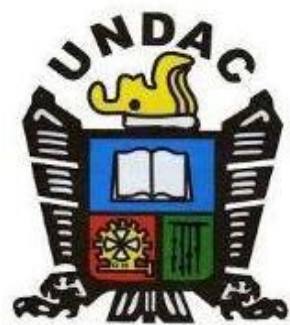


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

Antocianinas y cinética de la vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), almacenadas a temperaturas bajas y ambiente

Para optar el título profesional de:

Ingeniero en industrias alimentarias

Autores:

Bach. Miriam Amelia CRISTOBAL ROJAS

Bach. Yoyss Leslie SUAREZ BERNUY

Asesor:

Dra. Silvia María MURILLO BACA

La Merced — Perú — 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

**Antocianinas y cinética de la vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria
dubia* H.B.K. Mc Vaugh), almacenadas a temperaturas bajas y ambiente**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Wuelber Joel TORRES SUAREZ
PRESIDENTE

Mg. Rafael MATENCIO GERONIMO
MIEMBRO

Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 005-2026/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
CRISTOBAL ROJAS, Miriam Amelia
SUAREZ BERNUY, Yoyss Leslie

Escuela de Formación Profesional
Industrias Alimentarias

Tipo de trabajo
Tesis

Antocianinas y cinética de la vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), almacenado a temperaturas bajas y en ambiente

Asesora
Dra. MURILLO BACA, Silvia María

Índice de similitud
4 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 12 de enero de 2026



Firmado digitalmente por PORCE
ROJAS Forastado Carstenio FAU
20154665046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 12.01.2026 11:27:18 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, por darme fuerza en los momentos difíciles y por permitirme llegar hasta aquí. A mis padres HILDA Y BERNABE, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mi hijo, por ser mi fuerza, mi mayor inspiración y el motor que me impulsó a seguir adelante en cada paso de este camino. A mis hermanos, por creer en mí, por sus palabras de aliento y por estar siempre presente.

Miriam Amelia.

A Dios, por haberme dado la fortaleza, la sabiduría y la guía en cada paso de este camino. A mis padres ROCIO Y JOSE quienes con su incansable trabajo y dedicación me brindaron las herramientas y oportunidades para alcanzar mis sueños. A mis hermanas VIVIAN y MARIAJOSE, por su alegría y compañía en cada etapa de este camino teniendo en mente ser un ejemplo para ellas. A mis abuelos LEON y BLANCA (Q.E.P.D.)

Yoyss Leslie.

AGRADECIMIENTO

A Dios por protegernos, guiarnos y brindarnos la fortaleza para superar las duras pruebas que la vida nos pone.

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a todos los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Industrias Alimentarias Filial La Merced por su aporte con sus enseñanzas y nuestra formación en el desarrollo académico y profesional.

A nuestra asesora Dra. Silvia María Murillo Baca por su apoyo invaluable a lo largo de la investigación, por su orientación y confianza en nosotras.

A nuestros padres y familiares, por su apoyo y compañía en cada etapa de este camino y contribuyeron de una u otra forma en nuestra formación profesional.

A todos nuestros amigos por su compañerismo y apoyo moral e incondicional.

RESUMEN

El expendio de bebidas de camu camu se da en botellas de PET congeladas, refrigeradas o a temperatura ambiente durante largos periodos de tiempo, por lo que en este estudio se evaluó el contenido de antocianinas y vitamina C durante el almacenamiento por 36 horas a temperaturas de $-2.5^{\circ}\text{C}\pm 2$, $7.5^{\circ}\text{C}\pm 2$ y $29^{\circ}\text{C}\pm 2$ y se determinaron los parámetros fisicoquímicos y cinéticos. Los datos se obtuvieron cada 6 horas, los resultados de la caracterización fisicoquímica presentaron Brix de 10.9 y al cabo de 36 horas fue de 10.82, 10.75 y 10.70 a congelación, refrigeración y ambiente respectivamente, encontrándose diferencia estadística significativa con la bebida almacenada a temperatura ambiente, el pH fue de 3.10 y al finalizar la evaluación de 3.69, 3.82 y 4.00 a congelación, refrigeración y ambiente y la acidez de 0.575 % ácido cítrico/100 ml y descendió al finalizar la evaluación a 0.494, 0.471 y 0.449

% ácido cítrico/100 ml, no se encontró diferencia significativa entre las muestras ni en pH ni acidez; el contenido de antocianinas fue de 2.872 mg cianidina-3-glucosido/100 g de muestra y después de las 36 horas fue de 2.271, 2.071 y 1.803 mg cianidina -3-glucosido/100 g respectivamente, el contenido de vitamina C fue de 751.0917 mg ácido ascórbico/100 g de muestra y después del almacenamiento fue de 600.4367, 515.2838 y 460.6987 mg ácido ascórbico/100 g a las temperaturas de -2.5 , 7.5 y 29°C respectivamente. La degradación de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu siguió una cinética de primer orden, se conservan mejor las antocianinas a -2.5°C con constante cinética $K=7.40254\text{E-}05\text{ min}^{-1}$, tiempo de vida media $T_{1/2}=156.06\text{ h}$ (6 $\frac{1}{2}$ días) y energía de activación $E_a=4.44\text{ Kcal/mol}$, así mismo, la vitamina C se degrada a menor velocidad a -2.5°C con valores de $K=6.95134\text{E-}05\text{ min}^{-1}$, $T_{1/2}=166.19\text{ h}$ (7 días) y $E_a=4.51\text{ Kcal/mol}$; los resultados indican que las temperaturas y diferentes tiempos de almacenamiento influyen en su degradación.

Palabras clave: Degradación, temperaturas, almacenamiento, antocianinas, vitamina C.

ABSTRACT

Camu camu camu beverages are sold in frozen PET bottles, refrigerated or at room temperature for long periods of time. Therefore, in this study, the anthocyanin and vitamin C content was evaluated during storage for 36 hours at temperatures of $-2.5^{\circ}\text{C}\pm 2$, $7.5^{\circ}\text{C}\pm 2$ and $29^{\circ}\text{C}\pm 2$, and the physicochemical and kinetic parameters were determined. The data were obtained every 6 hours, the results of the physicochemical characterization presented Brix of 10.9 and after 36 hours it was 10.82, 10.75 and 10.70 at freezing, refrigeration and ambient respectively, finding a significant statistical difference with the beverage stored at ambient temperature, the pH was 3.10 and at the end of the evaluation 3.69, 3.82 and 4.00 at freezing, refrigeration and ambient and the acidity was 0.575 % citric acid/100 ml and decreased at the end of the evaluation to 0.494, 0.471 and 0.449 % citric acid/100 ml, no significant difference was found between samples in pH or acidity; the anthocyanin content was 2.872 mg cyanidin-3-glucoside/100 g of sample and after 36 hours it was 2.271, 2.071 and 1.803 mg cyanidin-3-glucoside/100 g respectively, the vitamin C content was 751.0917 mg ascorbic acid/100 g sample and after 36 hours it was 600.4367, 515.2838 and 460.6987 mg ascorbic acid/100 g at temperatures of -2.5 , 7.5 and 29°C respectively. The degradation of anthocyanins and vitamin C in camu camu beverage followed first order kinetics, anthocyanins are best preserved at -

2.5°C with kinetic constant $K = 7.40254\text{E-}05 \text{ min}^{-1}$, half-life $T_{1/2} = 156.06 \text{ h}$ ($6 \frac{1}{2}$ days) and activation energy $E_a = 4.44 \text{ Kcal/mol}$, likewise, vitamin C degrades at a slower rate at -2.5°C with values of $K = 6.95134\text{E-}05 \text{ min}^{-1}$, $T_{1/2} = 166.19 \text{ h}$ (7 days) and $E_a = 4.51 \text{ Kcal/mol}$; the results indicate that temperatures and different storage times influence its degradation.

Key words: Degradation, temperatures, storage, anthocyanins, vitamin C.

INTRODUCCIÓN

Mantenernos hidratados es una necesidad, y actualmente la industria de bebidas conocidas como refrescos de zumo de frutas, se componen de agua, zumo de frutas y edulcorantes naturales o artificiales y se comercializan con la finalidad de complementar una alimentación saludable, pero las bebidas refrescantes se puede potenciar con frutas ricas en vitaminas y minerales, por ello elaborar una bebida con la fruta de camu camu que se cultiva en la región amazónica de nuestro país, es adecuada por sus propiedades antioxidantes y compuestos bioactivos como antocianinas, polifenoles, carotenoides y vitamina C; en la actualidad estos compuestos indican actividad antioxidante, anti hiperglucémica, antihipertensiva, anti obesidad y contribución a la mejora de la calidad de vida (García-chacón et al., 2023). En el mercado local se observa una creciente inclinación hacia el consumo de alimentos saludables, con productos de la región, con amplia gama de opciones en su preparación y que no solo cumplen con el rol de satisfacer sus necesidades, sino que promueven su bienestar, ya actualmente al menos el 37% de los peruanos se autodefinen como consumidores con hábitos saludables los que además de que practican algún deporte cuidan de su alimentación (Gestión, 2024), por lo que es necesario conocer la cantidad de componentes bioactivos tiene la bebida de camu camu desde su preparación hasta su consumo.

La pulpa de camu camu se utiliza para preparar refrescos que se expenden en todos los mercados de la región selva, el valor comercial de este producto está relacionada con el contenido de antocianinas y vitamina C; existe un interés comercial y tecnológico de conocer el tiempo de degradabilidad de estos compuestos durante su expendio, actividad que se realiza al medio ambiente en envases de plástico, unas veces a la temperatura ambiental, otras veces congeladas pero, preferiblemente refrigerados, por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar contenido de antocianinas y cinética de la vitamina C en dicho refresco elaborado con la pulpa de camu camu.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema	2
1.3.1.	Problema general.....	2
1.3.2.	Problemas específicos	2
1.4.	Formulación de objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	9
2.2.1.	Camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	9
2.2.2.	Vitamina C	13
2.2.3.	Antocianinas	15
2.2.4.	Conservación de los alimentos	17
2.2.5.	Bebidas funcionales	19
2.3.	Definición de términos básicos	22
2.4.	Formulación de hipótesis	22
2.4.1.	Hipótesis general	22
2.4.2.	Hipótesis específicos.....	22
2.5.	Identificación de variables	23
2.5.1.	Variable independiente	23
2.5.2.	Dependiente	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	23

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	24
3.2.	Nivel de investigación	24
3.3.	Método de investigación	24
3.4.	Diseño de investigación	25
3.5.	Población y muestra	26
3.5.1.	Población.....	26

3.5.2. Muestra	26
3.6. Técnica e instrumento de recolección de datos	27
3.6.1. Técnica de recolección de datos.....	27
3.6.2. Instrumento de recolección de datos	27
3.6.3. Materia prima e insumos.....	27
3.6.4. Reactivos.....	27
3.6.5. Equipos e instrumentos	27
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	28
3.8. Técnica de procesamiento y análisis de datos	28
3.8.1. Técnica de procesamiento.....	28
3.8.2. Análisis de datos Métodos de análisis.....	29
3.9. Tratamiento estadístico	31
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	33
4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados	34
4.2.1. Características fisicoquímicas de la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh).....	34
4.2.2. Comportamiento de los compuestos fisicoquímicos en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	34
4.2.3. Contenido de antocianinas durante las horas de almacenamiento.....	39
4.2.4. Contenido de Vitamina C durante las horas de almacenamiento	40
4.2.5. Parámetros cinéticos de degradación de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu	42

4.3.	Prueba de hipótesis.....	47
4.3.1.	Hipótesis nula.....	47
4.3.2.	Hipótesis alterna.....	48
4.4.	Discusión de resultados.....	48
4.4.1.	Características fisicoquímicas en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh).....	48
4.4.2.	Comportamiento de los sólidos solubles, pH y acidez en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh) durante el almacenamiento Durante el almacenamiento de la bebida de camu camu se observa una ligera	49
4.4.3.	Comportamiento de las antocianinas durante el almacenamiento	51
4.4.4.	Comportamiento de la vitamina C durante el almacenamiento.....	51
4.4.5.	Orden de reacción	52
4.4.6.	Parámetros cinéticos de degradación de las antocianinas y la vitamina C en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	53
4.4.7.	Energía de activación	56

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Composición nutricional de pulpa de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh).....	11
Tabla 2. Compuestos bioactivos en diferentes partes del camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	12
Tabla 3. Clasificación general de las bebidas funcionales.....	20
Tabla 4. Definición operacional de variables e indicadores	23
Tabla 5. Distribución de los tratamientos en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	26
Tabla 6. Características fisicoquímicas de la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	34
Tabla 7. Valores de los sólidos solubles durante las 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)Valores de los.....	35
Tabla 8. Valores del pH durante las 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu	36
Tabla 9. Valores de la acidez titulable (% ácido cítrico/100 ml) durante las 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh) ...	38
Tabla 10. Contenido de antocianinas (mg cianidina -3-glucosido/ 100 g de muestra) durante el almacenamiento de la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)39	39
Tabla 11. Contenido de vitamina C (mg ácido ascórbico/100 g de muestra) durante 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	41
Tabla 12. Coeficiente de determinación R ² para las ordenes de reacción de degradación de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc	

Vaugh).....	44
Tabla 13. Parámetros cinéticos de las antocianinas y la vitamina C en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh) almacenado a diferentes temperaturas....	45
Tabla 14. Energía de activación en la bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh).....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Estructura y formula química de la vitamina C.....	14
Figura 2. Estructura química de las antocianinas.....	17
Figura 3. Diseño de investigación de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh).....	25
Figura 4. Obtención de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)	29
Figura 5. Variación de los sólidos solubles (°Brix) en función al tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)	35
Figura 6. Variación del pH en función al tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc	37
Figura 7. Variación de la acidez titulable en función de tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh	38
Figura 8. Pérdida de antocianinas en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) almacenada a diferentes temperaturas	40
Figura 9. Pérdida de vitamina C en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) almacenada a diferentes temperaturas de almacenamiento	41
Figura 10. Reacción de orden cero para el contenido de antocianinas en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)	42
Figura 11. Reacción de orden cero para el contenido de vitamina C en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)	43
Figura 12. Reacción de orden uno para el contenido de antocianinas en la bebida de camu camu(Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)	43
Figura 13. Reacción de orden uno para el contenido de vitamina C en la bebida de camu	

camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	44
Figura 14. Ecuación de Arrhenius de la degradación del contenido de antocianinas en la	
bebida de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh)	46
Figura 15. Ecuación de Arrhenius de la degradación del contenido de vitamina C en la bebida	
de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh).....	47

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la actualidad el equilibrio oxidativo del organismo se ve afectado por fuentes exógenas como la exposición a la contaminación ambiental, carnes quemadas, aceites usados, humo, alcohol, grasas y disolventes químicos, dando lugar a la formación de radicales libres, ocasionando enfermedades como el cáncer, senescencia celular, aterosclerosis enfermedades cardiovasculares y neurológicas, por lo que se hace necesario buscar fuentes de alimentos ricos en antioxidantes y evitar el exceso de radicales libres (Ortiz y Medina, 2020).

El consumo de alimentos poco saludables como dietas altas en grasas, bebidas carbonatadas azucaradas y todo tipo de comida chatarra no solo se da fuera del hogar, sino con mayor frecuencia dentro del hogar (Carías et al., 2020), por lo que se requiere incentivar al consumidor alimentos naturales con alta calidad nutricional, deseables y sabrosas, entre ellas están los jugos de frutas con efectos positivos para la salud por la gran cantidad de vitaminas y minerales que aportan; una fruta rica en Vitamina C y antocianinas muy buena para evitar el exceso de radicales libres es el camu camu,

cuya pulpa se utiliza para preparar un refresco que se expende en botellas de plástico o se ofrecen al consumidor en vasos descartables cuando al refresco lo almacenan y exponen en baldes de plástico con bolsas de hielo en su interior.

La vitamina C es un donador de electrones que contribuye a la prevención del daño oxidativo (San Mauro-Martín y Garicano-Vilar, 2015), siendo el camu camu una fruta con alto contenido de esta vitamina, el problema es que este fruto antes de su consumo pasa por diversas etapas; como el transporte, almacén y diversos procesos, ocasionando pérdidas de compuestos nutritivos (Borbor, 2021), siendo necesario disminuir estas pérdidas y poder aprovechar sus beneficios.

1.2. Delimitación de la investigación

Investigación experimental, desarrollada en la ciudad de La Merced – Chanchamayo, en el laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial La Merced, se preparó el refresco con frutos seleccionados de camu camu y se realizaron los análisis utilizando los métodos oficiales de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC). Las pruebas experimentales y la culminación del trabajo tuvieron una delimitación temporal de diez meses.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será el contenido de antocianinas y de vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), almacenada a temperaturas bajas y ambiente?

1.3.2. Problemas específicos

¿Qué parámetros fisicoquímicos presentará la bebida de camu camu almacenada a temperaturas bajas y ambiente?

¿Cuáles serán los parámetros cinéticos de las antocianinas en bebida de camu camu almacenada a temperaturas bajas y ambiente?

¿Cuáles serán los parámetros cinéticos de la vitamina C en bebida de camu camu almacenada a temperaturas bajas y ambiente?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar contenido de antocianinas y de la vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), almacenada a temperaturas bajas y ambiente.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar los parámetros fisicoquímicos de la bebida de camu camu almacenada a temperaturas bajas y en ambiente.

Establecer los parámetros cinéticos de antocianinas en bebida de camu camu almacenada a temperatura bajas y en ambiente.

Establecer los parámetros cinéticos de la vitamina C en bebida de camu camu almacenada a temperaturas bajas y en ambiente.

1.5. Justificación de la investigación

Actualmente se está reviviendo el rebrote de la pandemia por COVID-19, problema de salud que si bien la OMS indica que ya no constituye una emergencia de salud pública y de preocupación mundial (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2024); es importante prepararse para mantener el sistema inmunológico óptimo, para ello es necesario, además de una hidratación adecuada, el consumo de frutas ricas en vitaminas C, D o E (Cortegano, 2022). El camu camu es una fruta que posee gran contenido de vitamina C, el cual es 100 veces mayor al limón, contiene compuestos bioactivos como carotenoides, compuestos fenólicos como antocianinas y taninos que le confieren características de alimento funcional, por lo que es considerado un poderoso antioxidante, antiinflamatorio y antimicrobial (Arellano-Acuña, et al., 2016).

Es en la región amazónica del Perú donde se cuenta con la mayor concentración

de cultivos de camu camu, utilizado en la preparación de bebidas, la cual son expeditas en botellas de plástico y siendo la vitamina C muy inestable es necesario conocer su comportamiento durante el almacenamiento en frío y a temperatura ambiente, y también conocer el comportamiento de las antocianinas presentes en esta bebida, además de que incentivaría su producción y consumo en el mercado nacional.

1.6. Limitaciones de la investigación

Inexistencia de datos detallados respecto al comportamiento de las antocianinas en productos como néctares o refrescos almacenados a bajas temperaturas como refrigeración y congelación, sin embargo, se hizo comparaciones con trabajos de productos en las que se utilizaron temperaturas por encima a la del ambiente para su conservación y almacenamiento.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Huamani (2024), en su investigación “Elaboración de una bebida de camu camu (Myrciaria dubia) con cushuro (Nostoc sphaericum) y su caracterización”, trabajó con tres tratamientos siendo el mejor tratamiento según la evaluación sensorial el T1 (83% de camu camu, 10% de cushuro, 6.9% azúcar, 0.05% CMC y 0.05% sorbato de potasio) en los atributos de olor, color, sabor y apariencia, seguida del T2 con 73% de camu camu y 10% de cushuro y del T3 con 63% de camu camu con 30% de cushuro; para obtener el jugo de camu camu se escaldó la pulpa por 10 minutos a 98°C para luego licuarlo y obtener el jugo. La bebida obtenida contiene 359.1 mg/ 100 ml de vitamina C, 90481.2 μmol trolox/100 g de capacidad antioxidante y cumple con las exigencias microbiológicas.

Paredes (2023), en su investigación “Estudio de prefactibilidad para implementar una planta procesadora de bebida funcional a base de camu camu y aguaymanto para exportación” demostró que es viable una planta procesadora para exportar esta bebida, siendo Chile el país resultante como mercado de introducción, la bebida cuenta con una

proporción de aguaymanto y camu camu de 60%:40% con 0.08% de estevia, con una densidad de 1.039 g/cm³, acidez 1.45%, pH 3.8, Brix 5.6, contenido de vitamina C 422.19 mg/100g y capacidad antioxidante 25817 µmol trolox/100 g, finalmente se determinó un crecimiento de demanda de 3.87%, y que es totalmente rentable económica y financieramente con un VAN positivo de 180 400,47 soles y un TIRE de 21.22%.

Copes (2022), en su investigación “*Evaluación y caracterización fisicoquímica, sensorial, capacidad antioxidante de néctar de camu camu (Myrciaria dubia) fortificado con hierro*”, indica que la cantidad de vitamina C de la pulpa más cáscara del camu camu es de 1840 mg/100 ml y cuenta con un 88.54% de inhibición de radicales libres, para elaborar el néctar contó con frutas en buen estado, se lavaron en agua con 5 gotas de hipoclorito de sodio/L de agua, para posteriormente congelarlos para facilitar el despepitado, se pulpeó eliminando las pepas, el refinado se hizo con un colador obteniendo una pulpa homogénea, la dilución se hizo 1:3 (pulpa: agua), se estandarizó a un Brix de 14 y pH 3.30 con una densidad de 1.05 g/ml. La cantidad de hierro para su enriquecimiento es de 1.5 ml, 2.1 ml y 2.7 ml de jarabe de Feranin por cada 300 ml de néctar, como resultado según el análisis sensorial fue el néctar con 2.7 ml de hierro, con un contenido total de 19.18 mg/100 ml de hierro, vitamina C 390 mg/100 ml, capacidad oxidante 71.05% de inhibición de radicales y microbiológicamente es apto para el consumo humano.

Basilio-Atencio y Dávila-Trujillo (2022), en la investigación “Variación de la capacidad antioxidante y Vitamina C, en el liofilizado de la fruta de camu camu (Myrciaria dubia)” señalan que el rendimiento en pulpa del camu camu es de 68.38%,

con pH de 2.56, Brix de 6.50, acidez de 3.26% (ácido cítrico), con un contenido inicial de vitamina C de 1256.26 y 1557.38 en fruto pintón y maduro respectivamente, luego de liofilizado fue de 11557.62 y 15223.12 mg/100 g; respecto a los polifenoles

fue de 26.55 y 34.23 en pintón y maduro respectivamente y luego de liofilizado de 244.32 y 314.97 mg catequina/g de pulpa, finalmente la capacidad oxidante fue de 1226.93 y 1654.68 en pinton y maduro respectivamente y después de liofilizado de 11557.62 y 15223.11 µg Eq. Acido ascórbico/g muestra, comportamiento de incremento que se debe a que se evaporó el agua durante la liofilización.

Montalvo y Canteño (2019), en el trabajo “*Cinética de la estabilidad de vitamina C, antocianinas y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de tumbo (Pasiflora mollisima) y Mashua negra (Tropaelum tuberosun)*” indica que trabajo con siete tratamientos siendo el T5 con 62.5 % de solución de tumbo y 37.5% de solución de mashua con mejor aceptabilidad sensorial con 86.30 µg/mL de vitamina C la cual al día 30 a 4 °C se redujo a 50.12 y a 25°C a 38.47 µg/mL; respecto a la estabilidad de la antocianas esta se redujo de 11.25 mg/L a 9.82 a los 45 días a 4°C y a 7.33 a 25°C y finalmente semejante comportamiento sucedió con la actividad antioxidante que de 7.72 TE/mL (ABTS) se redujo a 6.93 a los 45 días a 4°C y a 6.83 a 25°C y por el método de DPPH de 13.21 TE/mL a 10.90 a los 45 días a 4°C y a 10.84 a 25°C; y concluye que la temperatura y tiempo de almacenamiento influyen en la cinética de la estabilidad de la vitamina C, actividad antioxidante y antocianinas.

Panduro (2019), en la investigación “Evaluación de la estabilidad por pruebas aceleradas, de la cáscara de camu camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) secada por aire caliente” indica que los resultados del contenido de vitamina C en las muestras de polvo de la cáscara seca de ésta fruta es de 1825.74 mg AA/100 g, y que durante el almacenamiento a 40, 50 y 60 °C durante 45 días este contenido fue disminuyendo a 1028.10; 930.07 y 658.82 mg/100 g respectivamente, conservándose mayor contenido en la muestra almacenada a 40 °C, respecto a los polifenoles totales el contenido es de 1604.30 mg EAG/100 g, y a los 15 días de almacenamiento a 40 °C se conserva

el 57.23%, a 50 °C 56.64 y a 40°C el 50.24 % siendo la pérdida mayor al conservarse a 60 °C; el mismo comportamiento sucede con la actividad antioxidante que inicia con un contenido de 2208.92 $\mu\text{M TEAC/g}$ y a 40 °C menor pérdida; finalmente los resultados de los parámetros cinéticos indican que corresponde a una reacción uno, la EA de la vitamina C es de 15.897, de los polifenoles 25.907 y de la capacidad antioxidante 0.9997 KJ/mol respectivamente, y la vida media a 40°C es de 54 días, a 50 °C de 47 días y a 60 °C de 35 días.

Díaz (2018), en su investigación “*Efecto del escaldado en el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C del jugo de camu camu (Myrciaria dubia)*”, trabajó con la pulpa cuyas características son, vitamina C 2739.83 mg/100g, pH de 2.87, Brix 6.2, acidez titulable 2.76 % de ácido cítrico, luego lo concentró a 25 °Brix, y lo escaldado temperaturas de 60, 70 y 80°C durante tiempos de 3, 6 y 9 minutos, la degradación de la vitamina C corresponde a una cinética de primer orden, el tiempo de reducción decimal fue: $D_{60^\circ\text{C}} = 179.92$, $D_{70^\circ\text{C}} = 128.66$, $D_{80^\circ\text{C}} = 111.26$ minutos, el tiempo de vida media $t_{0.5}(60^\circ\text{C}) = 54.14$, $t_{0.5}(70^\circ\text{C}) = 38.72$, $t_{0.5}(80^\circ\text{C}) = 33.48$ minutos, la energía de activación $E_a = 6,436$ kcal/mol; de acuerdo al color el valor de a^* disminuye al aumentar el tiempo de tratamiento.

Terry (2015), en la investigación “Deterioro de la vitamina C en pulpa de camu-camu (Myrciaria dubia) pasteurizada almacenada en función del tiempo y temperatura de *almacenamiento*” indica que el rendimiento en pulpa del fruto de camu camu es de 34.21%, con pH de 2.8, Brix de 6.3 y vitamina C de 1500 mg/100g; se pasteurizó durante 14 minutos a 95°C, se trabajaron con temperaturas de 20 y 50°C con tiempos de 14 y 28 días de almacenamiento, concluyó que según el análisis de regresión es una reacción de primer orden, constante de velocidad de deterioro es $K_{20^\circ\text{C}} = 0.003 \text{ día}^{-1}$ y $K_{50^\circ\text{C}} = 0.009 \text{ día}^{-1}$ con una $E_a = 0.042$ kcal/mol y que a 20°C se pierde 8.62% y a 50°C

24.41% de vitamina C.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Es una especie originaria de la región Amazónica, se encuentra en estado silvestre formando rodales naturales en Perú, Brasil, Colombia, Venezuela, Bolivia Guyana y Ecuador. Arbusto perenne de crecimiento indeterminado y puede llegar a los seis metros con tallos y ramas flexibles, especie relativamente nueva como cultivo, en 1995 se instalaron las primeras plantaciones con fines de reforestación en la región Loreto, en 1997 el Estado Peruano apoyó un proyecto que posteriormente se transformó en el Programa Nacional de camu camu, con meta inicial de instalación de 10 000 has con camu camu en las regiones de Loreto y Ucayali; sin embargo, se instaló solamente el 50 % de la superficie programada (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2021).

Es un fruto de forma globosa, de diámetro 10 a 40 mm, de coloración desde rojo hasta violeta, es blando con tres semillas reniformes de 8 a 15 mm de largo, de peso de entre 2 a 20 gramos, fuente de vitamina C (ácido ascórbico); su hábitat natural es el bosque aluvial inundable, es una especie ribereña, tolerante a la inundación, puede permanecer completamente sumergido en el agua durante 4 a 5 meses (Vásquez, 2018). Cuando esta inmadura su pericarpio es verde y durante la maduración cambia a color rojo debido a la presencia de antocianinas y otros compuestos fenólicos, se considera una matriz compleja de ácidos grasos, algunos aminoácidos, minerales y vitamina C (García-Chacón et al., 2023).

A. Clasificación taxonómica

Según Choquemamani y Jara (2021) se clasifica de la siguiente manera:

División : Fanerógamas

Sub división : Angiospermas

Clase : Dicotiledóneas

Orden : Myrtales

Familia : Myrtaceae

Género : Myrciaria

Especie : Dubia HBK Mc Vaugh

Nombre científico : Myrciaria dubia (H.B.K.). Mc. Vaugh Nombre común :

Camu camu (Perú), arazá de agua (Brasil).

B. Composición nutricional

El camu camu es extremadamente alto en contenido de vitamina C, existiendo ejemplares que presentan de 3000 a 6000 mg ácido ascórbico/100 g de pulpa, entre 57 a 114 veces más concentración que la naranja, brinda varias clases de aminoácidos como serina, valina y leucina, minerales como sodio, potasio, calcio, zinc, magnesio, manganeso y cobre; compuestos fenólicos como elagitaninos, ácido elágico, quercetina glucósido, ácido siríngico y miricetina (Ministerio de Desarrollo Agrario y riego [MIDAGRI], 2023).

Según AgroPerú (2020), el consumo de camu camu tiene los beneficios siguientes:

- Elimina el estrés oxidativo ocasionado por el ingreso al organismo de radicales libres y por falta de antioxidantes.
- Estimula la formación de los huesos reparando cartílagos, huesos y dientes, interviene en los procesos de cicatrización contribuye en la formación de colágeno, proteína que promueve el desarrollo de tendones y vasos sanguíneos.
- Es rico en potasio con un contenido de 7.1 mg /100 g de fruta evitando debilidad muscular, trastornos neuromusculares y la hipotensión arterial.

Tabla 1. Composición nutricional de pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Componente	Valor
Agua (g)	94.4
Valor energético (cal)	17.0
Proteínas (g)	0.5
Carbohidratos (g)	4.7
Fibra (g)	0.6
Ceniza (g)	0.2
Calcio (mg)	27.0
Fosforo (mg)	17.0
Fierro (mg)	0.5
Tiamina (mg)	0.01
Rivoflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.062
Ácido ascórbico reducido (mg)	2780
Ácido ascórbico (mg)	2994

Fuente: Vásquez (2018).

El camu camu regenera los tejidos y brinda energía, cada esfera aporta al organismo un coctel variado de aminoácidos, tales como serina, valina y leucina, los cuales ayudan al organismo a crecer, reparar sus tejidos y, además, le brinda energía para realizar actividades físicas y del día a día. (PromPerú, 2021).

C. Compuestos bioactivos del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Los componentes bioactivos, son ingredientes funcionales de los alimentos, aportan efectos beneficiosos a la salud disminuyendo el riesgo de algunas enfermedades, conformados por carotenoides, antioxidantes, vitaminas y compuestos fenólicos como antocianinas y taninos (MIDAGRI, 2023). En la siguiente tabla 2 se muestra los compuestos bioactivos presentes en diferentes partes del camu camu.

Tabla 2. Compuestos bioactivos en diferentes partes del camu camu (*Myrciaria dubia*

H.B.K. Mc Vaugh)

Compuesto		Pulpa	Semilla	Cáscara	Pulpa*	Semilla**	Cáscara**
Polifenoles	totales	2316	2969.2	17905.5	739	5619	3299.9
(mg/100g)							
Flavonoides	(mg/100g)	994.9	218.7	2012.3	--	1384	242
Antocianinas	(mg/100g)	74.04	35.3	109.5	--	--	145.3
Vitamina C	(mg/100g)	14337.9	87	10506.3	2151	--	15500
Carotenoides	totales	--	--	--	--	--	72.1
(mg/100g)							
Capacidad antioxidante		167.6	399.7	146.9	7.43	3424 (mg	3895 (mg
DPPH (IC50, µg/ml)						AAE/gDPPH)	cáscara/g DPPH)

*Peláez et al. (2020); ** Fidelis et al. (2020) Fuente: MIDAGRI (2023)

D. Usos de la pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Los frutos de camu camu son utilizados en la industria alimentaria y farmacéutica, la pulpa es utilizada para preparar bebidas, cocteles, chupetes, helados, néctares, yogurt, mermelada, caramelos, vinos, vinagres, bebidas rehidratantes con otras frutas como el coco, con una formulación de 1:6 (agua: pulpa de camu camu) y 1:1 agua de coco: agua como dilución, además de grageas y cápsulas (Díaz, et al., 2020).

En la actualidad se comercializa como pulpa congelada, como harina, pulpa atomizada, liofilizada que se comercializa al exterior del país que como polvos hidrolizables se utilizan como complementos vitamínicos; la tecnología utilizada tiene que tener en cuenta la preservación de la vitamina C ya que esta es considerada como muy sensible y lábil, se deteriora en medio acuoso, alcohólico, oxidación, cambios de pH, temperatura y acción de la luz (Villagrán et al., 2019).

2.2.2. Vitamina C

La vitamina C, conocida también como ácido ascórbico, se encuentra en ciertos alimentos como frutas cítricas, es un nutriente hidrosoluble con función antioxidante que protege las células contra los daños causados por los radicales libres. Los humanos no somos capaces de sintetizarlo por lo que es necesario incluirlo en la dieta y actúa como un cofactor en la actividad enzimática; su ausencia produce la enfermedad conocida como escorbuto que se presenta en forma de sangrado de encías, moretones en la piel y problemas musculares que pueden llegar a producir la muerte, por eso la importancia de su consumo en bajos niveles (Castillo-Velarde, 2019). Los radicales piróxilos inducen al daño per oxidativo en el plasma, siendo la vitamina C el único antioxidante endógeno capaz de protegerlo (Scharff, 2021).

El cuerpo necesita ácido ascórbico para metabolizar colágeno, una proteína necesaria para la cicatrización de las heridas. La vitamina C también mejora la absorción del hierro presente en los alimentos de origen vegetal y contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunológico para proteger al cuerpo contra las enfermedades (National Institutes of health, 2019).

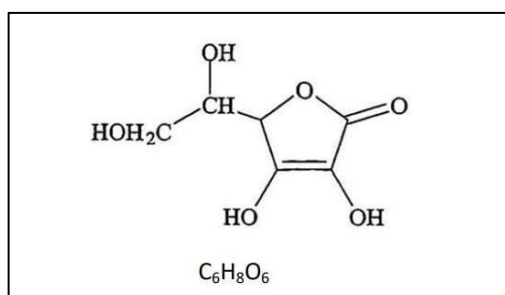
La vitamina C como antioxidante bloquea parte del daño causado por los radicales libres, éstos se producen por diferentes metabolismos naturales del cuerpo, y son responsables del proceso de envejecimiento y de algunas situaciones patológicas como cáncer, enfermedades del corazón y trastornos como la artritis (Núñez, 2020).

A. Estructura de la vitamina C

Está formado por seis átomos de carbono, es un componente nutricional importante de la alimentación, existen dos importantes formas biológicas de vitamina C, la forma reducida o ácido ascórbico, y la forma oxidada el ácido deshidroascórbico (DHA), es importante su transporte porque su mayor

concentración se encuentra a nivel tisular (Castillo-Velarde, 2019). En la figura 1 se muestra la estructura de la vitamina C.

Figura 1. Estructura y formula química de la vitamina C



Fuente: Núñez (2020).

B. Vitamina C en camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

El camu-camu es una fruta nativa de la región amazónica, con alto contenido en vitamina C el cual supera los 2000 mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa llegando a 3000 mg por 100 g de pulpa, equivalente a casi 30 veces el de la pulpa de los cítricos conocidos como naranja, limón, mandarina, las pulpas de frutos verdes y maduros presentan variación en el contenido de vitamina C; se registraron concentraciones de 1,6 a 1,8 g de vitamina C/100 g de pulpa de frutos verdes y 1,2 a 1,6 g de vitamina C/100 g de pulpa de frutos maduros. La vitamina C, es termosensible y en procesos en condiciones de calor causa disminución de su contenido. Estudios indican que en jugo concentrado de camu-camu con combinación de dos métodos: ósmosis inversa (OI) y evaporación osmótica (OE) ayudaron a preservar los valores de vitamina C evidenciando un valor de 94,6 g de ácido ascórbico/kg, aumentando su valor a 3,3 veces más que con el método de evaporación tradicional (Arellano-Acuña, et al., 2016).

C. Cinética de la vitamina C

El ácido ascórbico es el más inestable de todas las vitaminas, se degrada por

oxidación está en función de la temperatura del tratamiento, mantiene una cinética de primer orden en los sistemas alimentarios. Su concentración inicial va a influir en su velocidad de degradación la cual se puede identificar empleando una ecuación de

Arrhenius:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Se calcula teniendo en cuenta los siguientes parámetros: k es la velocidad constante de primer orden (min⁻¹); A. el factor preexponencial característico del alimento, T es la temperatura absoluta en grados Kelvin (°K); E_a es la energía de activación para que se inicie la descomposición de la vitamina C en kcal/mol; R es la constante de los gases (1.987 cal/mol ° K) (Leandro, 2021).

2.2.3. Antocianinas

Compuesto fenólico, pertenece a un subgrupo de los flavonoides, proviene del griego anthos (flor) y kyanos (azul oscuro), son derivados del catión 2-fenilbenzopirilio, siendo responsable de los colores: rojo oscuro, azulados y violetas, también por su forma glucosada se encuentra con relación al estándar cianidina 3- glucósido; son antioxidantes naturales y antimicrobiales, tiene muchos beneficios para la salud como: mejora la circulación sanguínea, interviene en la formación de colágeno, además de prevenir enfermedades cardiovasculares (Grandez, 2021).

A. Propiedades de las antocianinas

Se usa el término antocianina tanto para las antocianidinas (aglicona o genina) como para sus glucósidos (antocianinas); se han descrito 12 antocianidinas, siendo las más importantes: cianidina, definidina, jpelargonidina, peonidina, malvidina y petunidina, responsables de los distintos tonos de pigmentación que van desde el

rojo, azul y violeta, tienen propiedades funcionales de prevenir enfermedades cancerígenas ya que pueden inhibir la transformación celular bloqueando proteínas quinasas activas por mitógenos, y bloqueando la expresión de proteínas activadoras, además pueden suprimir la inflamación bloqueando factores detonantes de la metástasis e inducir la apoptosis en células cancerosas. También exhiben actividad antimicrobiana a través de varios mecanismos, como el daño celular inducido al destruir la pared celular, la membrana y la matriz intercelular (De la Rosa, et al., 2022).

Tienen propiedades antioxidantes, ayuda a la profilaxis de enfermedades cardiovasculares, tiene actividad antidiabética, podría constituirse como alimento funcional dietético, tiene efecto neuroprotector, reduce la neuroinflamación, promueve la supervivencia de las células nerviosas, produce actividades preventivas y/o terapéuticas en una amplia gama de trastornos nerviosos, además reduce los niveles de especies reactivas al oxígeno y puede usarse como un factor alimenticio funcional para prevenir la obesidad y sus trastornos relacionados (Barragán-Condori, et al., 2021).

B. Determinación de antocianinas

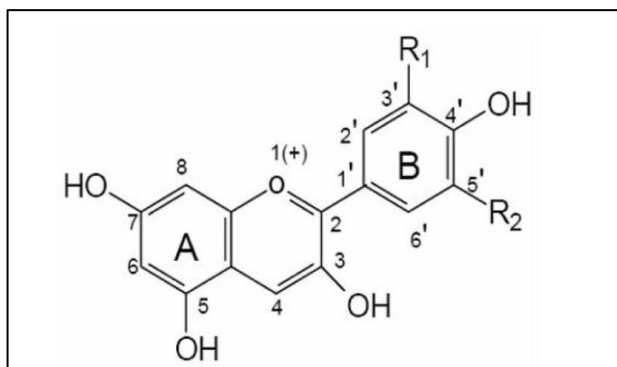
Las antocianinas pueden ser identificadas y determinadas por técnicas de HPLC y por espectrofotometría UV-Vis, el método del pH diferencial es una técnica espectrofotométrica ampliamente usada por tecnólogos de alimentos y horticultores, para la determinación del contenido de las antocianinas monoméricas totales y la espectrofotometría UV-Vis, es una técnica analítica que permite la cuantificación de numerosos compuestos. Las antocianinas son pigmentos muy propensos a sufrir transformaciones estructurales reversibles cuando hay cambios bruscos en el pH, y éstos se manifiestan con espectros de absorbancia muy

diferentes entre sí, debido la predominancia del oxonio coloreado a pH 1,0 y a la forma hemiquetal incolora a pH 4,5. Fundamentados en este fenómeno se propuso el método del pH diferencial utilizando valores de pH de 1,0 y de 4,5 para la cuantificación de antocianinas monoméricas totales, permitiendo una medición precisa y rápida de las antocianinas totales, incluso en presencia de pigmentos polimerizados y otros compuestos interferentes (León y Soledad, 2020).

C. Estructura química de la antocianina

Las antocianinas químicamente son glucósidos de las antocianidinas, y éstas son, por tanto, las agliconas de las antocianinas. La estructura básica de las antocianidinas o agliconas es el grupo flavilio (2-fenil-benzopirilio) (Ramos, 2021). A continuación, en la figura 2, su estructura.

Figura 2. Estructura química de las antocianinas



Fuente: Garzón (2008)

2.2.4. Conservación de los alimentos

Se conserva los alimentos con la finalidad de prolongar su vida útil, retrasar las alteraciones estructurales, disminuir los microorganismos causantes de deterioro u obtener otros beneficios de los alimentos como aumentar la digestibilidad u otras características organolépticas, además de poder elaborar otros alimentos (Vásquez, 2021).

Los alimentos muchas veces se conservan con una combinación de alguna formulación (agregando ingredientes), por procesamiento (por calor o frío), y/o métodos de distribución (estable a temperatura ambiente, refrigerado, congelado). Al elegir el mejor método para conservar se presta mucha atención al pH y la actividad del agua, además del tiempo (Morillo-Robles, et al., 2023). Los objetivos para conservar los alimentos son: Retrasar la alteración estructural del alimento, prolongar la vida útil, disminuir los microorganismos causantes del deterioro, mejorar el valor nutritivo, aumentar la digestibilidad, palatabilidad y otras características organolépticas; los métodos físicos de conservación se llevan aplicando frío o calor, o deshidratando, irradiando o utilizando altas presiones (Salvatierra, 2019).

A. Refrigeración

La refrigeración detiene el crecimiento bacteriano, cuando los alimentos tienen nutrientes, humedad y temperatura favorable, éstas crecen rápidamente, aumentando en número hasta el punto donde algunas bacterias pueden causar enfermedades, estas crecen rápidamente en un rango de temperatura entre 40 y 140 °F, (4,4 °C y 60 °C), llamada “zona de peligro”, algunas duplicándose en número en tan poco tiempo como en 20 minutos. Un refrigerador puesto a 40 °F (4,4 °C) o menos puede proteger la mayoría de los alimentos (Sepúlveda, 2022).

B. Congelación

Es uno de los métodos más utilizados en la industria alimentaria, en esta operación se reduce la temperatura del alimento hasta un valor por debajo del cual empiezan a formarse cristales de hielo, si bien no destruye microorganismos, los inhibe, incrementando el tiempo de vida útil del producto (Álvarez, 2021); método de conservación de los alimentos, tiene efecto positivo en la prolongación de su vida, por lo que es más útil que otros métodos el cual se basa en la influencia que

provoca que la temperatura sea más baja que el punto de congelación del agua en los alimentos, su objetivo es reducir el contenido de agua convirtiéndola en hielo (Cruz, 2018), resulta efectiva en la retención de aroma, color y valor nutritivo de los alimentos (Cabrera, 2019).

2.2.5. Bebidas funcionales

El consumo de bebidas de frutas no solo es para saciar la sed, sino para ingerir nutrientes o antioxidantes y eliminar los radicales libres previniendo enfermedades (Ticsihua y Orejón, 2022); el surgimiento de nuevas necesidades en el sector bebidas se responde con nuevas combinaciones de ingredientes que generen bebidas saludables, naturales, estimulantes y nutritivas que solucionan problemas del consumidor que se preocupa por lo saludable y nutritivo (Delgado y Sánchez, 2018). Las bebidas funcionales son aquellos alimentos o compuestos dietéticos que pueden proporcionar un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica, pueden ser naturales, sintéticos, o bien en los que se ha modificado la naturaleza o biodisponibilidad de alguno de sus componentes y contribuye a la mejora de las condiciones generales del organismo, disminuye alguna enfermedad o las previene, como el cáncer, problemas cardiacos y disminución del envejecimiento (García-Hernández y Rodríguez-Hernández, 2021).

A. Clasificación de las bebidas funcionales

Existen muchas bebidas funcionales como los té helados, cafés, té herbales, mezclas de mentas, zumos de verduras y batidos, a continuación, en la tabla 3 una clasificación general de estas bebidas (Chiroque et al., 2019).

Tabla 3. Clasificación general de las bebidas funcionales

Propiedad funcional	Características
Control de peso/para diabéticos	Sustitución de azúcares por edulcorantes artificiales (bebidas light). Con polisacáridos con efectos de provocar un bajo índice glucémico.
Orgánicas/naturales	Elaboradas con vegetales cultivadas sin pesticidas o abonos químicos, procesados sin conservantes ni aditivos químicos, pero si aditivos naturales.
Energizantes/revitalizantes	Aceleran el sistema nervioso simpático, se añade cafeína u otro alcaloide estimulante. Puede usarse ginseng, equinácea o espinillo amarillo.
Reductoras de colesterol	Con etanol o sus esteres ~~fitoesteres~~
Relajantes	Con bajas concentraciones de hierbas con opiáceos
Reconstituyentes/hidratantes	Con valor energético e índice glucémico alto Se le añaden hidrolizados de proteínas vegetales o animales, carbohidratos, vitaminas y minerales Formulada para grupos específicos: niños, ancianos, mujeres, embarazadas, deportista, etc.
Curativas de úlceras	Con extracto de Aloe Vera (sábila) o nopal Que proveen gomas y/o agentes químicos con propiedades antiinflamatorias, regeneradoras de tejido, antibióticos y aceleran el metabolismo de los lípidos.
Mitigantes del envejecimiento	Con adición de omega 3, omega 6 o compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes
Simbióticas	Con una o más especies de bacterias lácticas o actinomicetos de carácter prebiótico, además con oligosacáridos que funcionen como prebióticos y fibra biológica.

Fuente: Chiroque et al. (2019).

B. Tendencias para el aumento de consumo de bebidas funcionales

Existen 5 mega tendencias a nivel mundial que hace que la industria de alimentos y bebidas sean afectas (Delgado y Sánchez, 2018):

Tecnología e innovación: La revolución tecnológica impulsa la globalización teniendo como referencia a la innovación, siendo el internet una herramienta que hace

que el consumidor cambie muchos de sus hábitos cotidianos ya que promueve un estilo de vida más saludable brindando información antes de una toma de elección o de negociación.

Cambios demográficos y envejecimiento: Existe en la actualidad un proceso de cambio poblacional en muchos de los países del mundo, con un crecimiento atípico con aumento de una población envejecida por la mejora de condiciones sanitarias y económicas y una disminución de población joven por el bajo índice de fecundidad; con un aumento de población en promedio del 10% al 21% al 2050, afectando la industria alimentaria que necesitará aumentar en un 70% su capacidad de producción.

Urbanización: Los estudios indican que la mitad de la población vive hoy en ciudades, tendencia que seguirá en aumento debido a las oportunidades de mejora de calidad de vida y generación de riqueza, afectando de esta alguna manera los hábitos de consumo con productos elaborados poco saludables; en respuesta buscará compensar en su rutina diaria consumo de productos saludables.

Sostenibilidad: El incremento poblacional global conduce al aumento del consumo de comida, agua y energía, que influye al cambio climático, ante este fenómeno la agroindustria rediseña la producción, abastecimiento y consumo de los recursos de manera sostenible o reaprovechando de los recursos limitados existentes.

Equilibrio económico: Los países emergentes que forman el grupo de los BRIC (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica) con pleno derecho en la comunidad internacional ven atractivo direccionar la actividad empresarial hacia economías orientadas al consumo, quitándole protagonismo a Occidente con lanzamiento a nivel mundial de alimentos y bebidas funcionales.

2.3. Definición de términos básicos

Antioxidante: Compuesto que puede inhibir a los radicales libres que dañan a las biomoléculas como proteínas o lípidos oxidados, presentan propiedades anticancerígenas, antitumorales y antiinflamatorios (Cervantes-Valencia et al., 2024).

Compuesto bioactivo: Compuestos que se encuentran en el reino vegetal (frutas y verduras), se ha demostrado que tienen efectos beneficiosos para el organismo y actúa como protectores contra diversas enfermedades (Fuentes et al., 2019).

Constante de velocidad de reacción (k): parámetro que representa la relación entre la velocidad de reacción y la concentración de reactivo y la forma en que la concentración afecte la velocidad se fundamenta en el orden de reacción (Leandro, 2021).

Energía de activación: Cantidad mínima de energía necesaria para que se inicie una reacción química y para calcularla se despeja de la ecuación de Arrhenius ($K=Ae^{(-EA/RT)}$) (Leandro, 2021)

Bebida de camu camu: Choquemamani y Jara (2021) indica que para la preparación de la bebida nutracéutica con camu camu es necesario obtener primero la pulpa de la fruta, para ello las operaciones son: selección, pesado, lavado, escaldado, para luego extraer el jugo, eliminando cáscara y semilla.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El almacenamiento a temperaturas bajas y en ambiente afectan el contenido de antocianinas y de la vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh).

2.4.2. Hipótesis específicos

- Los parámetros fisicoquímicos de la bebida de camu camu

almacenada a temperaturas bajas y en ambiente cumplen con la NTP para bebidas.

- Los parámetros cinéticos de antocianinas se modificarán en la bebida de camu camu almacenada a temperaturas bajas y ambiente.
- Los parámetros cinéticos de la vitamina C se modificarán en la bebida de camu camu almacenada a temperaturas bajas y ambiente.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Temperaturas de almacenamiento ($-2.5 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $7.5 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $29 \pm 2^{\circ}\text{C}$)

2.5.2. Dependiente

- Análisis fisicoquímico
- Contenido de antocianinas, parámetros cinéticos (K, D, T0.5, Q10, Ea)
- Contenido de vitamina C, parámetros cinéticos (K, D, T0.5, Q10, Ea)

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

En la tabla 4 se muestra las variables e indicadores.

Tabla 4. Definición operacional de variables e indicadores

Variables	Indicadores
Independiente	
- Temperaturas de almacenamiento	- $-2.5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ - $7.5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ - $29^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
Dependiente	
- Características fisicoquímicas	
- Contenido de antocianinas	
- Contenido de vitamina C	
- Parámetros cinéticos	
- Acidez, pH y sólidos solubles	
- mg cianidina-3- glucósido/100g	
- mg/100 g	
- Velocidad de degradación (K)	
- Tiempo de reducción decimal (D)	
- Tiempo de vida media (t1/2)	
- Coeficiente de temperatura (Q10)	
- Energía de activación (Ea)	

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Es de tipo aplicada, que según Castro et al. (2022) es aquella investigación en la que se recurre a conocimientos previos para encaminarlos al cumplimiento de objetivos específicos, por lo que considera que todo el conocimiento existente en un área será aplicado con el intento de solucionar problemas específicos.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, es la que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relación causa-efecto, cuya característica es de manipular y controlar la variable independiente para determinar cómo afecta a la variable dependiente (Ochoa-Pachas y Yunkor-Romero, 2022).

3.3. Método de investigación

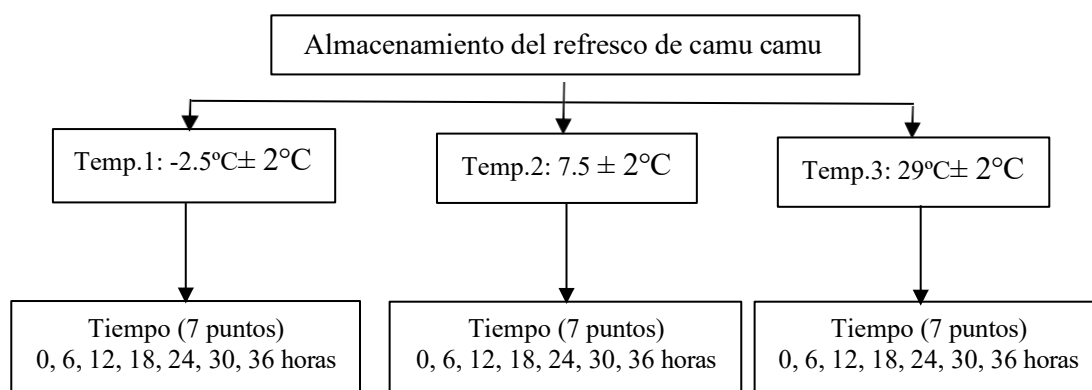
El método de investigación es de tipo experimental. Haro et al. (2024) señala que el diseño experimental es la determinación de cómo vamos a desarrollar nuestro experimento u observación. De este modo, trata de definir las variables que deben ser observadas, la relación entre elementos, cómo van a ser las variables medidas y

cómo procederemos a analizar los datos obtenidos.

3.4. Diseño de investigación

La investigación se realizó en el refresco de camu camu almacenado a tres temperaturas: $-2.5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (congelación), $7.5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (refrigeración) y $29^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (ambiente), los datos de la concentración de antocianinas y de vitamina C se determinaron cada 6 horas, el diseño se muestra en la figura 3.

Figura 3. Diseño de investigación de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)



Para la evaluación de las características fisicoquímicas, del contenido de antocianinas y de la vitamina C, se trabajó con 3 temperaturas y 6 controles desde la hora 6, y cada 6 horas hasta llegar a 36 horas de almacenamiento, para cada control se utilizaron 3 botellas, haciendo un total de 54 botellas. Para el control de inicio (hora cero) se utilizó una muestra inicial única.

En la tabla 5 se muestra la distribución de los tratamientos.

Tabla 5. Distribución de los tratamientos en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Temperaturas de conservación	0	M1
	6	M2
	12	M3
Tiempo de almacenamiento horas Muestras	18	M4
	24	M5
	30	M6
	36	M7
	0	M8
-2.5 °C ± 2 (Congelación)	6	M9
	12	M10
	18	M11
	24	M12
	30	M13
	36	M14
7.5 °C ± 2 (Refrigeración)	0	M15
	6	M16
	12	M17
	18	M18
	24	M19
29 °C ± 2 (Ambiente)	30	M20
	36	M21

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Representada por frutas frescas de camu camu cultivadas en los distritos de Pucallpa, con las que se elaboró el refresco.

3.5.2. Muestra

Las muestras se eligieron de la población, se adquirieron 10 kg de fruta de camu camu, y con ellos se elaboraron los refrescos, la muestra estuvo constituida por 54 botellas de refresco de camu camu, teniendo en cuenta las 3 repeticiones.

3.6. Técnica e instrumento de recolección de datos

3.6.1. Técnica de recolección de datos

Se empleó la técnica de la observación. Se recopiló información de trabajos de investigación y de revistas especializadas con la finalidad de comparar y sacar conclusiones de nuestros datos.

3.6.2. Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de los datos se utilizó:

3.6.3. Materia prima e insumos

Frutos de camu camu procedente de la ciudad de Pucallpa. Azúcar blanca.

3.6.4. Reactivos

2,6 diclorofenolindofenol, Acido oxálico 0.4%, Ácido Ascórbico puro, Hidróxido de sodio 0.1 N, Fenolftaleína, Solución Buffer pH 4.0 y 7.0, Hidróxido de sodio 0.1 N, Agua destilada.

3.6.5. Equipos e instrumentos

Balanza analítica, marca Adam 250L, con precisión de 0.0001g; Espectrofotómetro UV, marca Unica UVIZOS, rango de 200 a 1100nm.; Brixometro manual, marca Atago, rango de 0-85°Bx.; Peachimetro digital, marca Hanna, rango de 0 -14.; Agitador magnético, con capsula.; Titulador automático, bureta de 25 ml.; licuadora domestica de tres velocidades.; Termómetros digitales, rango -10 a 150°C.; Tubos de ensayo con tapa., Gradillas para tubos de ensayos.; Fiolas de 100, 500 y 1000 ml.; Pipetas de 1, 5 y 10 ml.; Vasos de precipitación, de 100, 250, 400 y 1000 ml.; Cubetas de espectrofotómetro.; Micropipeta 1ml.; Probetas de 50, 100 y 500 ml.; Papel filtro., Pissetas; Baguetas; Embudos de vidrio, Baldes de 15 litros, Botellas de plástico con tapa rosca, capacidad 250 ml.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Para la evaluación de las variables en estudio se realizó los análisis fisicoquímicos, contenido de antocianinas y de vitamina C y los parámetros cinéticos de degradación de acuerdo a los métodos que han sido recopilados de artículos científicos publicados. Al ser métodos oficiales no requieren realizar validación y confiabilidad.

3.8. Técnica de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Técnica de procesamiento

Para la elaboración de la bebida de camu camu

Selección: Se recepcionó y se retiraron los frutos golpeados, verdes y sobremaduros.

Lavado: Con agua potable para retirar suciedad de las frutas.

Desinfección: Con una solución de hipoclorito de sodio al 5% (50 ppm x 5 minutos), posteriormente se enjuagó con agua potable.

Escaldado: se realizó a 65°C por 5 minutos para inhibir la acción enzimática de la fruta (Scharff, 2021).

Pulpeado: se utilizó una licuadora, se trabajó a baja velocidad para evitar partir las semillas de la fruta (Ruidíaz y Flores, 2021).

Refinado: con tamices finos de 0.1 mm de diámetro, para separar la cáscara y evitar la presencia de sólidos en la bebida.

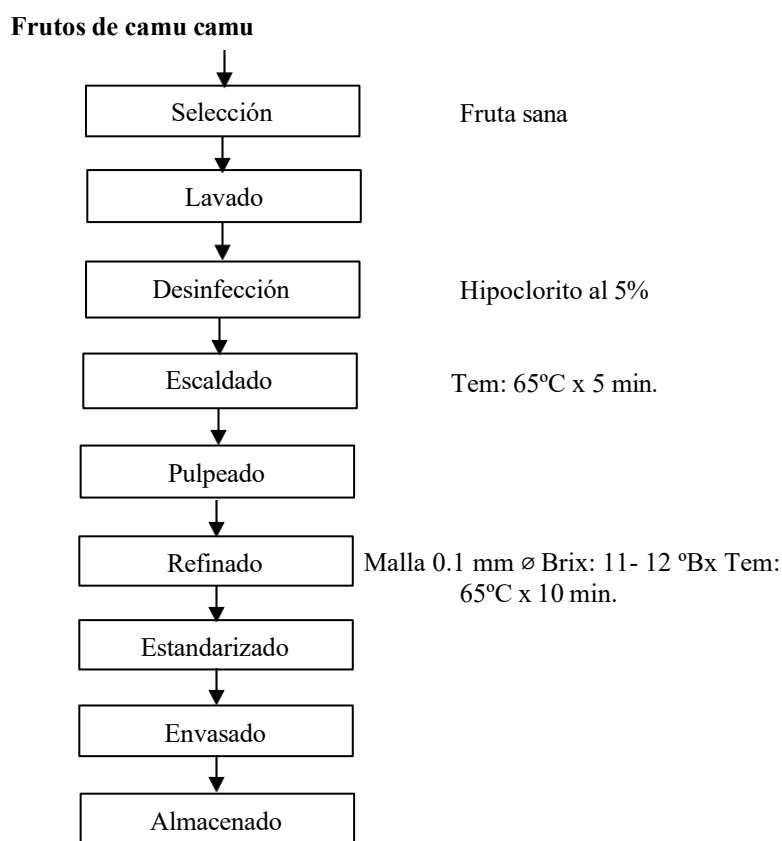
Estandarizado: se utilizó una dilución de 1:6 una parte de pulpa de camu camu y seis partes de agua tratada (Díaz et al., 2020); con Brix de 11 a 12 se endulzó con azúcar blanca, se utilizó como conservante sorbato de potasio al 0.01%.

Envasado: Se pasteurizó a 65°C por 5 minutos, se utilizaron envases de PVC rígido de 250 ml cada uno, siendo 7 botellas por tratamiento, haciendo un total 63

botellas, los controles de análisis se realizaron cada seis hora.

Almacenado: A las temperaturas en estudio: $-2.5^{\circ}\text{C}\pm 2$, $7.5^{\circ}\text{C}\pm 2$ y $29^{\circ}\text{C}\pm 2$, para la temperatura de congelación y refrigeración se utilizó una refrigeradora con 2 puertas, en la parte superior del refrigerador se trabajó la temperatura de congelación, y en la parte inferior la temperatura de refrigeración; para la temperatura ambiente se almacenaron en un lugar fresco, seco y protegidos de la luz solar. En la figura 4 se muestra las operaciones.

Figura 4. Obtención de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)



3.8.2. Análisis de datos Métodos de análisis

A. Análisis fisicoquímico en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) al inicio y durante el almacenamiento

- Sólidos solubles; método refractométrico a 20°C , los resultados se

expresan en °Brix. Método AOAC 932.12 (AOAC, 1990).

- pH; método potenciométrico, con un pHmetro. Método AOAC 981.12 (AOAC, 1990).
- Acidez titulable; método de titulación. Método AOAC 942.15 (AOAC, 1990).

B. Antocianinas

Contenido de antocianinas por pH diferencial, se basa en el cambio de coloración de las antocianinas de acuerdo al pH en la que se encuentran, quienes presentan más coloración en su forma oxonio a pH 1.0 (KCl 0.025 M) e incoloro en su forma hemiacetal a pH 4.5 (CH₃COONa 0.4 M) (Barragán et al., 2020).

C. Determinación del contenido de vitamina C

- Cuantificación de la vitamina C; método oficial de la AOAC 967.21 con 2,6 diclorofenolindofenol (Cabanillas, 2020). Se registrará cada 6 hora (0, 6, 12, 18, 24, 30, 36) a tres temperaturas (-2.5°C± 2°C, 7.5 °C± 2°C y 29°C± 2°C).

D. Parámetros cinéticos de su degradación

Los parámetros cinéticos de degradación se estimaron de acuerdo a las siguientes ecuaciones (Cabanillas, 2020).

- a. Modelo cinético para orden cero

$$= [A_0] \pm kt$$

- b. Modelo cinético para orden uno

$$= [A_0] \pm e^{kt}$$

[A₀] es la concentración inicial del

atributo medido [A] la concentración del

atributo medido a un tiempo *t*

k es una velocidad constante de reacción

expresada en min⁻¹ t = tiempo en minutos.

- c. Determinación de la constante K

$$K = K_0 \exp^{-E_a/RT}$$

k es la constante de velocidad de reacción

k₀ es el factor pre- exponencial

E_a = energía de activación en kcal/mol

R es la constante universal de los gases (1,9872 cal/K.mol) o (8.3145 J/K.mol)

T = temperatura absoluta en grados kelvin (K).

- d. Tiempo para reducir el 50% la concentración original de vitamina C

$$T_{0.5} = \frac{\ln(10)}{k}$$

- e. Cambio de la constante de velocidad de una reacción al aumentar la temperatura en 10°C.

$$Q_{10} = [K_2/K_1]^{10/T_2 - T_1}$$

- f. Energía de activación E_a para cada componente: antocianinas y vitamina C, se determina mediante regresión lineal de Ln k Versus 1/T.

$$\ln k = \ln k_0 - E_a/RT$$

3.9. Tratamiento estadístico

Para los análisis de los parámetros fisicoquímicos, antocianinas y vitamina C a las tres temperaturas de almacenamiento se utilizó un Diseño completo al azar (DCA), los datos se sometieron a un análisis de varianza ANVA para evaluar diferencias entre tratamientos y las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 0.05.

$$Y_i = U + A_i + E_i$$

Donde:

Y_i : Variable

dependiente

U : Media

general

A_i : Efecto de la temperatura

E_i : Efecto de error experimental

Además, con los datos obtenidos se calculó la medida de tendencia central: medida aritmética, y de dispersión: la desviación estándar y valores extremos de los datos conseguidos en las tres repeticiones. Se empleó Microsoft Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

No está sujeto a restricciones de tipo ético. Toda bibliografía consultada es citada reconociendo la autoría como corresponde.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial La Merced, en el laboratorio de análisis de alimentos. Después de elaborar la bebida de camu camu, se procedió a envasar en botellas de plástico de 250 ml, luego se separaron en tres grupos, el primero para almacenarlo a temperatura de congelación -

$2.5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ el segundo grupo a temperatura de refrigeración $7.5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y el tercer grupo a temperatura ambiente ($29^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) en un lugar seco y evitando que la luz incida directamente a la botellas, se realizaron las evaluaciones fisicoquímicos al inicio y cada 6 horas hasta las 36 horas, que es el tiempo aproximado en que se expenden estas bebidas de camu camu en el mercado local, también se evaluó el contenido de antocianinas y vitamina C, determinándose algunos parámetros cinéticos de su degradación.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de los resultados

4.2.1. Características fisicoquímicas de la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Determinación en la bebida de camu camu recién elaborado y envasada en botellas de plástico de 250ml; reproduciéndose de esta manera a la presentación de cómo se adquiere esta bebida en los puestos del mercado de la ciudad de Chanchamayo, se le determinaron su composición fisicoquímica, la que se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Características fisicoquímicas de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)

Componente	R1	R2	R3	Promedio
Brix	11.0	10.8	10.9	10.9±0.1
pH	3.08	3.11	3.12	3.10±0.02
Acidez titulable (% ac.	0.585 Cítrico/100ml	0.567	0.574 de	0.575±0.01 muestra)

En la tabla 6 se muestran los resultados de las características fisicoquímicas de la bebida de camu camu elaborado con frutos maduros, agua y azúcar, observándose un promedio de sólidos solubles de 10.9 °Bx, pH de 3.10 y 0.575 % de ácido cítrico/100 ml de muestra.

4.2.2. Comportamiento de los compuestos fisicoquímicos en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

a. Cuantificación de sólidos solubles durante el almacenamiento a diferentes temperaturas en la bebida de camu camu

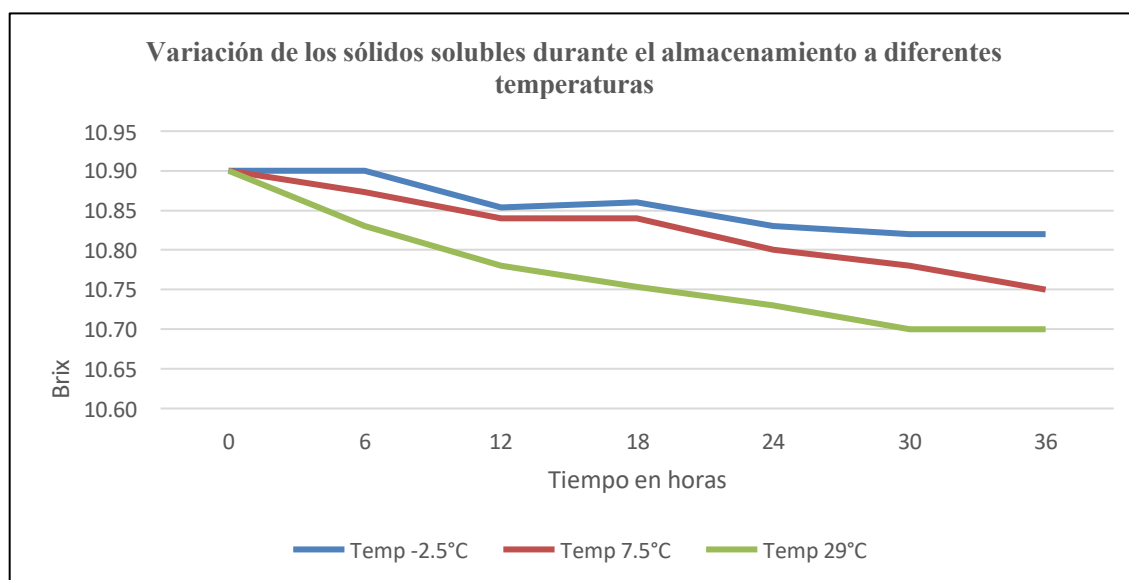
Durante 36 horas de almacenamiento se determinaron los sólidos solubles, realizándose estas determinaciones cada 6 horas para observar su comportamiento, los resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Valores de los sólidos solubles durante las 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) Valores de los

Sólidos solubles			
Tiempo	(-2.5 °C± 2)	(7.5 °C± 2)	(29 °C± 2)
0	10.90	10.90	10.90
6	10.90	10.87	10.83
12	10.85	10.84	10.78
18	10.86	10.84	10.75
24	10.83	10.80	10.73
30	10.82	10.78	10.70
36	10.82	10.75	10.70
Promedio	10.85 ^a	10.83 ^a	10.77 ^b

Promedios seguidas de una letra diferente indican diferencia estadística significativa.

Figura 5. Variación de los sólidos solubles (°Brix) en función al tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento de la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)



En la tabla 7 y figura 5 se observa que a medida que el tiempo transcurre los valores de los sólidos solubles disminuyen, siendo la temperatura de congelación

la que conserva mejor el contenido de sólidos solubles ya que de 10.90 °Bx disminuye a 10.85 °Bx, en comparación a la temperatura ambiente en donde se aprecia mayor pérdida de sólidos solubles de 10.90 a 10.77°Bx, existe diferencia estadística significativa entre el tratamiento a medio ambiente con los tratamientos almacenados a refrigeración y congelación.

b. Comportamiento del pH durante el almacenamiento a diferentes temperaturas en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

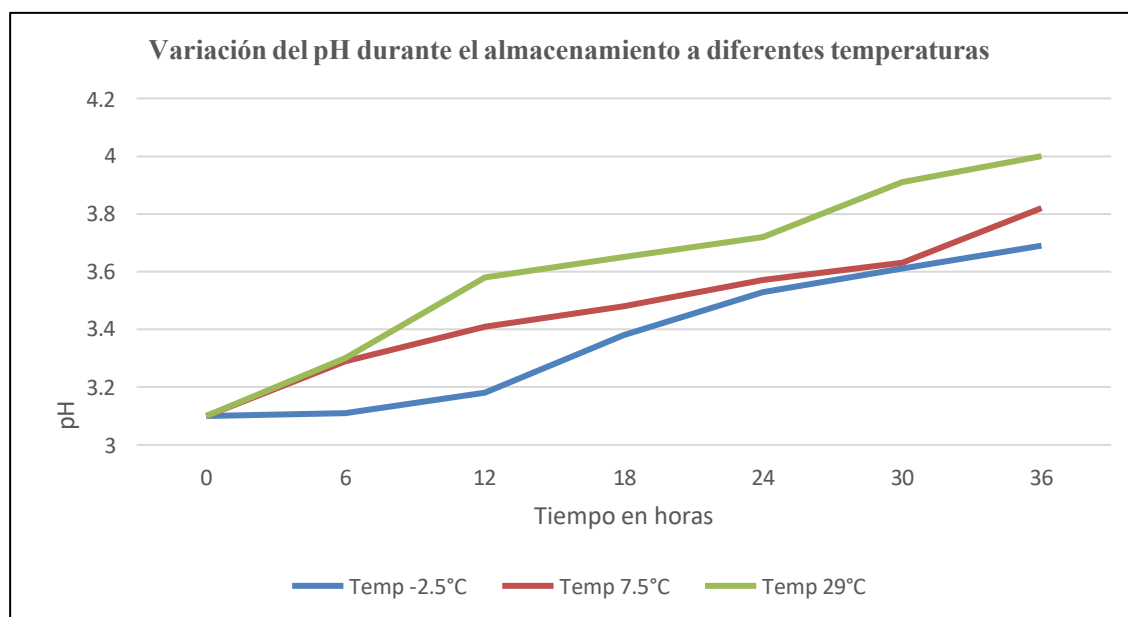
Durante 36 horas de almacenamiento se determinaron los valores de pH, realizándose estas determinaciones cada 6 horas para observar su comportamiento.

Tabla 8. Valores del pH durante las 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu

Tiempo	pH	(-2.5 °C± 2)	(7.5 °C± 2)	(29 °C± 2)
0		3.10	3.10	3.10
6		3.11	3.29	3.30
12		3.18	3.41	3.58
18		3.38	3.48	3.65
24		3.53	3.57	3.72
30		3.61	3.63	3.91
36		3.69	3.82	4.00

Promedios seguidos de una letra igual **indican** no diferencia estadística significativa

Figura 6. Variación del pH en función al tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento de la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc



En la tabla 8 y figura 6 se observa que el pH en la bebida de camu camu durante el almacenamiento se va incrementando, lo que indica que va perdiendo acidez, esta variación es mayor en las bebidas almacenadas a temperatura ambiente (29°C) de 3.10 a 4.00 de pH y menor a temperatura de congelación (-2.5 °C) de 3.10 a 3.69 de pH, no existiendo diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

c. Comportamiento de la acidez titulable durante el almacenamiento a diferentes temperaturas en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

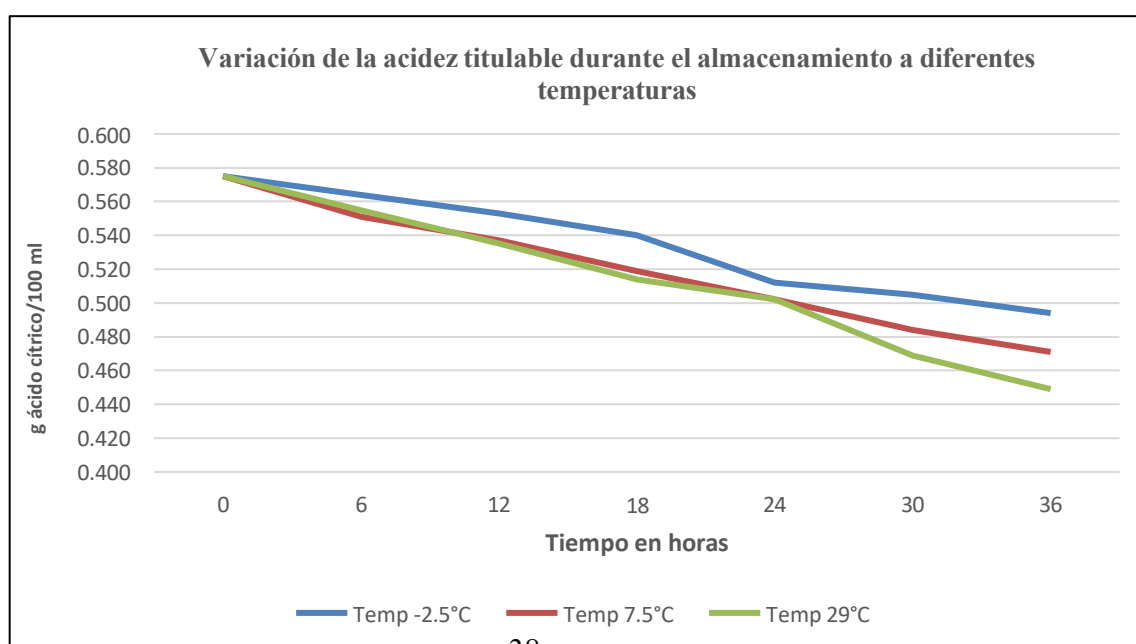
Durante 36 horas de almacenamiento se determinaron los valores de acidez titulable, realizándose estas determinaciones cada 6 horas para observar su comportamiento.

Tabla 9. Valores de la acidez titulable (% ácido cítrico/100 ml) durante las 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Tiempo	Acidez (% /100 ml)		
	(-2.5 °C± 2)	(7.5 °C± 2)	(29 °C± 2)
0	0.575	0.575	0.575
6	0.564	0.551	0.555
12	0.553	0.537	0.535
18	0.54	0.519	0.514
24	0.512	0.502	0.502
30	0.505	0.484	0.469
36	0.494	0.471	0.449

Promedios seguidos de una letra igual indican no diferencia estadística significativa

Figura 7. Variación de la acidez titulable en función de tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento de la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)



En la tabla 9 y figura 7 observamos que los valores de acidez van descendiendo lo que significa que la acidez disminuye, haciendo que la sustancia este menos acida y el valor del pH aumente, este descenso se aprecia más en las bebidas almacenados a temperatura ambiente (29°C) y conforme se va descendiendo la temperatura de almacenamiento esta va disminuyendo, por lo que las bebidas de camu camu almacenadas a congelación desciende de 0.575 a 0.494 % ac. cítrico/100 g, a refrigeración de 0.575 a 0.471 % ac. cítrico/100 g y a temperatura ambiente de 0.575 a 0.449 % ac. Cítrico/100 g; los resultados no presentan diferencias estadísticas significativas al cabo de las 36 horas de almacenamiento.

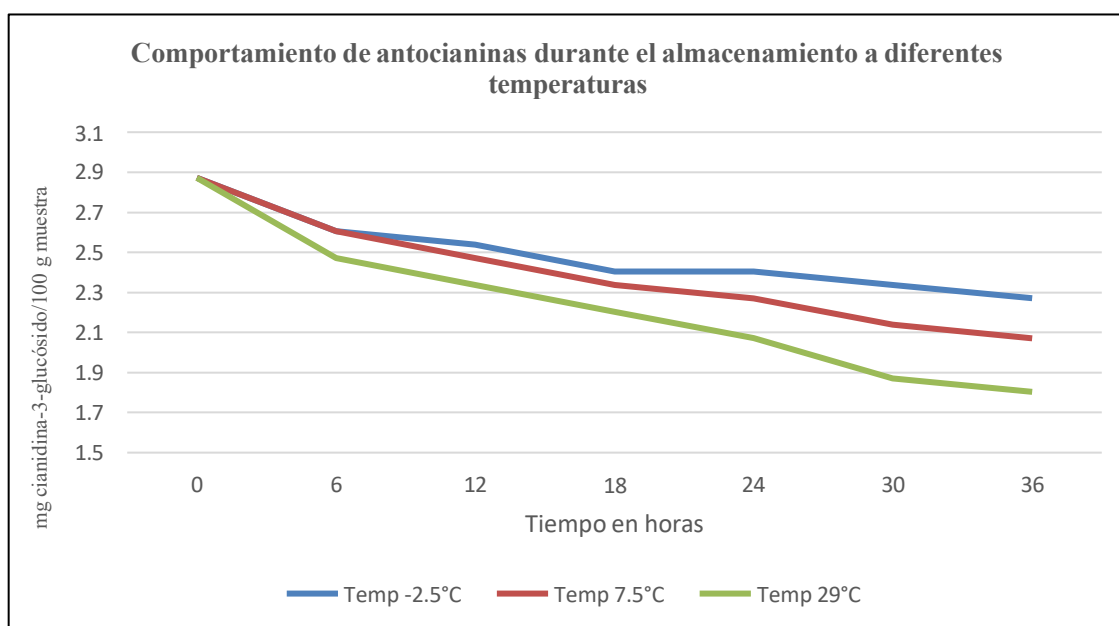
4.2.3. Contenido de antocianinas durante las horas de almacenamiento

El contenido de antocianinas calculados mediante el método del pH diferencial en la bebida de camu camu durante el almacenamiento a diferentes temperaturas, se presenta a continuación.

Tabla 10. Contenido de antocianinas (mg cianidina -3-glucosido/ 100 g de muestra) durante el almacenamiento de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)

mg cianidina -3-glucosido/ 100 g			
Tiempo			
	(-2.5 °C± 2)	(7.5 °C± 2)	(29 °C± 2)
0	2.872	2.872	2.872
6	2.605	2.605	2.471
12	2.538	2.471	2.338
18	2.405	2.338	2.204
24	2.404	2.271	2.071
30	2.338	2.137	1.870
36	2.271	2.071	.803
Promedio	2.49 ^a	2.40 ^a	2.23 ^a

Figura 8. Pérdida de antocianinas en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) almacenada a diferentes temperaturas



El contenido de antocianinas totales en la bebida de camu camu descendió de 2.872 a 2.271 mg/100 g a temperatura de congelación, a 2.071mg/100 g a temperatura de refrigeración y a 1.803 mg/100 g a temperatura ambiente, observándose menor porcentaje de retención durante el almacenamiento a temperatura ambiente con 62.78%, seguida de los refrescos almacenado a refrigeración con 72.11% y mayor porcentaje cuando se almacenaron a congelación de 79.07%. Estadísticamente no hay diferencia significativa en la disminución del contenido de antocianinas por efecto de las temperaturas de almacenamiento.

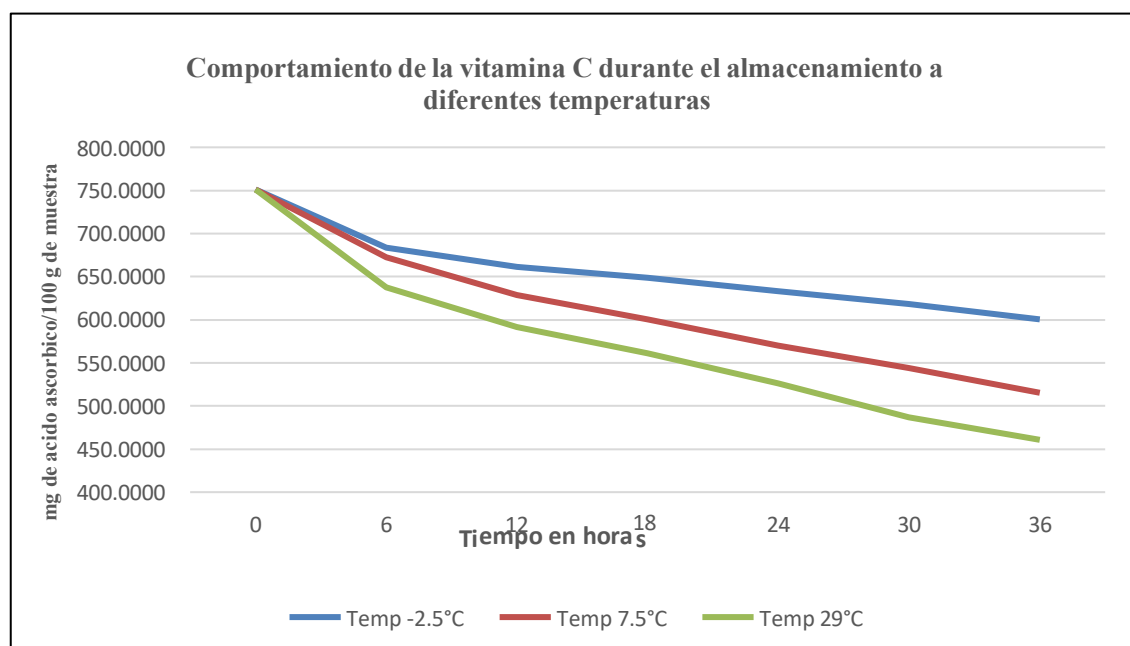
4.2.4. Contenido de Vitamina C durante las horas de almacenamiento

El comportamiento de la vitamina C en la bebida de camu camu durante el almacenamiento a diferentes temperaturas se muestra a continuación.

Tabla 11. Contenido de vitamina C (mg ácido ascórbico/100 g de muestra) durante 36 horas de almacenamiento de la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)

Tiempo	mg ácido ascórbico/100 g		
	(-2.5 °C±2)	(7.5 °C± 2)	(29 °C± 2)
0	751.0917	751.0917	751.0917
6	683.4061	672.4891	637.5546
12	661.5721	628.8210	591.7031
18	648.4716	600.4367	561.1354
24	633.1878	569.8690	526.2009
30	617.9039	543.6681	486.8996
36	600.4367	515.2838	460.6987

Figura 9. Pérdida de vitamina C en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) almacenada a diferentes temperaturas de almacenamiento



En la tabla 11 y figura 9 se observa que existe una disminución del contenido de

vitamina C durante el tiempo de almacenamiento, siendo el cambio menor cuando se almacena a congelación (-2.5°C) con una retención del 79.94%, en comparación al almacenamiento a temperatura ambiente (29°C) con una retención de 61.34%. Mediante los resultados del análisis de varianza se concluye que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio a un nivel de 95% de confianza.

4.2.5. Parámetros cinéticos de degradación de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu

a. Orden de reacción

Los resultados de las estadísticas de regresión lineal simple para determinar el orden de reacción para el contenido de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu almacenado a diferentes temperaturas y durante 36 horas (2160 minutos) se muestran a continuación.

Figura 10. Reacción de orden cero para el contenido de antocianinas en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)

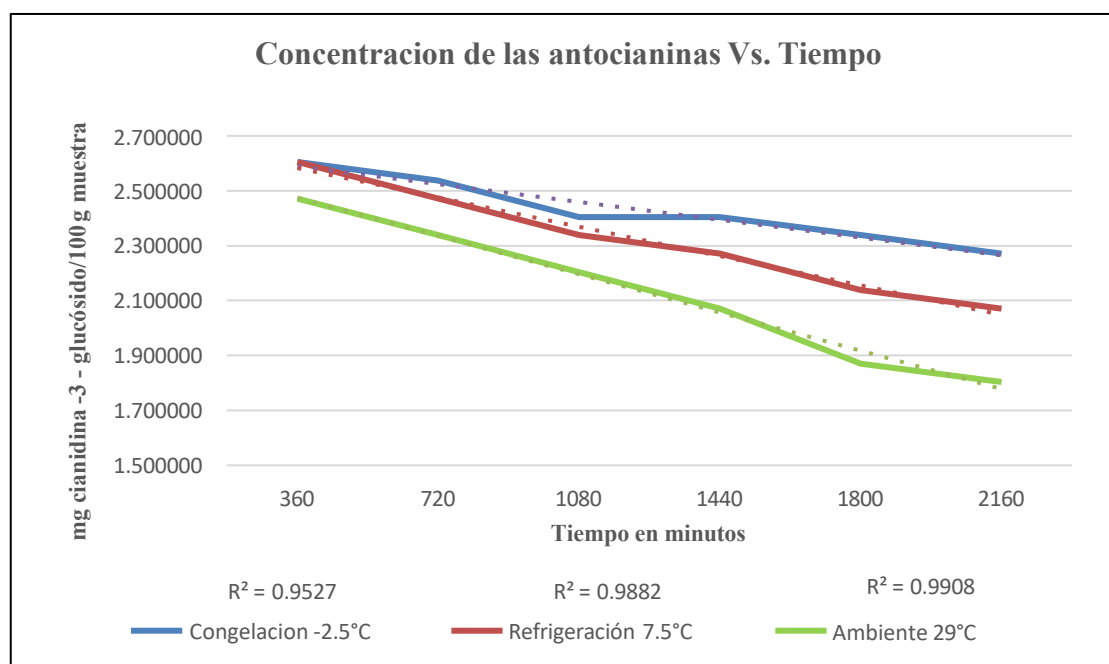


Figura 11. Reacción de orden cero para el contenido de vitamina C en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

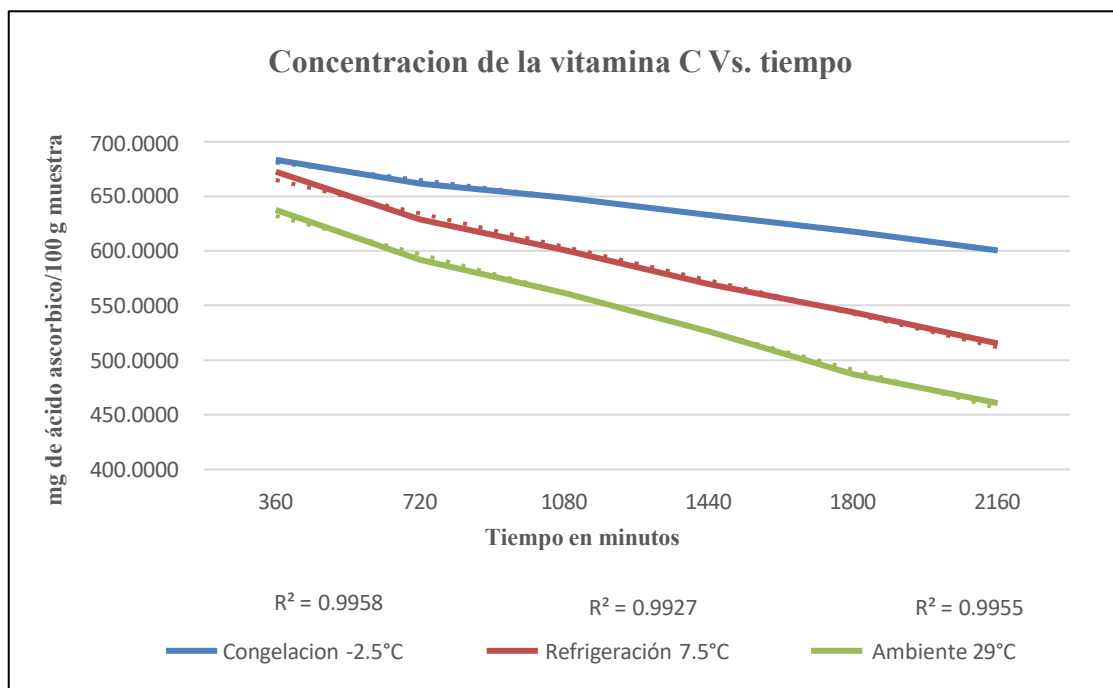


Figura 12. Reacción de orden uno para el contenido de antocianinas en la bebida de camu camu(*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

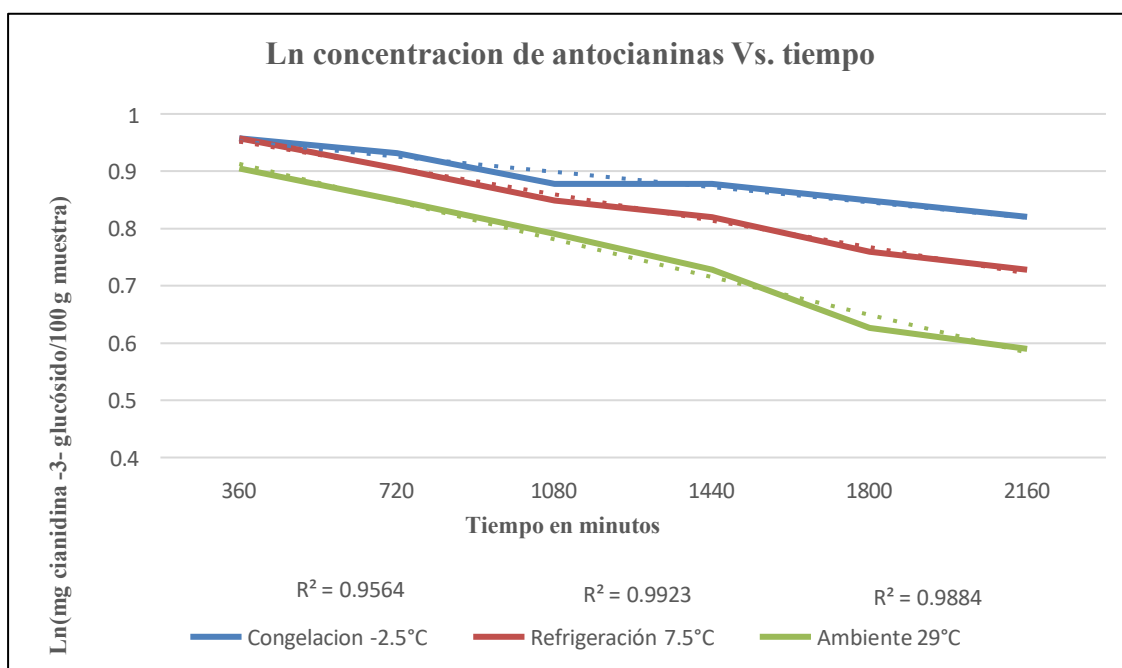


Figura 13. Reacción de orden uno para el contenido de vitamina C en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

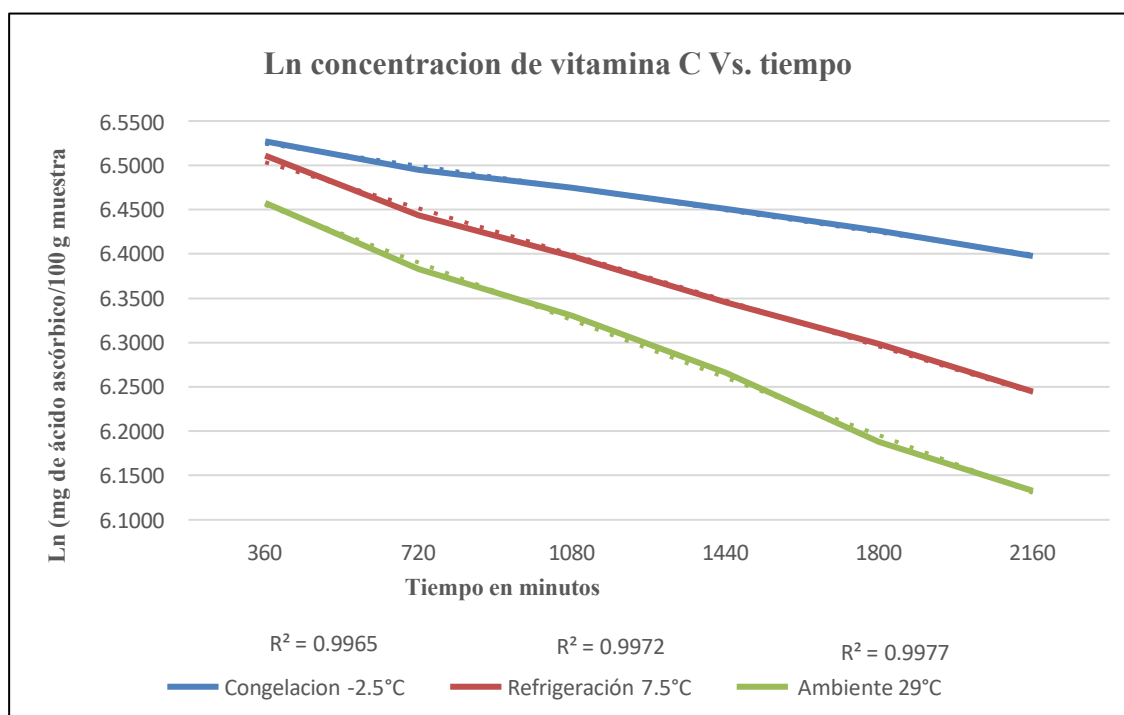


Tabla 12. Coeficiente de determinación R^2 para las ordenes de reacción de degradación de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Compuesto	Cinética de reacción			
	Temperatura de almacenamiento			
	-2.5 °C±2°C	7.5 °C±2°C	29 °C±2°C	
Antocianinas	Orden 0	0.9527	0.9882	0.9908
	Orden 1	0.9564	0.9923	0.9884
Vitamina C	Orden 0	0.9958	0.9927	0.9955
	Orden 1	0.9965	0.9972	0.9977

En la tabla 12 se observa que para todas las temperaturas en estudio los coeficientes de determinación (R^2) más altos fueron para las antocianinas 0.9564, 0.9923 y 0.9884 y para la vitamina C 0.9965, 0.9972 y 0.9977 los cuales corresponden a una cinética de primer orden.

b. Constante de cinética de degradación (k), tiempo de reducción decimal (D), tiempo de vida media ($T_{0.5}$) y coeficiente de temperatura (Q_{10})

Los parámetros cinéticos de degradación de las antocianinas y la vitamina C en la bebida de camu camu como constante de velocidad de degradación (K) tiempo de reducción decimal (D), vida media ($T_{1/2}$) y el coeficiente Q_{10} se presentan a continuación.

Tabla 13. Parámetros cinéticos de las antocianinas y la vitamina C en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) almacenado a diferentes temperaturas

Compuesto	Parámetros			cinéticos	
	Temperatura de almacenamiento				
	-2.5 °C±2°C	7.5 °C±2°C	29 °C±2°C		
Antocianinas	K (min ⁻¹)	7.40254E-05	0.000127969	0.000183124	
	D = (Ln ₁₀ /k) min	31105.34	17993.34	12573.94	
	T _{0.5} = (Ln ₂ /K) h	156.06	90.27	63.08	
	Q ₁₀ = (K ₂ /K ₁) ^{10/t₂-t₁}		1.33		
Vitamina C	K (min ⁻¹)	6.95134E-05	0.000144453	0.00018044	
	D = (Ln ₁₀ /k) min	33124.31	15939.98	12760.64	
	T _{0.5} = (Ln ₂ /K) h	166.19	79.97	64.02	
	Q ₁₀ = (K ₂ /K ₁) ^{10/t₂-t₁}		1.36		

En los parámetros cinéticos calculados para cada temperatura evaluada para las antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu durante el

almacenamiento se observa que conforme las temperaturas que se usaron para la evaluación se aumentan el valor de K, contrario a lo que ocurre con los valores del tiempo de reducción decimal (D) y el tiempo de vida media requerida para lograr la degradación de estos compuestos al 50% a una temperatura dada (T_{0.5}) disminuyen; y finalmente la tasa de variación en función a la temperatura Q₁₀ sobre el alimento es 1.33 para las antocianinas y 1.36 para la vitamina C.

c. Energía de activación

La energía de activación se determinó usando la ecuación de Arrhenius, para ello se convirtieron las temperaturas de grados Celsius (°C) a la inversa de Kelvin (K) y se determinó el logaritmo neperiano a las constantes de velocidad (K), con ambas se obtuvo la gráfica y con ellas la ecuación, las que se muestran a continuación.

Figura 14. Ecuación de Arrhenius de la degradación del contenido de antocianinas en la bebida de camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh)

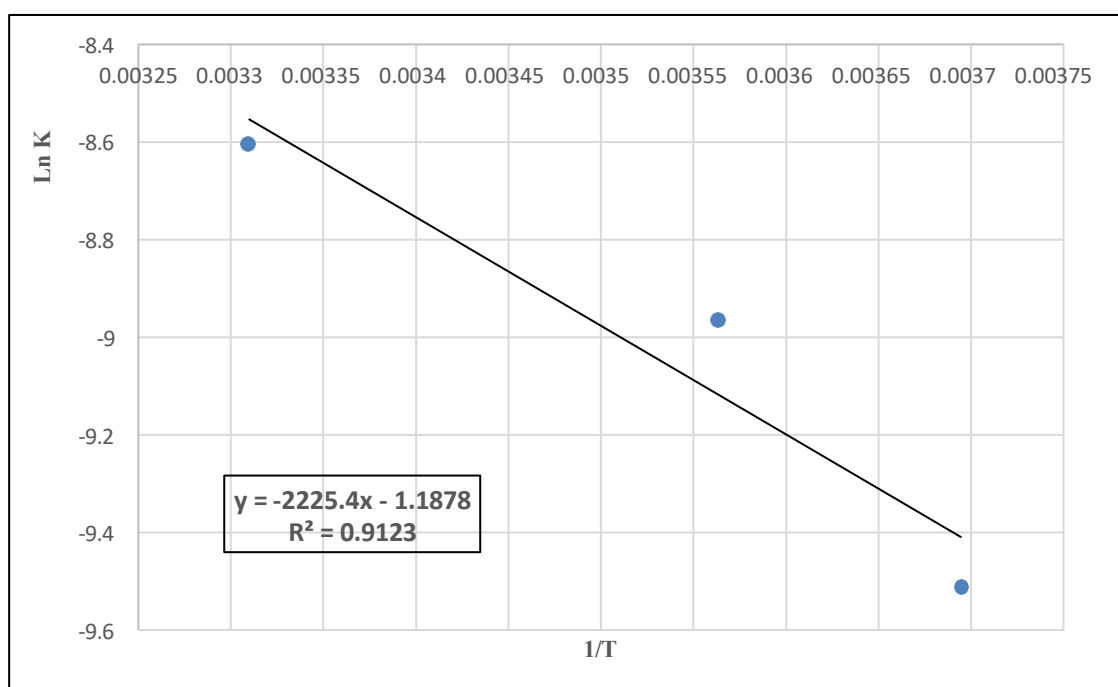


Figura 15. Ecuación de Arrhenius de la degradación del contenido de vitamina C en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

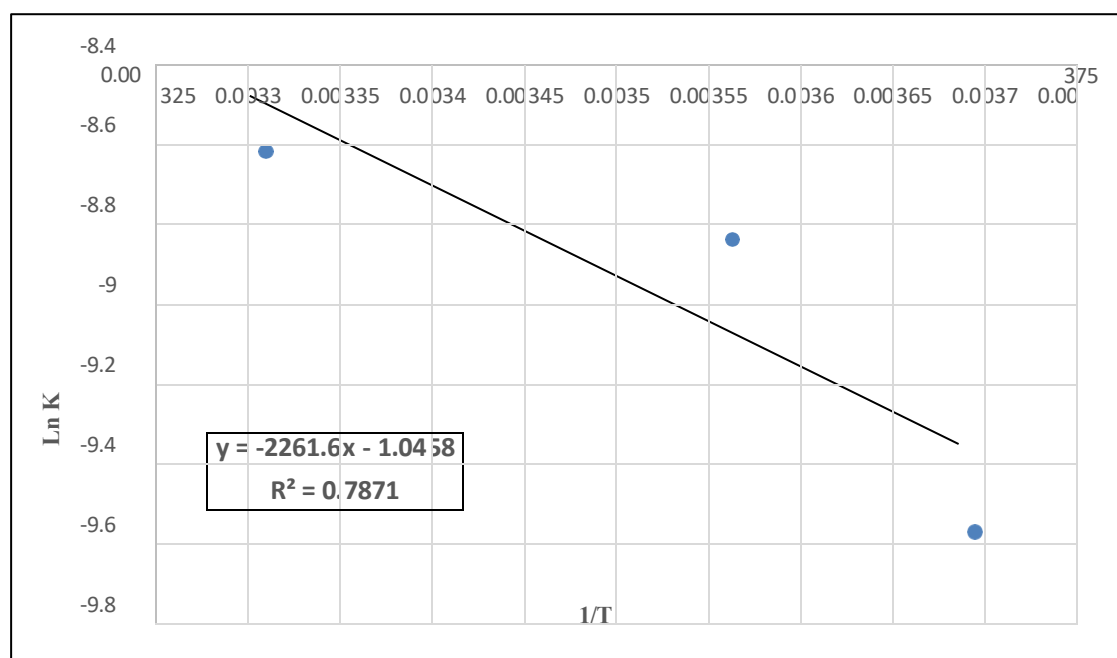


Tabla 14. Energía de activación en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

Ea (Kcal/mol)	
Antocianinas	4.44
Vitamina C	4.51

En la tabla 14 se observa que existe menor energía de activación en las antocianinas que en la vitamina C, siendo para las antocianinas 4.44 Kcal/mol y para la vitamina C 4.51 kcal/mol.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis nula

El almacenamiento a temperaturas bajas y en ambiente no afectan el

contenido de antocianinas y de la vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria dubia*).

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3$$

4.3.2. Hipótesis alterna

Ha: El almacenamiento a temperaturas bajas y en ambiente afectan el contenido de antocianinas y de la vitamina C en bebida de camu camu (*Myrciaria dubia*).

$$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3$$

Se acepta la hipótesis nula, ya que, si bien se observa una disminución del contenido de antocianinas y vitamina C durante las 36 horas de almacenamiento, los resultados del análisis de varianza (ANVA) muestran que no existen diferencias significativas entre las temperaturas en estudio.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Características fisicoquímicas en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia*

H.B.K. Mc Vaugh)

La bebida de camu camu muestra un contenido de sólidos solubles de 10.9 °Bx, valor similar a lo reportado por García et al. (2022) en una bebida isotónica con extracto de cáscara de camu camu de 11 °Bx, pero por encima de una bebida a base de guanábana, granadilla y camu camu con 7.2 °Bx reportado por Scharff (2021), y de una bebida de camu camu con cushuro con 8.0 °Bx (Huamani, 2024). La bebida cumple con la NTP 203.110.2009 quien indica que los brix de una bebida como el limón y carambola el nivel mínimo de grados brix es de 6 °Bx y 7.5 °Bx respectivamente.

El pH promedio de la bebida de camu camu es de 3.10, valor que se asemejan a lo reportado por Huamani (2024) de 3.01 de pH en bebida de camu camu con cushuro y Copes (2022) de 3.3 en un néctar de camu camu fortificado con hierro; la bebida de

camu camu cumple con la NTP 203.110.2009 quien indica que el pH debe estar por debajo de 4.5.

La acidez titulable de la bebida de camu camu fue de 0.575 % de ácido cítrico, valores que se asemejan a los presentados por Dávila y Estela (2020) de 0.438 % en un néctar mix de pomarrosa y camu camu y por Copes (2022) en un néctar de camu camu fortificado con hierro con 0.7424 %; la variabilidad de la acidez se relaciona con las características propias de las frutas (Oro y Urcia, 2018) y de la preparación de la bebida e influye mucho la dilución pulpa y agua que se utilice.

4.4.2. Comportamiento de los sólidos solubles, pH y acidez en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) durante el almacenamiento

Durante el almacenamiento de la bebida de camu camu se observa una ligera

disminución de los grados Brix, siendo más evidente en el refresco almacenado a temperatura ambiente en la que disminuyó 0.2 °Brix durante las 36 horas y a temperatura de congelación disminuyó solo 0.08 °Brix; similar comportamiento de disminución se observa en el trabajo presentado por Rojas (2023) en su bebida simbiótica a base de pitahaya que disminuyó de 14.07 a 12.63 °Brix durante los días de almacenamiento, Domínguez y Ordoñez (2014) en jugo de lima dulce que disminuyó de 6.80 a 6.33 °Brix, en jugo de limón rugoso de 6.00 a 5.47 y en mandarina de 6.50 a 6.20 °Brix durante 20 días de almacenamiento a temperatura de 5 °C; y Agudelo et al. (2020) en jugo de mora que disminuyó de 7.00 a 6.5 al tercer día de almacenamiento a temperatura ambiente. Según Domínguez y Ordoñez (2014) indica que el descenso de los grados Brix se debe a que la humedad relativa de los jugos es muy alta (95%) que es la que provoca el descenso significativo de este parámetro en los jugos; los resultados tanto inicial como final de los grados Brix están dentro de los parámetros establecidos

por la NTP 203.110.2009 cumpliendo con los valores mínimos para jugos de 6.0°Brix.

El contenido de pH durante las 36 horas de almacenamiento tiende a aumentar dándose un incremento de 19% durante la congelación, 23% durante la refrigeración y de 29% a temperatura ambiente, así mismo se observa que no hay diferencia estadística significativa entre ellos, resultados que concuerdan con Agudelo et al. (2020) en jugo de mora almacenado a 5°C que de un valor de 4.3 aumentó a 4.6 al tercer día, con Franco et al. (2016) en néctar de agraz (arándanos andinos) cuyo pH varió de 3.06 a 3.17 al séptimo día de almacenamiento. Domínguez y Ordoñez (2014) indican que existe un crecimiento anaeróbico de levaduras en zumos de frutas envasadas, caracterizándose en la producción de CO₂ y alcohol etílico, capaces de degradar los ácidos orgánicos (elevando el valor de pH) lo que probablemente ocurrió en la bebida de camu camu, pero los resultados están dentro de los rangos establecidos por la NTP 203.110.2009 que indica que debe ser menor a 4.5 de pH.

La acidez en las bebidas de camu camu van disminuyendo conforme transcurre el tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas, resultados similares son presentados por Soto y Barraza (2014) quienes señalan que la acidez de la pulpa de guayaba descende de 0.67% a 0.65% a temperatura de 7°C durante los primeros días de almacenamiento, y por Torres-Álvarez et al. (2024) en una bebida a partir de harina de bagazo de naranja que descendió de 0.87 a 0.84 g de ácido cítrico/litro de muestra a temperatura ambiente al día 7mo. de almacenamiento. Los resultados se podrían atribuir a la disminución del contenido de vitamina C durante el almacenamiento ya que este componente es muy susceptible a la oxidación, a la temperatura, oxígeno, tipo de envase y tiempo (Nakilcioglu-Tas y Ötles, 2020); Franco et al. (2016), indica que la disminución de la acidez titulable podría ser un buen indicador de prolongación de la calidad del producto durante el almacenamiento. La NTP 203.110.2009 indica que la acidez debe

oscilar entre 0.30 y 0.60 g ácido cítrico/100ml de muestra, estando el final de la acidez durante el almacenamiento dentro del parámetro establecido.

4.4.3. Comportamiento de las antocianinas durante el almacenamiento

Durante el transcurso de almacenamiento de la bebida de camu camu a diferentes temperaturas se observa que el contenido de antocianinas disminuye, similar comportamiento se aprecia en los resultados presentados por Huamán y Sánchez (2019) en una bebida con extracto de maíz morado con plantas medicinales con un valor inicial de antocianinas de 41.44 ppm de cianidina-3-glucosido al tiempo 0 y 29.61 ppm de cianidina-3-glucosido a las 30 horas a una temperatura de 37°C; el porcentaje de retención de antocianinas de la bebida de camu camu de nuestra investigación es de 72.11% a 7°C± 2°C y de 62.78 % a 29°C± 2°C muy parecido a los resultados mostrados por Flores-Aguilar y Flores-rivera (2018) en una bebida de maíz morado y uña de gato, con un porcentaje de retención de 78.5% a 4°C y de 65.8% a 18°C. Bolívar y Ramos (2020) indican que el deterioro de antocianinas se deben a su sensibilidad a la luz, pH, cambios de acidez, provocando la disminución acelerada del compuesto fenólico. Existe mayor conservación de antocianinas durante las 36 horas de almacenamiento cuando se almacenan a temperatura de -2.5°C C± 2°C con un porcentaje de retención del 79.07%, por ello podemos mencionar que existe menor pérdida de antocianinas cuando se almacenan a congelación.

4.4.4. Comportamiento de la vitamina C durante el almacenamiento

Los resultados del contenido de vitamina C en la bebida de camu camu, disminuye de 751.0917 a 600.4367, 515.2838 y 460.6987 mg ácido ascórbico/100g muestra con una retención de 79.94%, 68.60% y 61.34% almacenadas a temperatura de congelación, refrigeración y ambiente respectivamente conforme aumenta el tiempo de almacenamiento, comportamiento similar presentó el néctar de tuna almacenado a

temperatura de -1 a 7°C con una retención de vitamina C de 77.22% (Ureta, 2020), y de un producto a base de pulpa de mango y lactosuero con una retención de vitamina C de 83.33% cuando se almacenaron a 4°C y de 56.41% almacenado a 28°C (Mendoza-Corvis et al.,2017). Riera y Gómez (2019) indican que la adición de azúcar en el jugo de frutas puede retrasar la tasa de degradación de la vitamina C ya que su presencia disminuye la concentración de oxígeno disuelto y la actividad de agua, otorgándole estabilidad y el retroceso de la oxidación del ácido ascórbico, demostrándose que el azúcar funciona como un estabilizante de la concentración de éste, el jugo de pitahaya almacenada a 8°C presentó un promedio general de pérdida de 28% con azúcar y 38% sin azúcar. La bebida de camu camu se endulzó con sacarosa a un Brix de 10.90 pudiendo haber actuado como un estabilizante e inclusive se contribuyó con la retención de la vitamina C con el uso de temperaturas bajas.

4.4.5. Orden de reacción

Los mayores valores encontrados de coeficiente de determinación (R^2) cercanos a 1 indican que siguen una cinética de primer orden para el contenido de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu almacenado a diferentes temperaturas por un periodo de 36 horas, igual resultado de cinética de primer orden lo obtuvo Diaz (2018) en el jugo concentrado de camu camu, Villarroel et al. (2020) en extractos de Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y por Barreto y Rojas (2021) en pulpa de camu camu, quien además indica que dentro de las reacciones de primer orden se encuentra la muerte de microorganismos, destrucción de vitaminas, deterioro de clorofila e inactivación de enzimas y que muchos autores han demostrado que la degradación del ácido ascórbico sigue una cinética de primer orden. Huamán y Sánchez (2019) indican que las reacciones que siguen una cinética de primer orden son la degradación de vitaminas, produciendo una disminución en el valor nutricional o la degradación de

antocianinas durante el almacenamiento de alimentos coloreados, por lo que el modelo cinético de primer orden es el adecuado para predecir la degradación de las antocianinas cuando se almacenan a diferentes temperaturas.

4.4.6. Parámetros cinéticos de degradación de las antocianinas y la vitamina C en la bebida de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh)

La constante de velocidad (K) (min^{-1}) para la cinética de degradación de las antocianinas totales y vitamina C en la bebida de camu camu se incrementa conforme se incrementa la temperatura de almacenamiento, en el caso de las antocianinas pasa de $7.40254\text{E-}05$ a $0.000183124 \text{ min}^{-1}$ y de la vitamina C pasa de $6.95134\text{E-}05$ a $0.00018044 \text{ min}^{-1}$ en las temperaturas de -2.5 y 29°C respectivamente, el aumento de la constante de velocidad cinética (K) de degradación de las antocianinas con la temperatura se reporta en Sánchez (2018) en néctar de arándano de 0.111 a 0.183, en Díaz (2018) en jugo de camu camu de 0.0128 a 0.02027 min^{-1} en la vitamina C y en Leandro (2021) en pulpa de camu camu de 0.0341 a 0.0527 min^{-1} respecto al contenido de antocianinas y de 0.0203 a 0.0351 min^{-1} respecto a la vitamina C. Este parámetro representa la velocidad de la reacción de descomposición bajo la influencia de la temperatura por lo que el proceso de almacenar a congelación los refrescos de camu camu garantiza una mejor conservación de antocianinas y vitamina C ya que la velocidad de reacción es menor.

El tiempo de reducción decimal (D) y el tiempo de vida media ($T_{1/2}$) disminuyen conforme la temperatura de almacenamiento va aumentando, así se tiene que las antocianinas disminuyen de 31105.34 a 12573.94 min y la vitamina C de 33124.31 a 12760.64 min conforme la temperatura aumenta, igual comportamiento sucede con el secado de rodajas de mashua negra, sus antocianinas disminuyen de 822.35 a 523. 31 min y el contenido de vitamina C de 1096.47 a 590.41 min cuando la temperatura

aumenta de 40 a 60°C (Canahualpa y Solano, 2018); de igual forma durante la conservación de pulpa de camu camu la vitamina C disminuye de 42857.14 min (-5°C) a 35294.12 min a la temperatura de 4°C y a 28571.43 min a la temperatura de 15°C (Barreto y Rojas, 2021); y durante la pasteurización de la pulpa de camu camu disminuye de 67.54 a 43.69 min en antocianinas y de 113.86 a 65.65 min de vitamina C cuando la temperatura aumenta de 70 a 90°C (Leandro, 2021); el valor de D es el tiempo necesario para destruir el 90% de la concentración de la sustancia en estudio y, numéricamente es igual al número de minutos necesarios para que la curva de destrucción térmica atravesase un ciclo logarítmico (Barreto y Rojas, 2021), en nuestra investigación es posible deducir que para reducir el 90% de la concentración de antocianinas se necesitaran 31105.34 min (518.42 h = 21 días) a la temperatura de congelación de -2.5°C, 17993.34 min (299.89 h = 12.5 días) a la temperatura de refrigeración de 7°C y 12573.94 min (209.57 h = 8.7 días) a temperatura ambiente de 29°C; y para reducir el contenido de vitamina C al 90% se necesitaran 33124.31 min (552.07 h = 23 días) a la temperatura de congelación -2.5°C, 15939.98 min (265.67 h = 11 días) a la temperatura de refrigeración de 7°C y 12760.64 min (212.68 h = 8.9 días) a temperatura ambiente de 29°C; con los resultados obtenidos se evidencia que la vitamina C es más estable a la degradación que las antocianinas respecto a las temperaturas de congelación y medio ambiente, mas no a la temperatura de refrigeración, durante los días de almacenamiento, igual comportamiento se observa en la investigación de Leandro (2021) mayor estabilidad de la vitamina C en comparación con las antocianinas.

El comportamiento de tiempo de vida media ($T_{1/2}$) es para las antocianinas de 156.06 h, 90.27 h y 63.08 h y para la vitamina C es de 166.19 h, 79.97 h y 64.02 horas para las temperaturas de congelación, refrigeración y ambiente respectivamente,

observándose que a medida que la temperaturas se eleve su tiempo de vida media disminuye, igual comportamiento se observaron en bebida de maíz morado con azúcar respecto al contenido de antocianinas cuyo tiempo de vida media es de 301 min a 4°C y 150 min a 18°C (Flores-Aguilar y Flores-Rivera, 2018), en pulpa de camu camu su vida media para las antocianinas fue de 20.33 min a 70°C y 13.15 min a 90°C y para la vitamina C fue de 34.27 min a 70°C y 19.76 min a 90°C (Leandro, 2021), y en jugo de camu camu la vitamina C es de 54.14 min a 60°C y 33.48 min a 80°C (Diaz, 2018); $T_{1/2}$ es el tiempo requerido para lograr una degradación de antocianinas y vitamina C del 50% a una temperatura dada, se observa que este tiempo disminuye a medida que aumenta la temperatura lográndose mayor estabilidad cuando se almacenan a congelación, seguida de refrigeración y medio ambiente, además se observa que la vitamina C se degrada con menos velocidad que las antocianinas a temperatura de congelación y medio ambiente y sucede lo contrario con la temperatura de refrigeración; además se concluye que para que las antocianinas se reduzcan a la mitad se requiere aproximadamente 6 ½ días, 4 días y 2 ½ días y para la vitamina C 7 días, 3 ½ días y 3 días a temperatura de congelación, refrigeración y medio ambiente respectivamente.

El valor de Q_{10} de 1.33 y 1.36 se asemeja a los resultados mostrados por Barreto y Rojas (2021) en pulpa de camu camu de 1.21 a refrigeración y 1.31 a congelación; de Canahualpa y Solanto (2028) en secado de mashua negra con 1.68 para las antocianinas y de 2.04 para la vitamina C; de Paternina-Sierra et al. (2018) con valor de 1.35 en la vida útil de pasta de ajonjolí con 29% de almíbar y 1.28 con 19% de almíbar. Este valor indica que la velocidad de la reacción de deterioro se acelera en 1.33 y 1.36 veces por cada 10°C de aumento de la temperatura, o lo que es igual indicar que las antocianinas decrecen en 1.33 y la vitamina C en 1.36 por cada 10°C de aumento de la temperatura en la bebida de camu camu ya que este factor indica el número de veces que la velocidad

de la reacción se modifica cuando la temperatura aumenta 10°C (Jiménez, 2018), pero al almacenarse a bajas temperaturas se puede aumentar su vida útil en 1.33 y 1.36 de las antocianinas y vitamina C respectivamente en la bebida de camu camu.

4.4.7. Energía de activación

Los valores mostrados para la Energía de activación (E_a) de 4.44 para las antocianinas y de 4.51 para la vitamina C, son valores parecidos a los mostrados por Barreto y Rojas (2021) para la vitamina C con 3.049 Kcal/mol en pulpa de camu camu almacenado a refrigeración; a los mostrado por Díaz (2018) para la vitamina C con 6.436 Kcal/mol en jugo de camu camu durante el escaldado, para el caso de secado de mashua negra la E_a para la antocianina fue de 4.69 y para la vitamina C de 6.45 Kcal/mol (Canahualpa y Solano, 2018), y en pulpa de camu camu durante la pasteurización mostraron para las antocianinas de 5.44 Kcal/mol y para la vitamina C una energía de activación de 6.8 Kcal/mol (Leandro, 2021); este parámetro indica que cuanto mayor sea la energía de activación menor será la reacción de las sustancias en estudio y por ende mayor conservación, por lo que podemos deducir que es la vitamina C al tener un mayor valor es menor la reacción de degradación y se conserva mejor.

CONCLUSIONES

La bebida de camu camu tiene un contenido de antocianinas 2.872 mg cianidina 3-glucosido/100 g de muestra y después de 36 horas de almacenamiento es de 2.271, 2.071 y 1.803 mg cianidina 3-glucosidico/ 100 g de muestra a las temperaturas de -2.5°C, 7.5°C y 29°C; y un contenido de vitamina C de 751.0917 mg ácido ascórbico/ 100 g de muestra y después del almacenamiento es de 600.4367, 515.2838 y 460.6987 mg ácido ascórbico/ 100 g de muestra a las temperaturas de -2.5°C, 7.5°C y 29°C respectivamente.

Los parámetros fisicoquímicos de la bebida de camu camu son: °Brix 10.90 y después de 36 horas de almacenamiento fue de 10.82, 10.75 y 10.70 a las temperaturas de -2.5°C, 7.5°C y 29°C; el pH fue de 3.10 y después del almacenamiento fue de 3.69, 3.82 y 4.0 a las temperaturas de -2.5°C, 7.5°C y 29°C y la acidez titulable fue de 0.575 mg ácido cítrico/100 ml y después del almacenamiento fue de 0.494, 0.471 y 0.449 mg ácido cítrico/100 ml a las temperaturas de -2.5°C, 7.5°C y 29°C respectivamente.

Los parámetros cinéticos de las antocianinas en la bebida de camu camu son: Constante cinética de degradación $K_{-2.5^{\circ}\text{C}}=7.40254\text{E-}05 \text{ min}^{-1}$, $K_{7^{\circ}\text{C}}=0.000128 \text{ min}^{-1}$, $K_{29^{\circ}\text{C}}=0.000183 \text{ min}^{-1}$, los tiempos de reducción decimal $D_{-2.5^{\circ}\text{C}}=31105.34 \text{ min}$, $D_{7^{\circ}\text{C}}=17993.34 \text{ min}$, $D_{29^{\circ}\text{C}}=12573.94 \text{ min}$; el tiempo para reducir el 50% el contenido $T_{1/2(-2.5^{\circ}\text{C})}=156.06 \text{ h}$, $T_{1/2(7^{\circ}\text{C})}=90.27 \text{ h}$, $T_{1/2(29^{\circ}\text{C})}=63.08 \text{ h}$; el valor de $Q_{10}(-2.5-29^{\circ}\text{C})=1.33$ y la Energía de activación $E_a=4.44 \text{ Kcal/mol}$.

Los parámetros cinéticos para la vitamina C en la bebida de camu camu son: Constante cinética de degradación $K_{-2.5^{\circ}\text{C}}=6.95134\text{E-}05 \text{ min}^{-1}$, $K_{7^{\circ}\text{C}}=0.000144 \text{ min}^{-1}$, $K_{29^{\circ}\text{C}}=0.000180 \text{ min}^{-1}$, los tiempos de reducción decimal $D_{-2.5^{\circ}\text{C}}=33124.31 \text{ min}$, $D_{7^{\circ}\text{C}}=15939.98 \text{ min}$, $D_{29^{\circ}\text{C}}=12760.64 \text{ min}$; el tiempo para reducir el 50% el contenido $T_{1/2(-2.5^{\circ}\text{C})}=166.19 \text{ h}$, $T_{1/2(7^{\circ}\text{C})}=79.97 \text{ h}$, $T_{1/2(29^{\circ}\text{C})}=64.02 \text{ h}$; el valor de $Q_{10}(-2.5-29^{\circ}\text{C})=1.36$ y la Energía de activación $E_a=4.51 \text{ Kcal/mol}$.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios de cinética de degradación de antocianinas y vitamina C por efecto de la temperatura en otro tipo de bebidas y alimentos que ofrezcan cantidades significativas de estos compuestos para los consumidores.

Realizar estudios sobre el efecto del tiempo y temperaturas de almacenamiento sobre las características sensoriales de la bebida de camu camu.

Elaborar un estudio de costo beneficio para la instalación de una planta de producción de bebidas funcionales a partir de materias primas de nuestra zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo P.A., Luna J.C. y Quintero V.D. (2020). Formulación y evaluación fisicoquímica del jugo de mora (*Rubus glaucus Benth*) enriquecido con calcio y vitamina C. *Rev. Biotecnología Agro.* Vol. 18 (1). <https://doi.org/10.18684/bsaa.v18n1.1411>
- AgroPerú. (2020). Conoce las propiedades y beneficios del camu camu. Alimentación y noticias. <https://www.agroperu.pe/conoce-las-propiedades-y-beneficios-del-camu-camu/>
- Álvarez, T.M. (2021). *Efectos de la congelación y ultracongelación en la estructura y textura de frutas y vegetales: una revisión bibliográfica de datos publicados*. (Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Ambato). <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33606>
- Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., Paucar-Menacho, L.M. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dúbia*): fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. *Rev. Scientia Agropecuaria*. 7(4):433-443.
- Association of analytical Communities (AOAC). (1990). Official methods of analysis.
- Association of Official Agricultural Chemists*. 15th ed. Washington. USA.
- Barragán M., Aro J.M., Muñoz A.E. y Mendoza J. (2020). Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (*Muehlenbeckia volcánica*). *Revista Investigación altoandina*. Vol. 2(2). <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.604>
- Barragán-Condori, M., Delgado-Laima, M., Carrasco-Sauñe E. y Quispe-Gutiérrez U. (2021). Antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de frutos secos y congelados de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer. *Inf. Tecnológica*. Vol. 32(5). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000500003>
- Barreto L.A. y Rojas N.E. (2021). *Cinética de degradación del ácido ascórbico durante la conservación por refrigeración y congelación de la pulpa de camu camu (Myrciaria Dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh). (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú).

<http://hdl.handle.net/20.500.12894/7886>

Basilio-Atencio, J., Dávila-Trujillo, R. (2022). Variación de la capacidad antioxidante y Vitamina C, en el liofilizado de la fruta de camu camu (*Myrciaria dubia*). *Rev. Investig. Agropecuaria Science and Biotechnology*, 2(1), 11-22.

<http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20221.780>

Bolívar J. y Ramos J.L. (2020). *Cinética de las antocianinas en el proceso de elaboración de una bebida fermentada a base de maíz morado (Zea mays L.) variedad Kculle, Arequipa*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa).

<http://hdl.handle.net/20.500.12773/11361>

Borbor, D. (2021). Incidencia en la maduración de la fruta climatérica y no climatérica durante la poscosecha para su exportación y comercialización en el Ecuador. *Revista Caribeña de ciencias sociales*. <https://www.eumed.net/es/revistas/caribena/febrero-21/maduracion-fruta-exportacion>

Cabrera, S. (2019). *Efecto de la temperatura en el color de tres variedades de papas nativas (Solanum tuberosum), sometidas al proceso de congelación*. (Tesis de grado, Universidad Nacional José María Arguedas). <https://hdl.handle.net/20.500.14168/683>

Cabanillas, E. (2020). *Estudio de la cinética de degradación de vitamina C y color de pulpa de pitahaya (Hylocereus monacanthus) pasteurizada*. (Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán). <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6950>

Canahualpa F. y Solano E. (2018). *Estudio de la cinética de secado y degradación de las antocianinas y vitamina C de la mashua negra (Tropaeolum tuberosum)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4369>

Carías, A., Naira, D., Simons, P., Díaz V. y Barrientos J.C. (2020). *Rev. Nutr. Clin. Diet. Hosp.* Vol. 40(2):32-38. DOI: 10.12873/402carias

Castillo-Velarde E.R. (2019). Vitamina C en la salud y en la enfermedad. *Rev. Facultad de medicina human.* Vol.19(4). <http://dx.doi.org/10.25176/RFMH.v19i4.2351>

- Castro J.J., Gómez L.K. y Camargo E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*. 27(75): 140-174. DOI: <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Cervantes-Valencia, M.E., López-Valdez, N., Rojas-Lemus, M., González-Villalva, A., Morales-Ricardes, G., Bizarro-Nevares, P., Ustarroz-Cano, M., Salgado-Hernández, J.Á., Mendoza-Martínez, S., Lamas-Orozco, L.M., & Fortoul, T.I. (2024). Antioxidantes naturales y su efecto contra el estrés oxidante provocado por la contaminación por material particulado. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 67(4), 7-20. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2024.67.4.02>
- Choquemamani, J. y Jara, M. (2021). *Efecto del tratamiento térmico sobre la calidad nutritiva y sensorial de una bebida nutracéutica a base de quinua (Chenopodium quinoa), maíz morado (Zea mays) y camu camu (Myrciaria dubia)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios). <http://hdl.handle.net/20.500.14070/856>
- Copes S.P. (2022). *Evaluación y caracterización fisicoquímica, sensorial, capacidad antioxidante de néctar de camu camu (Myrciaria dubai) fortificado con hierro*. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8558>
- Cortegano, I. (2022). Manual de instrucciones para cuidar el sistema inmunitario. *Rev. periodística The conversation*. Rigor académico, oficio parodístico. <https://repisalud.isciii.es/rest/api/core/bitstreams/dbf7ac83-3a75-4d77-b6bf-a7381baf2934/content>
- Cruz, A. (2018). *Determinación de propiedades térmicas para la congelación de la pulpa de carambola (Averrhoa carambola L.), producido en la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios). <http://hdl.handle.net/20.500.14070/625>
- Dávila S.M. y Estela F.T. (2020). *Evaluación de parámetros para la aceptabilidad de néctar*

- mix de pomarroza (Syzygium malaccences) y camu camu (Myrciaria dubai)*. (Tesis de grado. Universidad Nacional de Jaén). <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/98>
- De la Rosa X.F., García I., Hernández J., Morales J. y Quiroz J. (2022). Antocianinas, propiedades funcionales y potenciales aplicaciones terapéuticas. *Rev. Boliviana de química*, 39(5): 155-163. DOI: 10.34098/2078-3949.39.5.1
- Delgado, D.L. y Sánchez, G. (2018). *Las bebidas funcionales en el consumidor peruano actual y el replanteamiento de la estrategia comercial de arca continental Lindley en base a las nuevas tendencias de consumo de bebidas*. (Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias aplicadas). <http://hdl.handle.net/10757/623508>
- Díaz, S. (2018). *Efecto del escaldado en el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C del jugo de camu camu*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3603>
- Díaz, E., Dávila Panduro S.K. y Li Loo C.A. (2020). Elaboración de refresco rehidratante con coco y camu camu de la amazonia peruana. *Journal of Agro-Industry Sciences*, 2(2): 31-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/JAIS.2020.004>
- Domínguez E. y Ordoñez E. (2014). Evaluación de la actividad antioxidante, vitamina C de zumos de cítricos de lima dulce (*Citrus limetta*), limón Tahití (*Citrus latifolia*), limón rugoso (*Citrus janbhiri Lush*) y mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) almacenados a refrigeración. *Investigación y Amazonia*. 3(1): 30 – 35. ISSN 2223-8429
- Flores-Aguilar E. y Flores-Rivera E. (2018). Estabilidad de antocianinas, fenoles totales y capacidad antioxidante de bebidas de maíz morado (*Zea mays* L.) y uña de gato (*Uncaria tomentosa* sp). *Información tecnológica*. Vol. 29(2). La Serena. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200175>
- Franco Y.N., Rojano B.A., Alzate A.F., Morales D.M. y Maldonado M.E. (2016). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y anti proliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Archivos latinoamericanos*, Vol. 6(4).

<https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/4/art-1/>

- Fuentes J., Arias-Santé M.F. y Speisky H. (2019). Compuestos bioactivos (Parte 1). Instituto de Nutrición y tecnología de los alimentos. INTA. Indualimentos: 38-40. <https://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2020/11/COMPUESTOS-BIOACTIVOS-1.pdf>
- García E., Leandro C., Pari D., Tavera Y. y Mamani M. (2022). Costo de producción de bebida isotónica elaborado del extracto del desecho agroindustrial (cáscara) del camu camu (*Myrciaria dubai* Mc. Vaugh H.B.K.). *Rev. Investigación universitaria*. Universidad Nacional de Ucayali. Vol. 12 (1): 754-765.
- García-Chacón, J.M., Marín J.C. y Osorio C. (2023). Camu camu (*Myrciaria dubia* (kunth) McVaugh): una fruta amazónica con propiedades funcionales- Una reseña. *Omega de ACS*, 8(6). <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07245>
- García-Hernández, A. y Rodríguez-Hernández, G. (2021). *Bebidas vegetales y sus aportes funcionales*. Ciencia e innovación agroalimentario. Vol. 3(1): 31-48. <https://doi.org/10.15174/cia.v3i1.33>
- Garzón, G.A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biol. Colomb.* Vol. 3(3), 27-36.
- Grandez D.E. (2021). *Cinética de degradación de las antocianinas en el secado de la cáscara de berries*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2300>
- Haro A.F., Chisag E.R., Ruiz J.P. y Caicedo J.E. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. *Latam Revista latinoamericana de ciencias sociales y humanidades*. Vol. 2 p956. DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1927>.
- Huamán D. M. y Sánchez I. (2019). *Efecto de la temperatura de almacenamiento y el tipo de acidulante en la conservación de una bebida comercial a base del extracto acuoso de maíz morado (Zea mays L.) y plantas medicinales*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4068>

- Huamani, L.L. (2024). *Elaboración de una bebida de camu camu (Myrcuarua dubia) con cushuro (Nostoc sphaericum) y su caracterización*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villareal). <https://hdl.handle.net/20.500.13084/9813>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2021). Guía técnica para el cultivo de camu camu en la amazonia del Perú. *Libro electrónico* disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/>
- Jiménez A. (2018). Determinación del factor Q para establecer la vida útil de un concentrado de fruto. (Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/45497/K%2065562%20Jim%C3%A9nez%20Herrera%2C%20Alejandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Leandro C. (2021). *Cinética de degradación térmica del ácido ascórbico y antocianinas en la pulpa de camu camu (Myrciaria dubia) durante la pasteurización*. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva). <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1996>
- León M. y Soledad B. (2020). Estudio del perfil de antocianinas en *Rubus Niveus* utilizando cromatografía líquida (HPLC) y pH diferencial. *Educab* N°, 147-156. ISSN: 1856-9587
- Mendoza-Corvis F.A., Arteaga M. y Pérez O. (2017). Degradación de la vitamina C en un producto de mango (*Mangifera Indica* L.) y lactosuero. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecuaria*. Vol. 18(1): 125-137. DOI: http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:563
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). 2023. Camu camu: un acercamiento al estado situacional y alcances del mercado. Unidad de inteligencia comercial. <https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/bitstream/handle/SSE/653/Analisis%20Mercado%20Camu%20Camu%202023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montalvo, M.L., Canteño, M.A. (2019). *Cinética de la estabilidad de vitamina C, antocianinas y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de tumbo (Pasiflora mollisima) y mashua negra (Tropaeolum tuberosum)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco). <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5733>

- Morillo-Robles C., Briones-García J.I., Segovia-Cáceres S. y Toledo-Castillo N. (2023). Degradación de los componentes químicos presentes en los alimentos por influencia de la temperatura. *Polo de conocimiento*. Vol. 8(8): 1736-1753.
- Nakilcioglu-Tas E. y Ötles S. (2020). Kinetic modelling of vitamin C losses in fresh citrus juices under different storage conditions. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Vol. 92(2). DOI 10.1590/0001-3765202020190328
- NTP (Norma Técnica Peruana). (2009). Jugos, néctares y bebidas de frutas. Requisitos. <https://es.scribd.com/document/426832568/NTP-203-110-2009-JUGOS-NECTARES-Y-BEBIDAS-DE-FRUTA>
- Núñez S. (2020). Vitamina C. Red Argentina de Centros de información de medicamentos (RACIM). <http://cime.fcq.unc.edu.ar/wp-content/uploads/sites/15/2020/09/RACIM-Vit-C-versi%C3%B3n-1-01.07.2020-1.pdf>
- Ochoa-Pachas J.M. y Yunkor-Romero Y.K. (2022). Los estudios explicativos en el campo de las ciencias sociales. *Acta jurídica peruana*, 4(1): 95-113. <http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/277>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (enero de 2024). *Brote de enfermedad por el Coronavirus (COVID-19)*. <https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronavirus-covid-19>
- Oro J. B. y Urcia S.M. (2018). *Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (Phisalis peruviana) y camu camu (Myrciaria dubia) edulcorado con Stevia*. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa). <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3085>
- Ortiz, J.M. & Medina, M. E. (2020). El estrés oxidativo ¿un asesino silencioso? *Rev. Educación química*. Vol. 31(1). 1-11. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2020.1.69709
- Panduro, A.G. (2019). *Evaluación de la estabilidad por pruebas aceleradas, de la cáscara de camu camu (Myrciaria dubia Mc Vaugh) secada por aire caliente*. (Tesis de grado,

Universidad Nacional de la Selva- Tingo María).

<https://hdl.handle.net/20.500.14292/1564>

Paredes L.A. (2023). *Estudio de prefactibilidad para implementar una planta procesadora de bebida funcional a base de camu camu y aguaymanto para exportación*. (Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo).

<http://hdl.handle.net/20.500.12423/6037>

Paternina-Sierra K., Acevedo-Correa D. y Montero-Castillo P.M. Evaluación de la vida útil de una pasta de ajonjolí azucarada mediante pruebas aceleradas. *Información tecnológica* Vol. 29(4): 3-12.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400003>

PromPerú. (2021). Camu camu: aplicaciones en la industria cosmética. Patentes de invención.

<https://recursos.exportemos.pe/boletin/informe-vigilancia-camu-camu-industria-cosmetica-reporte-innovacion-2021.pdf>

Riera M. y Gómez Y. (2019). Influencia de las condiciones de almacenamiento en la degradación de vitamina C. *Publicaciones en ciencias y tecnología*. Vol.13(2). DOI: <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.29489.53600>

Rojas V.H. (2023). *Determinación de la vida útil de la bebida simbiótica a base de pulpa de pitahaya roja (Hylocereus monacanthus) durante el almacenamiento*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). <https://hdl.handle.net/20.500.12672/19947>

Ruidíaz, J.R., Flores, J.A. (2021). *Bebida energizante a base de maca (Lepidium meyenii wlapers), camu camu (Myrciraria dúbia) y aguaymanto (Physalis peruviana) en envases de PET y de vidrio*. (Tesis de grado, Universidad del Callao). <https://hdl.handle.net/20.500.12952/6007>

San Mauro-Martín, I. y Garicano-Vilar, E. (2015). Papel de la vitamina C y los β -glucanos sobre el sistema inmunitario: revisión. *Rev. Esp. Nutr Hum Diet*. Vol. 19(4). <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.19.4.173>

Salvatierra I.M. (2019). Manual, conservación de alimentos. Instituto Nacional de Capacitación

profesional. [INACAP], sede Arica. Chile.

https://catedraalimentacioninstitucional.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/06/manual_conservacion_de_alimentos.pdf

Sánchez I. (2018). Cinética de degradación térmica de las antocianinas del néctar de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). (Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3390>

Scharff, R.A. (2021). *Elaboración de una bebida con potencial antioxidante a base de guanábana (Annona muricata), granadilla (Passiflora ligularis) y camu camu (Myrciaria dubia)*. (Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión). <http://hdl.handle.net/20.500.14067/4650>

Sepúlveda, M.M. (2022). *Dimensionamiento de cámaras de pre frío para arándanos de exportación*. (Tesis de grado, Universidad de Concepción). <https://repositorio.udec.cl/handle/11594/6068>

Soto E.C. y Barraza G.J. (2014). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad criolla roja. *Cientifi-K*. Vol. 2(2): 44-55.

Terry, V. M. (2015). Deterioro de la vitamina C en pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) pasteurizada almacenada en función del tiempo y la temperatura de almacenamiento. *Rev. Investig. Unev. Le Cordon Bleu*, 2(2), 47-58.

Ticsihua J. y Orejón T.Y. (2022). Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Revista Alfa*, Vol. 6(18). <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.175>

Torres-Álvarez C., Gutiérrez-Soto G., Almaraz-Juárez M.A., Niño-Medina G., Castillo S. y Rodríguez-Salinas A.R. (2024). Evaluación y caracterización fisicoquímica, nutraceutica, microbiológica y sensorial de una bebida formulada a partir de subproductos agroindustriales. *Tecnociencia Chihuahua*. Vol. XVIII (4). <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia>

- Ureta F. (2020). *Evaluación del contenido de vitamina C del néctar de tuna (Ficus indica L.) en anaquel en la provincia de Junín-2018*. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6673>
- Vásquez A. (2021). *Innovación tecnológica en los métodos de conservación de alimentos*. (Tesis de grado, Universidad Autónoma metropolitana).
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/26780/1/250178.pdf>
- Vásquez, E. (2018). *Caracterización morfológica del germoplasma de camu camu Myrciaria dubia (Kunth) Mc Vaugh entrada 1 (UNU), ubicado en la Universidad Nacional de Ucayali*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali).
<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3859>
- Villagrán M., Muñoz M., Díaz F., Troncoso C., Celis-Morales C. y Mardones L. (2019). Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad. *Rev. Chil. Nutri*, 46(6).
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000600800>
- Villarroel J., Sanabria N. y Pérez L. (2020). Compuestos bioactivos y degradación cinética de antocianinas en extracto de *Hibiscus sabdariffa* L. *Rev. Ciencia y tecnología Agrollanía*. Vol. 19. 18 – 24.
<http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/agrollania/article/view/961>

ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Metodología para determinar antocianinas Cuantificación de antocianinas (pH diferencial)

- Preparación de soluciones buffer

Se realizan dos soluciones buffer en base al método de pH diferencial para la determinación del contenido total de antocianinas monoméricas de AOAC.

- a) Buffer cloruro de potasio a pH 1 (0.025 M): Se pesa 1.86 gramos de cloruro de potasio y se coloca en un balón de aforo. Se añade agua destilada hasta 900 mL y se ajustó el pH con ácido clorhídrico 0.5 M hasta pH 1 (± 0.05) (aproximadamente 6.3 ml). Una vez alcanzado el pH deseado, se aforó hasta 1 L con agua destilada.
- b) Buffer de acetato de sodio a pH 4.5 (0.4 M): Se pesó 54.43 g de acetato de sodio y se coloca en un balón de aforo con 500 mL de agua. Se añadió ácido clorhídrico 0.5 M hasta alcanzar un pH 4.5 (± 0.05) (aproximadamente 20 ml). Posteriormente, se aforó la solución a 1 L con agua destilada.
HCl a 0.5 M = 21.5 ml de HCL comercial (HCl concentración 36%) en 500 ml de agua destilada.

- Medición de la absorbancia

Las muestras previamente se centrifugan (Si se tiene una centrifuga Marca Rolco 3.500 RPM velocidad 5) por 5 min a una velocidad 4.

Se prepara las fiolas de 10 ml etiquetadas correctamente con A = pH 1 y B= pH 4.5, se agrega con la Micropipetas 0.250 uL de la muestra a utilizar (es decir 0.250 uL de extracto en una fiola de 10 ml = d 40) cada muestra se agrega para la fiola A Y B para así agregar en su fiola correspondiente cada tapón de pH.

Se mide en un espectrómetro (UV 1800 de Marca Shimadzu) para pH1 se midió la absorbancia a 510 nm (longitud de onda de máxima absorción de antocianinas).

Posteriormente se midió la absorbancia a 700 nm con el fin de eliminar la absorbancia debida a la intensidad de color de pigmentos poliméricos amarronados y antocianinas degradadas. Ambas se midieron contra un blanco de agua destilada. La concentración de las antocianinas se expresó como mg cianidina-3-glucósido/100mL de extracto.

- Cálculo del contenido de antocianina mediante la fórmula siguiente

$$\Delta A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}=1} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}=4.5} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$AT \text{ (mg/L)} = \frac{\Delta A \text{ PM FD } 1000}{\epsilon \text{ l}} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

AT: Antocianinas totales

ΔA : Cambio en la absorbancia

PM: Masa molecular para cianidina-3-glucósido, 449.2 g/mol

FD: Factor de dilución

ϵ : Coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glucósido, 26900

l: Longitud de paso de celda, 1cm

1000: factor de conversión de gramos a miligramos

Se expresa como mg de cianidina-3-glucósido/100 g de muestra

Anexo 2. ANVA para los parámetros fisicoquímicos

A. Para los sólidos solubles

Tiempo	Sólidos solubles		
	(-2.5 °)	(7.5 °C)	(29 °C)
1	10.9	10.9	10.9
2	10.9	10.87	10.83
3	10.85	10.84	10.78
4	10.86	10.84	10.75
5	10.83	10.8	10.73
6	10.82	10.78	10.7
7	10.82	10.75	10.7
TOTAL	75.98	75.78	75.39
PROMEDIO	10.85	10.83	10.77

FUENTE	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Significancia
Temperatura	2	0.0257	0.0129	4.13	3.55	*
Error	18	0.0561	0.0031			
total	20	0.0818				
CV =		0.52	%			

Promedios ordenados y significancia de tukey al 0.05

Temperatura °C	Promedios ordenados	significancia
-2.5	10.85	a
7.5	10.83	a
29	10.77	b

B. Para el Ph

Tiempo	pH		
	(-2.5 °C)	(7.5 °C)	(29 °C)
1	3.1	3.1	3.1
2	3.11	3.29	3.3
3	3.18	3.41	3.58
4	3.38	3.48	3.65
5	3.53	3.57	3.72
6	3.61	3.63	3.91
7	3.69	3.82	4
TOTAL	23.6	24.3	25.26
PROMEDIO	3.37	3.47	3.61

FUENTE	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Significancia
Temperatura	2	0.1984	0.0992	1.37	3.55	n.s.
Error	18	1.3063	0.0726			
total	20	1.5047				
CV =		7.73	%			

C. Para la acidez

Tiempo	Acidez (% /100 ml)		
	(-2.5 °C)	(7.5 °C)	(29 °C)
1	0.575	0.575	0.575
2	0.564	0.551	0.555
3	0.553	0.537	0.535
4	0.54	0.519	0.514
5	0.512	0.502	0.502
6	0.505	0.484	0.469
7	0.494	0.471	0.449
TOTAL	3.743	3.639	3.599
PROMEDIO	0.54	0.52	0.51

FUENTE	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Significancia
Temperatura	2	0.0016	0.0008	0.54	3.55	n.s.
Error	18	0.0264	0.0015			
total	20	0.0280				
CV =		7.33	%			

Anexo 3. ANVA para el contenido de antocianinas y vitamina C en la bebida de camu camu

A. Para las antocianinas

Tiempo	<i>mg cianidina -3-glucosido/ 100 g</i>		
	<i>(-2.5 °C)</i>	<i>(7.5 °C)</i>	<i>(29 °C)</i>
0	2.872	2.872	2.872
6	2.605	2.605	2.471
12	2.538	2.471	2.338
18	2.405	2.338	2.204
24	2.404	2.271	2.071
30	2.338	2.137	1.87
36	2.271	2.071	1.803
TOTAL	17.433	16.765	15.629
PROMEDIO	0.54	0.52	0.51

FUENTE	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Significancia
Temperatura	2	0.2375	0.1188	1.39	3.55	n.s.
Error	18	1.5348	0.0853			
total	20	1.7723				
CV =		12.31	%			

B. Para la vitamina C

Tiempo	<i>mg ácido ascórbico/100 g</i>		
	<i>(-2.5 °C)</i>	<i>(7.5 °C)</i>	<i>(29 °C)</i>
0	751.0917	751.0917	751.0917
6	683.4061	672.4891	637.5546
12	661.5721	628.821	591.7031
18	648.4716	600.4367	561.1354
24	633.1878	569.869	526.2009
30	617.9039	543.6681	486.8996
36	600.4367	515.2838	460.6987
TOTAL	4596.070	4281.659	4015.284
PROMEDIO	656.581	611.665	573.611

FUENTE	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Significancia
Temperatura	2	24148.6805	12074.3402	1.93	3.55	n.s.
Error	18	112744.3903	6263.5772			
total	20	136893.0708				
CV =		12.31	%			

Anexo 4. Datos para la determinación de antocianinas

Temperatura de congelación -2.5 °C

TIEMPO (h)	pH 1			pH 4.5			AF	CONCENTRACIÓN (mg cianidina - 3 - glucósido/100 g muestra)
	A520 nm	A700 nm	A520 nm - A700 nm	A520 nm	A700 nm	A520 nm - A700 nm		
0	0.4523	0.1743	0.2780	0.3535	0.0798	0.2737	0.0043	0.086000
6	0.4456	0.1833	0.2623	0.3443	0.0859	0.2584	0.0039	0.078000
12	0.4234	0.1619	0.2615	0.3342	0.0765	0.2577	0.0038	0.076000
18	0.4074	0.1663	0.2411	0.3278	0.0903	0.2375	0.0036	0.072000
24	0.3856	0.1471	0.2385	0.3167	0.0818	0.2349	0.0036	0.072000
30	0.3658	0.1313	0.2345	0.3045	0.0735	0.2310	0.0035	0.070000
36	0.3567	0.1247	0.2320	0.2967	0.0681	0.2286	0.0034	0.068000

Temperatura de refrigeración 7.5°C

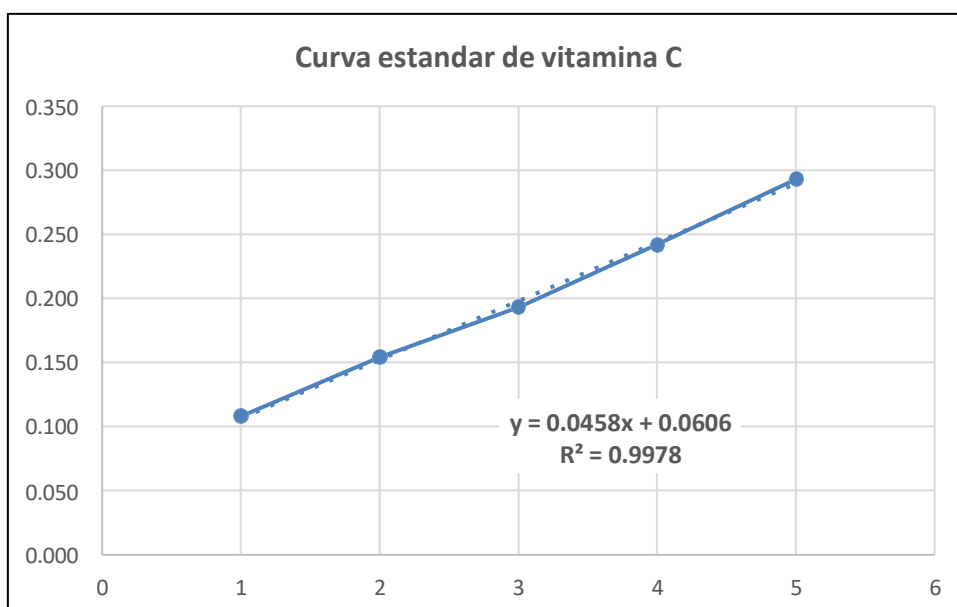
TIEMPO (HORAS)	PH 1			PH 4.5			AF	CONCENTRACIÓN (mg cianidina - 3 - glucósido/100 g muestra)
	A520 nm	A700 nm	A520 nm - A700 nm	A520 nm	A700 nm	A520 nm - A700 nm		
0	0.4523	0.1743	0.2780	0.3535	0.0798	0.2737	0.0043	0.086000
6	0.4235	0.1721	0.2514	0.3356	0.0881	0.2475	0.0039	0.078000
12	0.4144	0.1709	0.2435	0.3245	0.0847	0.2398	0.0037	0.074000
18	0.4098	0.1764	0.2334	0.3042	0.0743	0.2299	0.0035	0.070000
24	0.3956	0.1642	0.2314	0.2835	0.0555	0.2280	0.0034	0.068000
30	0.3845	0.1631	0.2214	0.2653	0.0471	0.2182	0.0032	0.064000
36	0.3736	0.1613	0.2123	0.2412	0.0320	0.2092	0.0031	0.062000

Temperatura ambiente 29°C

TIEMPO (HORAS)	PH 1			PH 4.5			AF	CONCENTRACIÓN (mg cianidina - 3 - glucósido/100 g muestra)
	A520 nm	A700 nm	A520 nm - A700 nm	A520 nm	A700 nm	A520 nm - A700 nm		
0	0.4523	0.1743	0.2780	0.3535	0.0798	0.2737	0.0043	0.086000
6	0.4245	0.1811	0.2434	0.3156	0.0759	0.2397	0.0037	0.074000
12	0.4085	0.1740	0.2345	0.2946	0.0636	0.2310	0.0035	0.070000
18	0.3853	0.1608	0.2245	0.2745	0.0533	0.2212	0.0033	0.066000
24	0.3774	0.1651	0.2123	0.2567	0.0475	0.2092	0.0031	0.062000
30	0.3545	0.1532	0.2013	0.2326	0.0341	0.1985	0.0028	0.056000
36	0.3145	0.1211	0.1934	0.2167	0.0260	0.1907	0.0027	0.054000

ANEXO 5: Datos y determinación de la curva patrón de la vitamina C

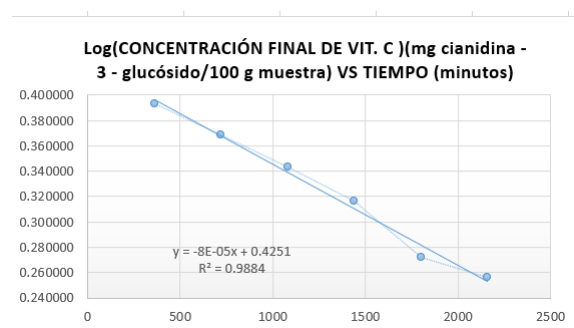
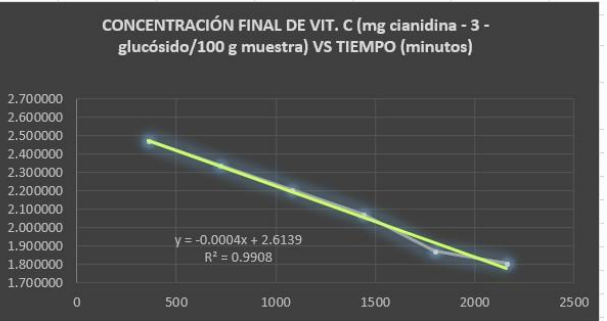
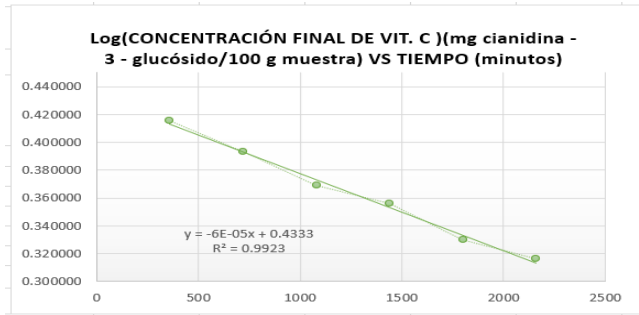
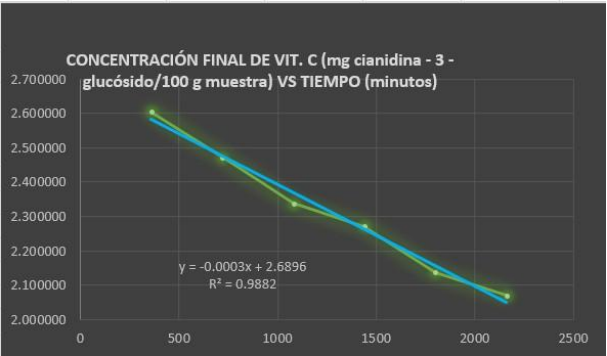
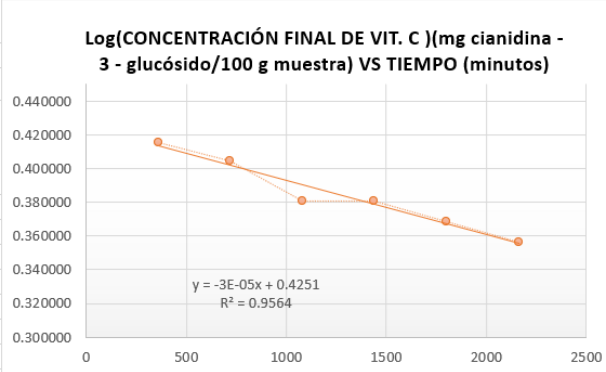
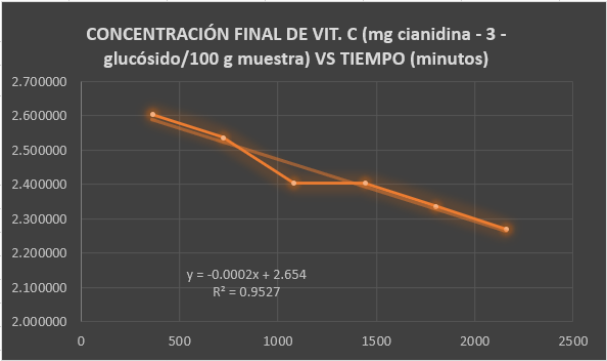
		X	Y
L1	L2	CONCENTRACIÓN (mg de Ácido Ascórbico/100 ml de muestra)	L1 - L2
0.306	0.198	1	0.108
0.305	0.151	2	0.154
0.304	0.111	3	0.193
0.303	0.061	4	0.242
0.304	0.011	5	0.293



Anexo 6. Datos para determinar la reacción de orden cero y uno del contenido de antocianinas y de vitamina C a las diferentes temperaturas de almacenamiento

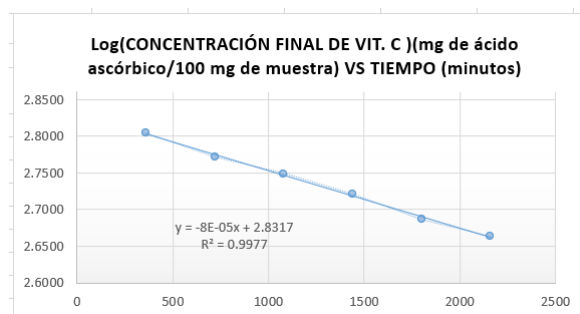
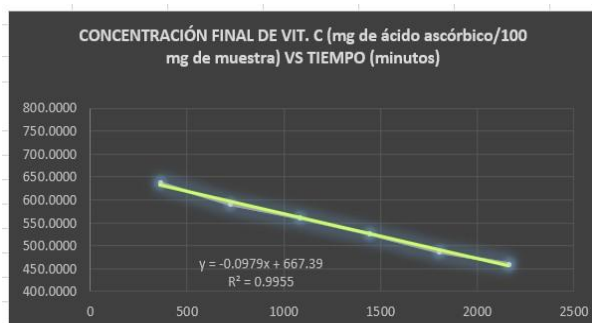
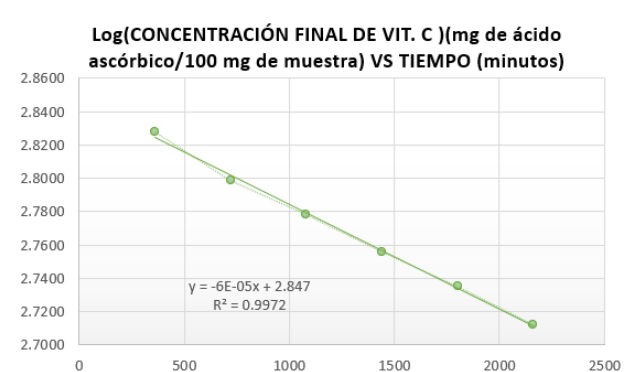
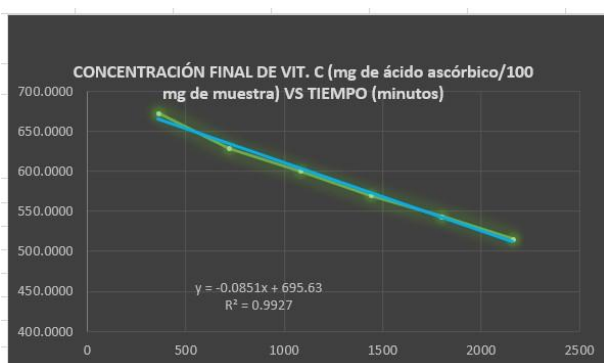
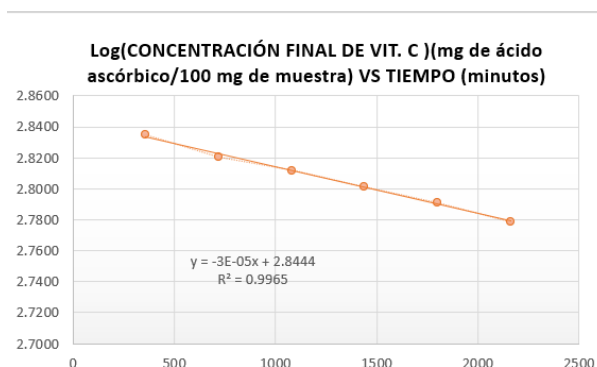
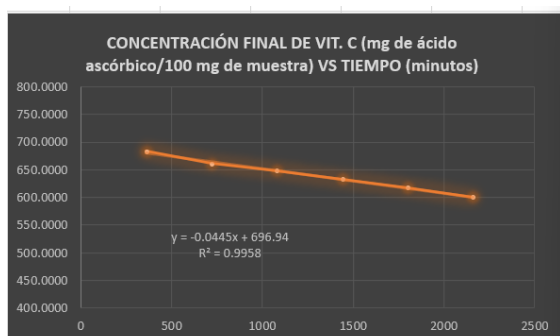
Para las antocianinas

Tiempo minutos	Congelación -2.5°C	Refrigeración 7.5°C	Ambiente 29°C
360	0.957442665	0.957442665	0.904798931
720	0.931467178	0.904798931	0.84922908
1080	0.877399957	0.84922908	0.79038858
1440	0.877399957	0.820241543	0.727868223
1800	0.84922908	0.759616921	0.626085529
2160	0.820241543	0.727868223	0.589717884



Para la vitamina C

Tiempo minutos	Congelación - 2.5°C	Refrigeración 7.5°C	Ambiente 29°C
360	6.5271	6.5110	6.4576
720	6.4946	6.4438	6.3830
1080	6.4746	6.3977	6.3300
1440	6.4508	6.3454	6.2657
1800	6.4263	6.2983	6.1881
2160	6.3977	6.2447	6.1327



Anexo 7. Fotografías de la investigación



Recepción de la materia prima y desinfección



Elaboración de la bebida de camu camu



Tamizado y estandarizado de la bebida



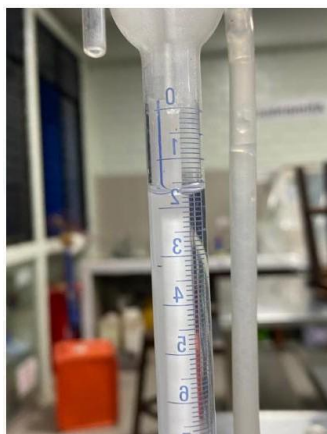
Envasado de la bebida de camu camu



Preparación de los reactivos para determinar vitamina C



Estandarizando las soluciones buffer para determinar antocianinas



Análisis fisicoquímicos a la bebida de camu camu



Cuantificación de antocianinas



Determinación de vitamina C en bebida de camu camu