obtiene un balance acumulado de ₡-2 428 321 de colones. En el tercer año, el balance neto ya se reporta positivo con

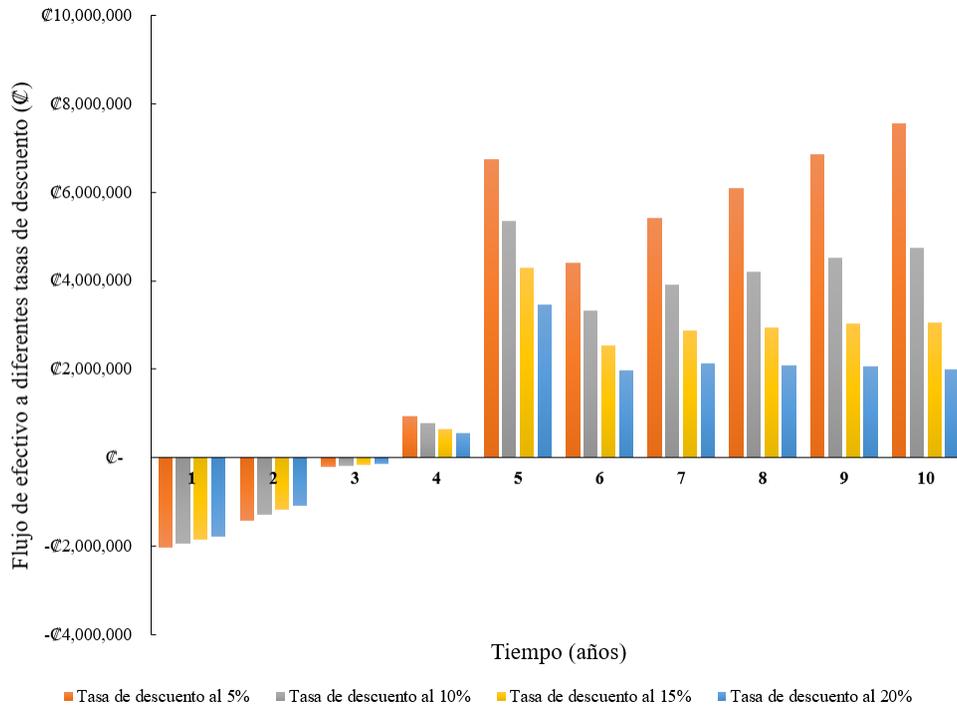
₡115 797 de colones y para el décimo año es de ₡1 093 061 de colones. Mientras que para el cuarto año ya se reporta un valor positivo de ₡1 386 222 de colones para el balance acumulado, lo cual es positivo, ya que se estaría generando ganancias antes de terminar de pagar el préstamo.

Para la formulación B, el anexo 6 indica el flujo de caja para el primer año de producción, donde el balance acumulado es ₡2 128 537 de colones. El anexo 7, se observa que en el cuarto año el balance neto empieza a ser positivo con ₡1 146 191 de colones, mientras que el balance acumulado empieza a ser positivo al quinto año con ₡5 839 210 que es el año donde se termina de pagar el préstamo. Por lo tanto, el escenario es positivo, ya que se estaría generando ganancias.

En la figura 49, se muestra el flujo descontado para la formulación A, a cuatro diferentes tasas de descuento. Donde se observa que a partir del año tres, para las distintas tasas de descuento, ya se empieza a recuperar la inversión del año 0. Mientras que de la figura 50, indica que la formulación B también se empieza a recuperar la inversión; pero, hasta el cuarto año.



**Figura 49.** Flujo descontado de la formulación A para cuatro tasas de descuento.



**Figura 50.** Flujo descontado de la formulación B para cuatro tasas de descuento.

De la tabla 33, se observa que para la formulación A, el TIR corresponde a 30,3 %, lo cual indica que el proyecto es rentable a esas tasas. Mientras que para la formulación B, el TIR es de 28,3 %. Por lo cual, la formulación A es más rentable que la B, debido a que hay un mayor retorno de la inversión.

Para este se determinó que el precio y la disponibilidad de materia prima es una variable crítica a la hora del desarrollo del proyecto. Debido de la cantidad de fruta disponible va a variar el precio de compra y por ende los costos de producción de la mermelada.

**Tabla 33.** Tasa interna de retorno y el valor actual neto para las distintas tasas de descuento analizadas para la formulación A y B.

Tasa de Descuento (%)	Formulación A		Formulación B	
	VAN	TIR (%)	VAN	TIR (%)
5	27 173 786		28 380 996	
10	16 996 264		18 052 228	
15	10 217 209	30,3	11 272 552	28,3
20	5 597 194		6 723 983	

### 6.3.17. Impactos Ambientales

La economía circular se puede definir como el desarrollo de un ciclo positivo que busca promover y aumentar el capital natural, optimizando los recursos, minimizando los riesgos y hay un flujo renovable (Cerdá, s.f.). Por este motivo, la empresa buscaría aplicar este concepto, por ejemplo, los residuos como el cáliz, las frutas rechazadas o dañadas se van a emplear en la elaboración de compostaje. Así, se le da un valor agregado a un posible desecho y se aplica la economía circular. Todos los empaques usados en la elaboración de la mermelada se pueden reciclar. Además, los envases de vidrios son retornables, así los clientes podrían devolverlo. Dentro de la empresa, cualquier tipo de residuo se va a procurar clasificarlo para llevarlo a su respectivo centro de acopio. Entre los trabajadores se va a promover la creación de eco-bloques cuando los residuos no sean reciclables como por ejemplo empaques plásticos de alimentos.

No obstante, cualquier actividad nueva va a generar un impacto negativo y que se busca que sea el menor. Al ser una fruta poco comercializada y requerir gran cantidad de fruta fresca semanalmente, indirectamente se puede dar deforestación para sembrarla. Por lo tanto, se va a comprar la uchuva de fincas con buenas prácticas agrícolas y orgánicas. La utilización de agua para el lavado y desinfección de la fruta implica un gasto en el recurso hídrico, por lo cual lo más recomendable es que la ubicación donde se elaboren las mermeladas cuente con algún tipo de planta de tratamiento de aguas.

### 6.3.18. *Impactos Sociales*

Al comenzar una pequeña empresa, diferentes sectores se pueden ver beneficiados de diferente manera. Por ejemplo, la generación de empleo indirecto relacionado con lo que es la producción de la fruta, transporte, y venta del producto final. La producción de mermelada de la uchuva junto a la venta va a posicionar la fruta y así promover la venta del producto fresco. La empresa va a ser responsable con las diferentes cargas sociales que correspondan en el país, con la Caja del Seguro Social o pagar los impuestos correspondientes.

## 7. CONCLUSIONES

1. La caracterización de la fruta fresca determinó que para las variables de masa, redondez, esfericidad, densidad, grados Brix, actividad de agua, índice de color y firmeza, presentaron diferencias a lo largo de los meses de cosecha para la producción estudiada. Solamente el pH no presentó variaciones a lo largo del tiempo.
2. La masa promedio de la fruta con cáliz fue de 3,44 g con una desviación estándar de 0,37 mientras que la fruta sin cáliz fue de 3,19 g con una desviación estándar de 0,34. Para el cáliz la masa promedio fue de 0,25 g con una desviación estándar de 0,25.
3. La redondez promedio fue de 1,12 con una desviación estándar de 0,36; la esfericidad promedio fue de 0,94 con una desviación estándar de 0,30 y una densidad promedio de 1,17  $g/cm^3$  con una desviación estándar de 0,37.
4. El pH promedio fue de 3,54 con una desviación estándar de 0,03; los grados Brix promedio fueron de 13,21 con una desviación estándar de 0,82 mientras que la actividad de agua promedio fue de 0,9869 con una desviación estándar de 0,0017.
5. El índice de color promedio fue de 8,4 con una desviación estándar de 0,2 mientras que la firmeza promedio fue de 4,992 con una desviación estándar de 0,288.
6. El almacenamiento en congelación demostró que manteniendo la fruta en congelación durante tres semanas, las propiedades de pH, grados Brix y actividad de agua no presentan diferencias con respecto a la fruta fresca. Por lo cual, congelar la fruta es viable para procesos donde no se requiere fresca o se va a procesar.
7. La uchuva en almacenamiento en refrigeración se observó que la pérdida de masa, el pH, grados Brix, índice de color y firmeza presentaron diferencias a lo largo de los días porque el valor de p obtenido fue menor a 0,05. Donde el proceso de maduración afectó principalmente en el aumento del valor del índice de color y la disminución de la firmeza.
8. Se logró establecer el proceso de la elaboración de mermelada de uchuva a escala semi-industrial para dos formulaciones distintas a una escala semi-industrial con un rendimiento

de 80, 85 % a partir de la fruta ya seleccionada.

9. Ambas formulaciones de la mermelada contaron con aceptación en el panel sensorial, la A la identificaron como la más dulce mientras que la B como más ácida.
10. El estudio de mercado determinó que el 89,7 % de los encuestados consumen mermeladas, el 80,7 % conoce la uchuva y el 89,7 % estaría dispuesto a comprar una mermelada a base de uchuva.
11. El balance neto para la formulación A empieza a ser positivo en el tercer año con/115 797 de colones mientras que la formulación B, el balance neto es positivo con/1 146 191 de colones en el cuarto año.
12. El estudio tecno-económico determinó que ambas formulaciones (A y B) son viables producir las a una escala semi-industrial debido a que se recupera la inversión, a partir del tercer y cuarto año respectivamente.
13. En el estudio económico, el precio compra de la uchuva, el precio de venta de la mermelada, la demanda de la mermelada y la oferta de la fruta fresca son las variables sensibles dentro de este análisis económico.
14. La formulación A obtuvo una TIR de 30,0 % mientras que la formulación B obtuvo una TIR de 28,3 %; por lo tanto, se recupera la inversión primero con la formulación A que la B, debido a que sus costos son menores, debido a esto la fórmula A es la seleccionada para producir.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios controlando en campo variables como riego, fertilización, altura de la zona para identificar si bajo esas condiciones la fruta fresca va a presentar diferencias significativas en las propiedades de la uchuva.
2. Para mejorar el proceso de cosecha y la clasificación de las frutas se recomienda la elaboración de una escala de color que funcione como guía (cualitativa y cuantitativa) para el personal que deba realizar tareas de cosecha o clasificación.
3. Investigar el potencial del cáliz de la uchuva para el desarrollo de nuevos empaques biodegradables, papel para etiquetas o como fuente de materia prima para la generación de energías más limpias.
4. Se recomienda evaluar el almacenamiento de la uchuva bajo refrigeración considerando diferentes temperaturas y tipos de empaque para determinar cuál es el más indicado.
5. Debido a que la producción de uchuva a lo largo del año presenta disminuciones y aumentos, se recomienda realizar un análisis para garantizar siempre el abastecimiento de la fruta, ya sea fresca o congelada, para no afectar la producción de mermelada.
6. Para una producción de mermelada a escala industrial, es recomendable realizar un estudio considerando las nuevas variables que pueden aplicar garantizando el abastecimiento de la línea de proceso.
7. Se recomienda replicar el estudio económico variando las suposiciones tomadas en un inicio, para analizar más escenarios de la producción de mermelada de uchuva, como por ejemplo el adquirir el equipo necesario usado o que se van a vender menor cantidad de envases de mermelada.
8. Realizar un estudio de sensibilidad para identificar el influye el precio y la demanda ya que son variables sensibles en el análisis económico o en el flujo de efectivo y indicadores financieros.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos* (4ta Edición). México D. F., McGraw Hill. <https://econforesyproyec.files.wordpress.com/2014/11/evaluacion-de-proyectos-gabriel-baca-urbina-corregido.pdf>. (Vid. págs. 10-12)
- Balaguera López, H. E., Martínez C., C. A. & Herrera Arévalo, A. (2015). Papel del cáliz en el comportamiento poscosecha de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 181. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3212> (vid. pág. 56)
- Balaguera-López, H. E., Martínez-Cárdenas, C. A. & Herrera-Arévalo, A. (2016). *Comportamiento Poscosecha de Frutos de Uchuva (Physalis peruviana L.): Efecto de Diferentes Dosis y Tiempos de Exposición al 1-Metilciclopropano* (inf. téc. N.º 1). (Vid. pág. 4).
- Calderón Alcaraz, E. (1983). *Fruticultura general, el esfuerzo del hombre* (3 Edición). México, Limusa. (Vid. pág. 57).
- Calvo Villegas, I. (2002). El cultivo de la uchuva. Área: Manejo Integrado de Cultivos/frutales altura. *Proyecto Microcuenca Plantón - Pacayas Boletín técnico No. 10.*, 28-31 (vid. págs. 4, 5).
- Camacho-Vera, J. H., Cervantes-Escoto, F., Cesín-Vargas, A. & Palacios-Rangel, M. I. (2019). Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(53). <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.700> (vid. pág. 2)
- Cerdá, E. (s.f.). *Economía Circular* (inf. téc.). (Vid. pág. 87).
- Chaves Espinach, F. (2014). Amor, La uchuva: cuando la fruta se hace. *San José, Costa rica*. (Vid. pág. 1).
- Ciro Velasquez, H. J., Buitrago Giraldo, O. H. & Pérez Arango, S. A. (2007). Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de Uchuva (*Physalis peruviana* L.) *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60(1), 3785-3796. <https://www.redalyc.org/comocitar.ou?id=179914076011> (vid. págs. 6, 54)

- Codex Alimentarius. (2009). Norma del Codex para las Confitaduras, Jaleas y Mermeladas. (Vid. págs. 7, 26).
- Codex Alimentarius. (2011). Norma del Codex para la Uchuva, *I*, 4-7 (vid. pág. 50).
- Curi, P. N., Carvalho, C. d. S., Salgado, D. L., Pio, R., da Silva, D. F., Pinheiro, A. C. M. & de Souza, V. R. (2018). Characterization of different native american physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. *Food Science and Technology*, 38(1), 112-119. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.01317> (vid. pág. 41)
- Degarmo, D. (2004). *Ingeniería Económica* (Dupdécima). México, Pearson Prentice Hall. (Vid. págs. 9, 12).
- Duarte, T., Jimenez Arias, R. E. & Ruiz Tibaná, M. (2007). Análisis Económico de Proyectos de Inversión. *Scientia et Technica Año XIII*, 35, 333-338 (vid. pág. 2).
- Duque, A., Giraldo, G. & Quintero, V. (2011). Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Temas Agrarios*, 16(1), 75-83. <https://doi.org/10.21897/rta.v16i1.686> (vid. págs. 45, 47, 49, 51, 56)
- FAO. (2003). Fichas técnicas procesados de frutas. (Vid. pág. 1).
- Flórez R, V. J., Fischer, G. & Sora R., Á. D. (2015). *Producción, Poscosecha y Exportación de la Uchuva* (Vol. 7). [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil%20wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil%20wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625). (Vid. pág. 43)
- Flórez R, V., Fischer, G. & Sora R, Á. D. (2000). *Producción, Poscosecha y Exportación de la Uchuva* (Vol. 3). Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>. (Vid. págs. 4, 5)
- FUNGILAB S.A. (s.f.). SMART SERIES Rotational Viscometer Instruction Manual. *Barcelona*. [www.fungilab.com](http://www.fungilab.com). (Vid. pág. 22)
- Giraldo, G. I., Cruz, C. D. & Sanabria, N. R. (2017). Propiedades Físicas del Jugo de Uchuva (*Physalis peruviana*) Clarificado en Función de la Concentración y la Temperatura. *Informacion Tecnologica*, 28(1), 133-142. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100013> (vid. pág. 56)

- Grau Bazán, A. E. (2014). Manual Técnico para el Procesamiento de Aguaymanto. *Cajamarca, Perú*, Centro de Económico de Promoción y Acción Social Norte. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>. (Vid. pág. 8)
- Hincapié, M. A. & Zapata, J. E. (2019). Study of the dehydration kinetics of uchuva (*Physalis peruviana* L.) in a fluidized bed dryer. *Informacion Tecnologica*, 30(2), 115-123. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200115> (vid. pág. 65)
- Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers IV, E., Gallardo, I. M. & Alves, L. R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522-526. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002> (vid. pág. 34)
- Huambachano R, J. (2006). Evaluación de Proceso de Congelado de Frutos de Goldenberries (*Physalis Peruviana* L) en Viveros de Agroindustrial Peralillo S.A. *Chile*, Fundación para la Innovación Agraria. (Vid. pág. 56).
- ICONTEC. (1999). Norma Técnica Colombiana: Uchuva. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1271>. (Vid. pág. 60)
- Icontec. (1999). NTC 4580, Frutas Frescas. Uchuva. Especificaciones, 15. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1271/81660\\_58968.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1271/81660_58968.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (vid. pág. 50)
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (2017). CAPÍTULO 3: PRINCIPALES FACTORES CLIMÁTICOS DE COSTA RICA (Primera Edición), En *Historia Natural de Costa Rica* (Primera Edición). San José. (Vid. pág. 49).
- Lanchero, O., Velandia, G., Fischer, G., Varela, N. C. & García, H. (2007). Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 61-68. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol8{\\\_}num1{\\\_}art:84](https://doi.org/10.21930/rcta.vol8{\_}num1{\_}art:84) (vid. pág. 57)
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (Segunda Edición). Nueva York. <http://www.springer.com/series/5999>. (Vid. pág. 35)
- Llanos, W. J., Castillo, B. & Londoño, M. T. (2013). Characterization of the mechanical properties of the cape gooseberry fruit (*Physalis peruviana* L.) [Caracterización de propiedades mecánicas del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)] *Agronomia Colombiana*, 31(1),

- 76-82. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84878384751&partnerID=40&md5=e32a68d6817a9376af1f1ff9b9c71a86> (vid. págs. 21, 54)
- Mandala, I. G. & Protonotariou, S. V. (2021). Physical properties of food materials, En *Engineering Principles of Unit Operations in Food Processing: Unit Operations and Processing Equipment in the Food Industry*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818473-8.00015-3>. (Vid. págs. 16, 17)
- Mandujano Lizárraga, L. J. & Zoilo Morales del Pozo, P. (2011). *PROYECTOS DE INVERSIÓN: FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN* (Primera Edición, Vol. Primer). Huancayo. (Vid. págs. 10, 11).
- Mankiw, N. G. (2015). *Principios de Economía* (Séptima edición). Mexico, CENGAGE Learning. (Vid. págs. 11, 12).
- Marin, D., Malara, J., Parra, J., Vargas, J., Ramirez, J., Henao, K., Sanchez, M., Saldaña, V., Franco, R. & Muñoz, A. (2016). Mango ciruelo para una comunidad agrícola. *Universidad de Piura*, 7, 7. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/microciencia/article/download/5615/5185> (vid. págs. 49, 51)
- Marín, Z. T., Cortés R, M. & Montoya C, O. I. (2010). Uchuva (*Physalis Peruviana L.*) Ecotipo Colombia, Mínimamente procesada inoculada con la cepa Nativa *Lactobacillus plantarum* LPBM10 mediante la técnica de impregnación al vacío. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(4) (vid. pág. 41).
- Márquez, C. J. C., Trillos, O. G., Cartagena, J. R. V. & Cotes, J. M. T. (2009). Evaluación físico-química y sensorial de frutos de uchuva (*Physalis peruviana L.*) *Vitae*, 16(1), 42-48 (vid. págs. 21, 53).
- Marrelli, S. (2011). Ciencia, técnica y tecnología. [http://sebamarrelli.blogspot.com/p/diagnostico\\_1850.html](http://sebamarrelli.blogspot.com/p/diagnostico_1850.html). (Vid. pág. 7)
- Martinez, A. (2021). Ventas por Internet crecen en un 48 % en Costa Rica. (Vid. pág. 78).
- Mendoza Ch., J. H., Rodriguez de S., A. & Millán C., P. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 10(2), 165 (vid. pág. 6).

- Mendoza, H. & Rodriguez, A. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 10(2), 188-196 (vid. págs. 45, 47, 49, 51).
- Ministerio de Comercio Exterior. (2020). *Análisis Sobre la Evolución del Comercio Exterior e IED en Costa Rica: en 2019*. (Vid. pág. 1).
- Ministerio de Comunicación. (2021). INFORME DE OCDE DESTACA DESEMPEÑO EXPORTADOR COSTARRICENSE Y RESILIENCIA DURANTE LA PANDEMIA. (Vid. pág. 2).
- Montagnani, M. A. (2012). *Optimización de la Calidad de Jaleas y Mermeladas de Reducido Tenor Glucídico Mediante el Uso de Aditivos Naturales* (Tesis doctoral). Universidad Tecnológica Nacional. (Vid. pág. 7).
- Montes R, L. M., Castaño Castrillón, J. J. & Orrego, C. E. (2005). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONGELACION RÁPIDA "IQF" (INDIVIDUALLY QUICK FREEZING) PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA* (inf. téc. N.º 4). (Vid. pág. 25).
- Nutrición del Comité Olímpico Internacional. (2012). *Nutrición para deportistas información médica para deportistas* (inf. téc.). (Vid. pág. 71).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). Fichas técnicas Productos frescos de frutas. <http://www.fao.org/3/a-au173s.pdf>. (Vid. pág. 1)
- Peña Rodríguez, I. (2017). *La importancia del estudio de mercado para un proyecto de inversión caso: una microempresa prestadora de servicios para eventos* (Tesis doctoral). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Mexico. (Vid. pág. 3).
- Pinzón, E. H., Reyes, A. J., Álvarez-Herrera, J. G., Leguizamo, M. F. & Joya, J. G. (2015). Comportamiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L., bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 26. <https://doi.org/10.22267/rcia.153202.10> (vid. págs. 53, 58)
- Pinzón, I. M., Fischer, G. & Corredor, G. (2007). *Determination of the maturity stages of purple passion fruit ( Sims.)* (inf. téc. N.º 1). (Vid. pág. 53).
- PROCOMER. (2017). Tendencias en el Consumo de Mermeladas y Preparaciones con Frutas Conservadas en Suecia. [https://www.procomer.com/alertas\\_comerciales/tendencias-en-el-consumo-de-mermeladas-y-preparaciones-con-frutas-conservadas-en-suecia/](https://www.procomer.com/alertas_comerciales/tendencias-en-el-consumo-de-mermeladas-y-preparaciones-con-frutas-conservadas-en-suecia/). (Vid. pág. 2)

- PROCOMER. (2021). Productos Costarricenses Alimentan Interés en Mercados Mundiales. <https://www.procomer.com/noticia/comprador-internacional-noticia/productos-costarricenses-alimentan-interes-de-grandes-mercados-mundiales/>. (Vid. pág. 2)
- Restrepo, A. M., Cortés, M. R. & Márquez, C. J. (2009). Uchuvas (*Physalis peruviana* L.) Mínimamente Procesadas Fortificadas con Vitamina E. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 16(0121-4004), 19-30 (vid. pág. 51).
- Restrepo, A. M. & Rojano, B. (2009). Determinación de la Vida Útil de Fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) Fortificada con Vitamina E. *DYNA*, 76, 163-175 (vid. pág. 51).
- Rodríguez Ulloa, S. L. & Rodríguez Ulloa, E. M. (2007). Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. *Revista Médica Vallejana*, 4(1), 43-53 (vid. pág. 77).
- Rojas Alfonso, D., Velaandia Torres, S. R. & Castro Sánchez, A. M. (2012). Aprovechamiento del fruto rajado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la elaboración de mermeladas. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 3(1), 18-24 (vid. pág. 7).
- Rosillón, N. & Alejandra, M. (2009). *Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente* (inf. téc.). (Vid. pág. 3).
- Ruiz Gaitan, L. M., Castellanos González, L. & Jair Villamizar, C. (2018). El Cultivo de la Uchuva (*Physalis Peruviana* L.) *Agroecosistemas— Revista para la transformación agraria sostenible*, 6, 400 (vid. pág. 5).
- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de inversión : formulación y evaluación*. Pearson Educación. (Vid. págs. 38, 80).
- Solano, J. & Villalobos, R. (s.f.). *REGIONES Y SUBREGIONES CLIMATICAS DE COSTA RICA* (inf. téc.). (Vid. pág. 48).
- Soledad Tapia, M. (2020). Contribución al Concepto de Actividad del agua ( $A_w$ ) y su Aplicación en la Ciencia y Tecnología de Alimentos en Latinoamérica y Venezuela. *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 80(2), 18-40 (vid. pág. 51).
- Ulloa Leitón, E. (2017). Oportunidades de Comercialización de Productos Agrícolas Incipientes. *San José, Costa Rica*, Procomer. (Vid. págs. 1, 6).
- Ulloa, E. (2018). Mercado de Frutas Exóticas en Canadá. *Dirección de Inteligencia Comercial, Procomer*, (2), i-4. <https://doi.org/10.1002/wow3.146> (vid. pág. 5)

- Valoración, Renovación, Depreciación de la Propiedad, Planta y Equipo. (2009). [www.hacienda.go.cr/Msib21/Espanol/Contabilidad+Nacional/bienvenida.htm](http://www.hacienda.go.cr/Msib21/Espanol/Contabilidad+Nacional/bienvenida.htm).. (Vid. pág. 81)
- Vargas Morena, S. (2015). *Caracterización Fenológica y Potencial de Valor Agregado de los Cultivares de Tomate de Árbol (Cyphomandra Betaceae) y Uchuva (Physalis Peruviana), con el Fin de Ofrecer una Opción Productiva Adicional a los Productores de la Zona de la Pastora de Tarrazú* (Tesis doctoral). Universidad Nacional. (Vid. págs. 2, 6, 7).
- Yıldız, G., İzli, N., Ünal, H. & Uylaşer, V. (2015). Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.) *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 2320-2327. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1280-3> (vid. pág. 41)

## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta realizada para el estudio de mercado.

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería de Biosistemas

#### Encuesta de Estudio de Mercado

Esta encuesta posee como propósito recopilar información acerca de la aceptación de un producto en desarrollo. Este producto corresponde a una mermelada como parte de los objetivos del proyecto final de graduación titulado: “Análisis de la viabilidad de la producción de mermelada a partir de la fruta *Physalis peruviana L* (Uchuva)” para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola y de Biosistemas, de la Universidad de Costa Rica. Toda la información brindada será de forma anónima y se manejará con discreción. Datos de la estudiante: Ariana Parajeles Blanco, B45170, ariana.parajeles@ucr.ac.cr

#### 1. Seleccione su rango de edad

15-17 años

18-25 años

26-35 años

36-45 años

45-55 años

Más de 55 años

#### 2. ¿En qué provincia vive?

San José

Alajuela

Cartago

Heredia

Limón

Puntarenas

Guanacaste

3. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

4. ¿Cuál es su sexo?

Femenino

Masculino

No binario

Otro

5. ¿En su vivienda es usted quien toma las decisiones sobre las compras de los productos?

Sí

A veces participó No, nunca participó

Todos los integrantes participan

6. ¿En su casa consumen mermeladas o jaleas? (Si la respuesta es No, conteste la pregunta 7)

Sí

No

7. Podría indicar por cuales motivos no se consume mermelada en su hogar

8. ¿Quiénes son los principales consumidores de mermelada en su familia?

Adultos

Niños

Toda la familia

No consumimos

9. Indique la frecuencia de consumo de mermelada o jalea en su núcleo familiar

Diariamente

De 3-5 veces por semana

Menos de 3 veces por semana

Ocasionalmente en el mes

Menos de una vez al mes

Nunca

10. ¿Dónde adquiere frecuentemente la mermelada que consume?

Tiendas de conveniencia o pulperías

Productores directos (Pymes)

Ferías

Supermercado

Otro:( especifique)

11. ¿Cuántos frascos de mermelada se han comprado en su hogar en los últimos 12 meses?

12. ¿Conoce la planta o fruta de uchuva?

Si

No (Pase a la pregunta X)

13. Si ha comido uchuva, ¿En qué presentación la ha consumido?

Fruta fresca

Mermelada

Jalea

Jugos

Néctares

Postres

Productos de repostería

Otro (especifique):

14. ¿Con que frecuencia su núcleo familiar consume uchuva?

Diariamente

De 3-5 veces por semana

Menos de 3 veces por semana

Ocasionalmente en el mes

Menos de una vez por mes

15. ¿Estaría dispuesto a degustar (o probar) una mermelada artesanal de uchuva?

Si

No

16. ¿Estaría dispuesto su núcleo familiar a comprar una mermelada artesanal de uchuva? Si

No

17. ¿En que presentación prefiere la mermelada?

250 gramos

350 gramos

450 gramos

500 gramos

18. ¿Que valor estaría dispuesto a pagar por una nueva mermelada artesanal producida de un fruto tropical de 250g?

2600 mil colones

3100 mil colones

3600 mil colones

3900 mil colones

## **Anexo 2. Encuesta realizada para el panel sensorial.**

### Encuesta para Panel Sensorial de Mermelada de Uchuva

Este panel sensorial consiste de dos muestras de mermelada de uchuva debidamente identificadas y para cada una de ellas deberá responder unas preguntas. Se utilizará una escala hedónica ( 0 a 10) para que califique según su agrado a cómo indique la escala los extremos y además de seleccionar adjetivo que mejor se adapten al producto. **Antes de iniciar la prueba debe tener dos muestras (A y B)**

#### 1. Seleccione su rango de edad

Menos de 18 años

18-25 años

26-35 años

36-45 años

45-55 años

Más de 55 años

#### 2. ¿Cuál es su género

Femenino

Masculino

Prefiero no indicarlo

#### *Muestra A*

#### 3. Según la escala mostrada en la imagen, indique su nivel de agrado de la **muestra A**.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me disgustada muchísimo            Me gusta muchísimo

4. Indique lo que aplique para la mermelada de la **muestra A**.

Dulce

Ácida Espesa

Líquida

Otro

*Muestra B*

5. Según la escala mostrada en la imagen, indique su nivel de agrado de la **muestra B**



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me disgustada muchísimo            Me gusta muchísimo

6. Indique lo que aplique para la mermelada de la **muestra B**.

Dulce

Ácida Espesa

Líquida

Otro

7. Indique cual muestra le parece más dulce

Muestra A

Muestra B

8. Indique cual muestra le parece más ácida

Muestra A

Muestra B

Anexo 3. Cotización de una marmita de 100L.



Equipos AB de Costa Rica S.A.  
 Céd. Jur. 3 101 228335  
 Frente al CENADA, Barreal de Heredia, C.R.  
 Tel. 2239 5516 / San Joaquin: 2265-2729

		<b>COTIZACION</b>		
		Día	Mes	Año
Señor:	ARIANA PARAJELES	Tel 1: 8943 9408		
Atención:	ARIANA PARAJELES	Tel 1:		
Dirección:	CORONADO	E-mail: <a href="mailto:arilucy08@gmail.com">arilucy08@gmail.com</a>		

CANT	ITEM	CÓD	DISEÑO	DESCRIPCIÓN	FRENTE	FONDO	ALTO	PRECIO UNT.	PRECIO TOTAL
1			MBME-9150-100 	MARMITA INDIRECTA ELECTRICA DE 100 LITROS MARCA REPAGAS, 2 MM DE ESPESOR ENCIMA DE ACERO INOXIDABLE , SISTEMA DE CALENTAMIENTO INDIRECTO , TAPA DE DOBLE PIEL, CON CONTADOR EQUILIBRADO PARA FACILITAR LA APERTURA ,ALTA CALIDAD DE CALENTAMIENTO TERMICO EN LA CACEROLA,ENERGIA ATRVEZ DE UN BOTON DE CONTROL	0.80	0.90	0.85	€4,380,000.00	€4,380,000.00
									€0.00
									€0.00
EL Equipo cuenta con una garantía de: 1 AÑO								SUBTOTAL	€4 380 000.00
transporte:								I.V. 13%	€569 400.00
forma de pago: CONTADO								TOTAL	€4 949 400.00

### Anexo 4. Flujo de Caja en colones durante el primer año de operación para la formulación A.

Rubro	Meses													Valor anuales
	0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Unidades vendidas		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	12,000
Precio de venta (C)		3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	3,045	-
Ingresos por ventas (C)		3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	36,540,000
Costos mermelada (C)		1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	1,232,503	14,790,033
Insumos de limpieza (C)		21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	262,080
Costos operativos (C)		398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	4,785,600
Salarios (C)		996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	1,993,158	12,955,527
Cargas sociales (C)		264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	528,187	3,433,215
Intereses Préstamo (C)		62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	750,000
Depreciación (C)		86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	1,039,393
<b>Ingreso Bruto (C)</b>		<b>68,685</b>	<b>- 1,191,988</b>	<b>- 1,475,847</b>										
Impuesto de Renta (C)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad luego de impuestos (C)		68,685	68,685	68,685	68,685	68,685	68,685	68,685	68,685	68,685	68,685	68,685	- 1,191,988	436,454
Inversión requerida (C)	6,000,000													
Depreciación (C)		86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	1,039,393
Amortización (C)		133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	133,922	1,607,063
Balance neto (C)		21,379	21,379	21,379	21,379	21,379	21,379	21,379	21,379	21,379	21,379	21,379	- 1,239,293	1,004,125
Balance acumulado (C)		21,379	42,758	64,137	85,516	106,895	128,274	149,653	171,032	192,411	213,790	235,169	- 1,004,125	2,008,250

### Anexo 5. Flujo de Caja en colones durante 10 años de operación para la formulación A.

Rubro	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Unidades vendidas		12,000	12,360	12,731	13,113	13,507	13,913	14,331	14,761	15,204	15,661
Costo de venta (C)		3,045	3,106	3,168	3,231	3,296	3,362	3,429	3,498	3,568	3,639
Ingreso por ventas (C)		36,540,000	38,388,924	40,332,037	42,373,064	44,519,152	46,774,477	49,143,357	51,630,256	54,243,354	56,991,270
Costos mermelada (C)		14,790,033	15,462,240	15,926,357	16,404,236	16,897,126	17,405,028	17,927,942	18,465,868	19,020,056	19,591,759
Insumos de limpieza (C)		262,080	266,011	270,001	274,051	278,162	282,335	286,570	290,868	295,231	299,660
Costos operativos (C)		4,785,600	4,857,384	4,930,245	5,004,198	5,079,261	5,155,450	5,232,782	5,311,274	5,390,943	5,471,807
Salarios (C)		12,955,527	13,149,860	13,347,108	13,547,314	13,750,524	13,956,782	14,166,134	14,378,626	14,594,305	14,813,220
Cargas sociales (C)		3,433,215	3,484,713	3,536,984	3,590,038	3,643,889	3,698,547	3,754,025	3,810,336	3,867,491	3,925,503
Intereses Préstamo (C)		750,000	633,109	501,608	353,668	187,236	-	-	-	-	-
Depreciación (C)		1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393
<b>Ingreso Bruto (C)</b>		<b>- 1,475,847</b>	<b>- 503,786</b>	<b>780,342</b>	<b>2,160,166</b>	<b>3,643,561</b>	<b>5,049,706</b>	<b>6,736,512</b>	<b>8,333,892</b>	<b>10,035,935</b>	<b>11,849,929</b>
Impuesto Renta (C)		0	0	39,017.10	108,008.28	182,178.05	250,497.06	267,365.12	625,083.85	882,186.92	1,244,985.71
<b>Utilidad después de impuestos (C)</b>		<b>- 1,475,847</b>	<b>- 503,786</b>	<b>741,325</b>	<b>2,052,157</b>	<b>3,461,383</b>	<b>4,799,209</b>	<b>6,469,147</b>	<b>7,708,809</b>	<b>9,153,748</b>	<b>10,604,943</b>
Inversión requerida (C)	6000000										
Recuperación de la inversión (C)						6,000,000					
Depreciación (C)		1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393
Capital de Trabajo (C)		-	446,447	481,404	489,669	497,952	506,227	517,093	528,212	539,600	551,274
Pago al principal (C)		935,124	1,052,015	1,183,517	1,331,456	1,497,888					
<b>Balance Neto (C)</b>	<b>-6000000</b>	<b>- 1,371,579</b>	<b>- 962,855</b>	<b>115,797</b>	<b>1,270,425</b>	<b>8,504,935</b>	<b>5,332,375</b>	<b>6,991,447</b>	<b>8,219,989</b>	<b>9,653,540</b>	<b>11,093,061</b>
Balance acumulado (C)		-	7,371,579	2,334,434	847,058	1,386,222	9,775,360	13,837,310	12,323,822	15,211,436	17,873,529

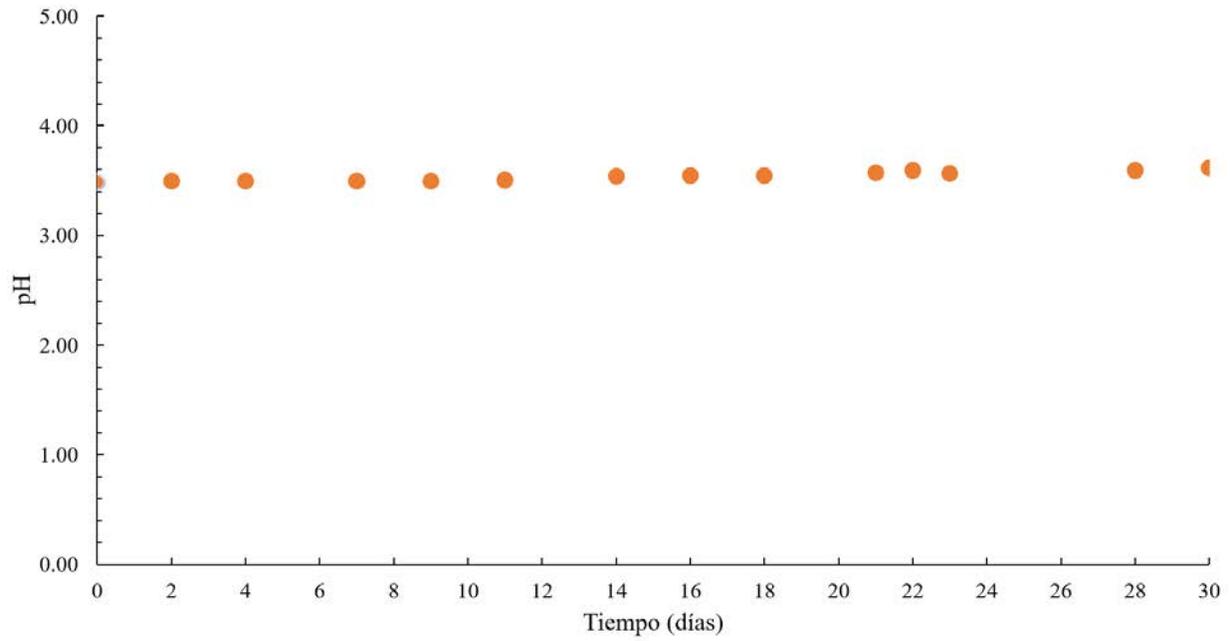
## Anexo 6. Flujo de Caja en colones durante el primer año de operación para la formulación B.

	Meses													Valor anual
	0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Unidades vendidas		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	-
Precio de venta (C)		3045	3045	3045	3045	3045	3045	3045	3045	3045	3045	3045	3045	-
Ingreso por ventas (C)		3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	3,045,000	36,540,000
Insumos para memeldada (C)		1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	1,317,590	15,811,085
Insumos de limpieza (C)		21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	21,840	262,080
Costos operativos (C)		398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	398,800	4,785,600
Salarios (C)		996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	996,579	1,993,158	12,955,527
Cargas sociales (C)		264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	264,093	3,169,121
Intereses Préstamo (C)		62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	750,000
Depreciación (C)		86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	1,039,393
<b>Ingreso Bruto (C)</b>		- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 1,099,598
Impuesto Renta (C)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad luego de impuestos (C)		- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 103,019	- 1,099,598
Inversión Requerida	6,000,000													
Depreciación		86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	86,616	1,039,393
Amortización		77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	77,927	935,124
<b>Balance Neto</b>		- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 94,330	- 1,090,909
<b>Balance acumulado</b>		- 94,330	- 188,660	- 282,990	- 377,319	- 471,649	- 565,979	- 660,309	- 754,639	- 848,969	- 943,299	- 1,037,629	- 1,131,959	- 1,226,289

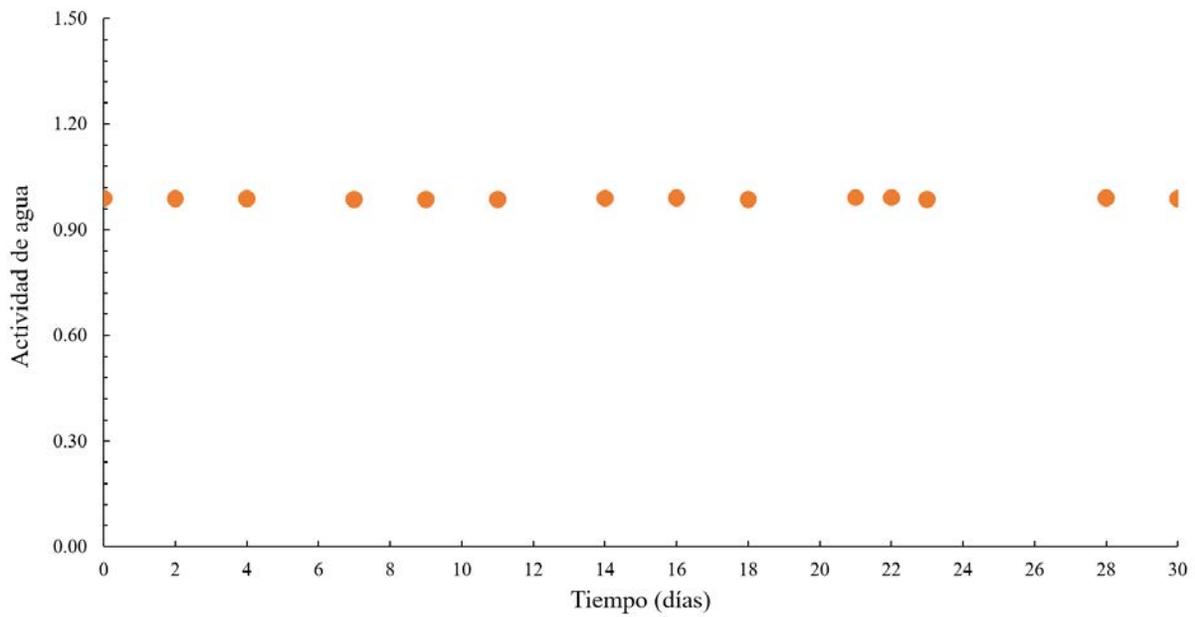
## Anexo 7. Flujo de Caja en colones durante 10 años de operación para la formulación B.

Rubro	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Unidades vendidas		12,000	12,360	12,731	13,113	13,507	13,913	14,331	14,761	15,204	15,661
Costo de venta (C)		3,045	3,106	3,168	3,231	3,296	3,362	3,429	3,498	3,568	3,639
Ingreso por ventas (C)		36,540,000	38,388,924	40,332,037	42,373,064	44,519,152	46,774,477	49,143,357	51,630,256	54,243,354	56,991,270
Costos memeldada (C)		15,811,085	16,048,251	16,288,975	16,533,310	16,781,309	17,033,029	17,288,524	17,547,852	17,811,070	18,078,236
Insumos de limpieza (C)		262,080	266,011	270,001	274,051	278,162	282,335	286,570	290,868	295,231	299,660
Costos operativos (C)		4,785,600	4,857,384	4,930,245	5,004,198	5,079,261	5,155,450	5,232,782	5,311,274	5,390,943	5,471,807
Salarios (C)		12,955,527	13,149,860	13,347,108	13,547,314	13,750,524	13,956,782	14,166,134	14,378,626	14,594,305	14,813,220
Cargas sociales (C)		3,169,121	3,484,713	3,536,984	3,590,038	3,643,889	3,698,547	3,754,025	3,810,336	3,867,491	3,925,503
Intereses Préstamo (C)		750,000	633,109	501,608	353,668	187,236	-	-	-	-	-
Depreciación (C)		1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393
<b>Ingreso Bruto (C)</b>		- 2,232,806	- 1,089,797	417,724	2,031,092	3,759,377	5,608,941	7,375,930	9,251,908	11,244,921	13,363,451
Impuesto Renta (C)		-	-	20,886	101,555	187,969	256,089	273,759	762,786	1,123,984.17	1,547,690.26
<b>Utilidad después de impuestos (C)</b>		- 2,232,806	- 1,089,797	396,838	1,929,537	3,571,409	5,352,852	7,102,170	8,489,122	10,120,937	11,815,761
Inversión requerida (C)	6,000,000										
Recuperación de la inversión (C)						6,000,000					
Depreciación (C)		1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393	1,039,393
Capital de Trabajo (C)		- 459,210	485,937	491,282	496,505	501,577	509,100	516,737	524,488	532,355	540,327
Pago al principal (C)		935,124	1,052,015	1,183,517	1,331,456	1,497,888	-	-	-	-	-
<b>Balance Neto (C)</b>	-6,000,000	- 2,128,537	- 1,561,630	- 233,222	1,146,191	8,616,408	5,890,668	7,632,463	9,011,777	10,635,841	12,322,798
<b>Balance acumulado (C)</b>		- 2,128,537	- 3,690,167	- 3,923,389	- 2,777,198	5,839,210	11,729,878	19,362,341	28,374,118	39,009,959	51,332,758

### Anexo 8. pH en la prueba de almacenamiento bajo refrigeración.



### Anexo 9. Aw en la prueba de almacenamiento bajo refrigeración.



Anexo 10. Tabla de propiedades del agua saturada a diferentes temperaturas.

914

TABLAS DE PROPIEDADES, FIGURAS Y DIAGRAMAS (UNIDADES SI)

TABLA A-4

Agua saturada. Tabla de temperaturas

Temp., T °C	Pres. sat., P <sub>sat</sub> kPa	Volumen específico, m <sup>3</sup> /kg		Energía interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg · K		
		Líqu. sat., v <sub>f</sub>	Vapor sat., v <sub>g</sub>	Líqu. sat., u <sub>f</sub>	Evap., u <sub>fg</sub>	Vapor sat., u <sub>g</sub>	Líqu. sat., h <sub>f</sub>	Evap., h <sub>fg</sub>	Vapor sat., h <sub>g</sub>	Líqu. sat., s <sub>f</sub>	Evap., s <sub>fg</sub>	Vapor sat., s <sub>g</sub>
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841
185	1123.5	0.001134	0.17390	783.91	1802.1	2586.0	785.19	1996.2	2781.4	2.1875	4.3572	6.5447
190	1255.2	0.001141	0.15636	806.00	1783.0	2589.0	807.43	1977.9	2785.3	2.2355	4.2705	6.5059
195	1398.8	0.001149	0.14089	828.18	1763.6	2591.7	829.78	1959.0	2788.8	2.2831	4.1847	6.4678
200	1554.9	0.001157	0.12721	850.46	1743.7	2594.2	852.26	1939.8	2792.0	2.3305	4.0997	6.4302

Anexo 11. Tabla de propiedades del aire a diferentes temperaturas.

**TABLA A-15**

Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp., $T$ , °C	Densidad, $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	Calor específico, $c_p$ , J/kg · K	Conductividad térmica, $k$ , W/m · K	Difusividad térmica, $\alpha$ , m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	Viscosidad dinámica, $\mu$ , kg/m · s	Viscosidad cinemática, $\nu$ , m <sup>2</sup> /s	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	$4.158 \times 10^{-6}$	$8.636 \times 10^{-6}$	$3.013 \times 10^{-6}$	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	$8.036 \times 10^{-6}$	$1.189 \times 10^{-6}$	$5.837 \times 10^{-6}$	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	$1.252 \times 10^{-5}$	$1.474 \times 10^{-5}$	$9.319 \times 10^{-6}$	0.7440
-40	1.514	1 002	0.02057	$1.356 \times 10^{-5}$	$1.527 \times 10^{-5}$	$1.008 \times 10^{-5}$	0.7436
-30	1.451	1 004	0.02134	$1.465 \times 10^{-5}$	$1.579 \times 10^{-5}$	$1.087 \times 10^{-5}$	0.7425
-20	1.394	1 005	0.02211	$1.578 \times 10^{-5}$	$1.630 \times 10^{-5}$	$1.169 \times 10^{-5}$	0.7408
-10	1.341	1 006	0.02288	$1.696 \times 10^{-5}$	$1.680 \times 10^{-5}$	$1.252 \times 10^{-5}$	0.7387
0	1.292	1 006	0.02364	$1.818 \times 10^{-5}$	$1.729 \times 10^{-5}$	$1.338 \times 10^{-5}$	0.7362
5	1.269	1 006	0.02401	$1.880 \times 10^{-5}$	$1.754 \times 10^{-5}$	$1.382 \times 10^{-5}$	0.7350
10	1.246	1 006	0.02439	$1.944 \times 10^{-5}$	$1.778 \times 10^{-5}$	$1.426 \times 10^{-5}$	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	$2.009 \times 10^{-5}$	$1.802 \times 10^{-5}$	$1.470 \times 10^{-5}$	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	$2.074 \times 10^{-5}$	$1.825 \times 10^{-5}$	$1.516 \times 10^{-5}$	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	$2.141 \times 10^{-5}$	$1.849 \times 10^{-5}$	$1.562 \times 10^{-5}$	0.7296
30	1.164	1 007	0.02588	$2.208 \times 10^{-5}$	$1.872 \times 10^{-5}$	$1.608 \times 10^{-5}$	0.7282
35	1.145	1 007	0.02625	$2.277 \times 10^{-5}$	$1.895 \times 10^{-5}$	$1.655 \times 10^{-5}$	0.7268
40	1.127	1 007	0.02662	$2.346 \times 10^{-5}$	$1.918 \times 10^{-5}$	$1.702 \times 10^{-5}$	0.7255
45	1.109	1 007	0.02699	$2.416 \times 10^{-5}$	$1.941 \times 10^{-5}$	$1.750 \times 10^{-5}$	0.7241
50	1.092	1 007	0.02735	$2.487 \times 10^{-5}$	$1.963 \times 10^{-5}$	$1.798 \times 10^{-5}$	0.7228
60	1.059	1 007	0.02808	$2.632 \times 10^{-5}$	$2.008 \times 10^{-5}$	$1.896 \times 10^{-5}$	0.7202
70	1.028	1 007	0.02881	$2.780 \times 10^{-5}$	$2.052 \times 10^{-5}$	$1.995 \times 10^{-5}$	0.7177
80	0.9994	1 008	0.02953	$2.931 \times 10^{-5}$	$2.096 \times 10^{-5}$	$2.097 \times 10^{-5}$	0.7154
90	0.9718	1 008	0.03024	$3.086 \times 10^{-5}$	$2.139 \times 10^{-5}$	$2.201 \times 10^{-5}$	0.7132
100	0.9458	1 009	0.03095	$3.243 \times 10^{-5}$	$2.181 \times 10^{-5}$	$2.306 \times 10^{-5}$	0.7111
120	0.8977	1 011	0.03235	$3.565 \times 10^{-5}$	$2.264 \times 10^{-5}$	$2.522 \times 10^{-5}$	0.7073
140	0.8542	1 013	0.03374	$3.898 \times 10^{-5}$	$2.345 \times 10^{-5}$	$2.745 \times 10^{-5}$	0.7041
160	0.8148	1 016	0.03511	$4.241 \times 10^{-5}$	$2.420 \times 10^{-5}$	$2.975 \times 10^{-5}$	0.7014
180	0.7788	1 019	0.03646	$4.593 \times 10^{-5}$	$2.504 \times 10^{-5}$	$3.212 \times 10^{-5}$	0.6992
200	0.7459	1 023	0.03779	$4.954 \times 10^{-5}$	$2.577 \times 10^{-5}$	$3.455 \times 10^{-5}$	0.6974
250	0.6746	1 033	0.04104	$5.890 \times 10^{-5}$	$2.760 \times 10^{-5}$	$4.091 \times 10^{-5}$	0.6946
300	0.6158	1 044	0.04418	$6.871 \times 10^{-5}$	$2.934 \times 10^{-5}$	$4.765 \times 10^{-5}$	0.6935
350	0.5664	1 056	0.04721	$7.892 \times 10^{-5}$	$3.101 \times 10^{-5}$	$5.475 \times 10^{-5}$	0.6937
400	0.5243	1 069	0.05015	$8.951 \times 10^{-5}$	$3.261 \times 10^{-5}$	$6.219 \times 10^{-5}$	0.6948
450	0.4880	1 081	0.05298	$1.004 \times 10^{-4}$	$3.415 \times 10^{-5}$	$6.997 \times 10^{-5}$	0.6965
500	0.4565	1 093	0.05572	$1.117 \times 10^{-4}$	$3.563 \times 10^{-5}$	$7.806 \times 10^{-5}$	0.6986
600	0.4042	1 115	0.06093	$1.352 \times 10^{-4}$	$3.846 \times 10^{-5}$	$9.515 \times 10^{-5}$	0.7037
700	0.3627	1 135	0.06581	$1.598 \times 10^{-4}$	$4.111 \times 10^{-5}$	$1.133 \times 10^{-4}$	0.7092
800	0.3289	1 153	0.07037	$1.855 \times 10^{-4}$	$4.362 \times 10^{-5}$	$1.326 \times 10^{-4}$	0.7149
900	0.3008	1 169	0.07465	$2.122 \times 10^{-4}$	$4.600 \times 10^{-5}$	$1.529 \times 10^{-4}$	0.7206
1 000	0.2772	1 184	0.07868	$2.398 \times 10^{-4}$	$4.826 \times 10^{-5}$	$1.741 \times 10^{-4}$	0.7260
1 500	0.1990	1 234	0.09599	$3.908 \times 10^{-4}$	$5.817 \times 10^{-5}$	$2.922 \times 10^{-4}$	0.7478
2 000	0.1553	1 264	0.11113	$5.664 \times 10^{-4}$	$6.630 \times 10^{-5}$	$4.270 \times 10^{-4}$	0.7539

Nota: Para los gases ideales, las propiedades  $c_p$ ,  $k$ ,  $\mu$  y Pr son independientes de la presión. Las propiedades  $\rho$ ,  $\nu$  y  $\alpha$  a una presión  $P$  (en atm) diferente de 1 atm se determinan al multiplicar los valores de  $\rho$ , a la temperatura dada, por  $P$  y al dividir  $\nu$  y  $\alpha$  entre  $P$ .

Fuente: Datos generados basándose en el software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 1984, y Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena y P. Hestermann, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-306067020-8.