

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

Vida útil de pulpa de *Tropaeolum tuberosum* “mashua negra” envasados en polietileno, Ayacucho - 2023.

Para optar el título profesional de:

BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:

Bach. Deysi Erica LLOCLLA QUISPE

ASESORA:

Dra. Vidalina ANDÍA AYME

COASESOR:

Dr. Gilmar PEÑA ROJAS

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres Aurelia y Víctor, cuyos sacrificios y esfuerzos incansables me han permitido llegar hasta aquí, brindándome fuerzas y la motivación necesaria para superar los obstáculos y alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emblemática y alma máter de generaciones por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y cada uno de los docentes, por sus enseñanzas y orientaciones para ser excelentes profesionales.

A mi asesora la Dra. Vidalina Andia Ayme por su asesoramiento, apoyo incondicional y confianza en mi capacidad para realizar el presente trabajo de investigación.

Al Dr. Gilmar Peña Rojas quien me brindó su apoyo y sugerencias para mejorar la calidad de esta investigación.

A los miembros de la comisión revisora: Dr. Raúl Antonio Mamami Aycachi, Dr. José Alarcón Guerrero y el Ing. Percy Fermín Velásquez Ccosi, quienes me brindaron sugerencias para el desarrollo de mi trabajo de investigación.

A mis compañeros de investigación y amigos, Rosario y Brayan, les agradezco su apoyo incondicional y motivación para realizar este trabajo.

Este trabajo fue financiado por el CONCYTEC – PROCIENCIA en el marco de la convocatoria E041-2022-02, Contrato N° PE501079538-2022 que ha sido fundamental para la ejecución de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1 <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua”	6
2.2.2 Descripción botánica	6
2.2.3 Morfotipos de mashua	7
2.2.4 Composición química y nutricional	8
2.2.5 Pulpa	9
2.2.6 Fundamentación legal de la pulpa	10
2.2.7 Deterioro de la pulpa	10
2.2.8 Aditivos alimentarios	10
2.2.9 Polietileno	11
2.2.10 Vida útil de los alimentos	12
2.2.11 Estudio de vida útil de los alimentos.	12
2.2.12 Congelación de los alimentos	13
2.2.13 Modelos para determinar la vida útil	13
2.2.14 Modelo para la degradación cinética	14
2.2.15 Estudios acelerados para la estimación de la vida útil	14
2.2.16 Parámetro fisicoquímico	16
2.2.17 Parámetro microbiológico	16
2.2.18 Parámetro sensorial	17
2.3 Marco conceptual	18
2.4 Marco legal	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20

3.1.	Ubicación de lugar de estudio	20
3.2.	Población y muestra	20
3.3.	Metodología para realizar la parte experimental	21
3.3.2	Análisis fisicoquímico	24
3.3.3	Evaluación sensorial	24
3.3.4	Análisis microbiológico	24
3.3.5	Diseño estadístico	26
3.3.6	Análisis estadístico	26
IV.	RESULTADOS	27
V.	DISCUSIÓN	41
VI.	CONCLUSIONES	45
VII.	RECOMENDACIONES	46
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica de la mashua	6
Tabla 2. Variedad de mashua	7
Tabla 3. Morfotipos de <i>Tropaeolum tuberosum</i>	8
Tabla 4. Composición química de la mashua (100gramos)	9
Tabla 5. Características microbiológicas de la pulpa congelada	17
Tabla 6. Coeficientes de las características y atributos sensoriales.	18
Tabla 7. Promedios del parámetro Físicoquímico de pH obtenidos durante la experimentación de la pulpa de mashua negra.	28
Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro pH de la pulpa de mashua negra en refrigeración y congelación.	29
Tabla 9. Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, para las medias del pH de la pulpa en relación a las temperaturas de (-18°C) y (5°C).	29
Tabla 10. Datos promedios del parámetro Físicoquímico de sólidos solubles (°brix) obtenidos durante la experimentación de la pulpa de mashua negra.	30
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de mashua negra en refrigeración y congelación.	31
Tabla 12. Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, análisis de medias de sólidos solubles (°Brix) de pulpa en relación a las temperaturas de (18°C) y (5°C).	31
Tabla 13. Promedios de recuento microbiológico de mohos y levaduras obtenidos durante experimentación de la pulpa de mashua negra.	32
Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro microbiológico de mohos y levaduras de la pulpa de mashua negra en refrigeración y congelación.	33
Tabla 15. Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, análisis de medias mohos y levaduras de la pulpa de mashua negra en relación a las temperaturas de (-18°C) y (5°C).	33

Tabla 16.	Datos promedios de la escala hedónica en relación a los atributos de color, olor, sabor, textura e impresión general de la pulpa de mashua negra.	34
Tabla 17.	Intervalo de puntuación en relación a los atributos de la pulpa de mashua.	35
Tabla 18.	Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro sensorial de pulpa de mashua negra en temperatura de refrigeración y congelación.	35
Tabla 19.	Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, análisis de agrupación de medias de intervalos de calificación de los catadores frente a la pulpa de mashua negra en temperaturas de (-18°C) y (5°C).	36
Tabla 20.	Regresión lineal de la pulpa de mashua negra con sorbato para las temperaturas de 5°C y - 18 °C	37
Tabla 21.	Regresión lineal de la pulpa sin sorbato para las temperaturas de 5°C y - 18 °C.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Curva de desarrollo de cinética de orden cero	15
Figura 2. Curva de desarrollo de cinética de primer orden.	16
Figura 3. Flujograma de la obtención de la pulpa de mashua	23
Figura 4. Regresión lineal para $1/T(K^{-1})$ vs $\ln(K)$ recuento de mohos y levaduras en pulpa de mashua negra con sorbato.	38
Figura 5. Regresión lineal para $1/T(K^{-1})$ vs $\ln(K)$ recuento de mohos y levaduras en pulpa de mashua negra sin sorbato.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Certificado de identificación taxonómica de <i>Tropaeolum tuberosum</i> Ayacucho – 2023.	53
Anexo 2. <i>Tropaeolum tuberosum</i> “mashua negra” proveniente del distrito de Chungui de la provincia La Mar y departamento de Ayacucho	54
Anexo 3. Procedimiento de la elaboración de la pulpa de mashua negra en los Laboratorio de Biología Celular y Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas. Ayacucho – 2023.	55
Anexo 4. Determinación del pH en la pulpa de mashua negra envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.	56
Anexo 5. Determinación de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de mashua negra envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.	56
Anexo 6. Protocolo de siembra de la muestra de pulpa de mashua negra en medios Petrifilm para coliformes totales, <i>Escherichia coli</i> , Salmonella, mohos y levaduras, Ayacucho – 2023.	57
Anexo 7. Evaluación de los indicadores organolépticos como el color, sabor, olor y textura de la pulpa de mashua negra envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.	58
Anexo 8. Orden de reacción cinética de mohos y levaduras para la temperatura de refrigeración (5°C), Ayacucho – 2023.	59
Anexo 9. Orden de reacción cinética de mohos y levaduras para la temperatura de congelación (-18° C), Ayacucho – 2023.	61
Anexo 10. Orden de reacción cinética del pH para la temperatura de refrigeración (5°C), Ayacucho – 2023.	63
Anexo 11. Orden de reacción cinética del pH para la temperatura de congelación (-18°C), Ayacucho – 2023.	65
Anexo 12. Orden de reacción cinética de solidos solubles(°Brix) para la temperatura de refrigeración (5°C), Ayacucho – 2023.	67
Anexo 13. Orden de reacción cinética de solidos solubles(°Brix) para la temperatura de congelación (-18°C), Ayacucho – 2023.	69
Anexo 14. Matriz de consistencia	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el tiempo de vida útil de la pulpa de *Tropaeolum tuberosum* "mashua negra" almacenadas en temperatura de congelación y refrigeración, se desarrolló en los Laboratorios de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La pulpa de mashua fue preparada de manera artesanal siendo envasadas en 110 bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD) en cantidades de 200 gramos por cada bolsa y almacenados a en diferentes temperaturas: refrigeración (5°C) y de congelación (-18 °C). Se realizó un análisis de los parámetros fisicoquímico, microbiológico y sensorial cada 7 días durante dos meses. El estudio mostró que los parámetros que se estudiaron como indicadores de vida útil, variaron con respecto al tiempo de almacenamiento. El pH y sólidos solubles (°Brix) variaron significativamente ($p \leq 0,05$) durante el periodo de almacenamiento. Para el análisis sensorial se trabajó con un panel degustador quienes reportaron diferencias en cuanto al color, olor, sabor y textura de la pulpa de mashua. El recuento microbiológico de mohos y levaduras determinó que la pulpa de mashua negra congelada presento $< 10^2$ UFC, cumpliendo con los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad de Alimentos. Así mismo utilizando el modelo matemático de degradación cinética de Arrhenius se determinó que el tiempo de vida útil de la pulpa de mashua negra sin conservante a una temperatura de 21 °C que fue 100 días y para la pulpa de mashua negra con sorbato de potasio siendo 541 días. Concluyendo que los parámetros evaluados a temperatura de congelación (-18 °C) conservan mejor la pulpa de mashua negra en comparación a la temperatura de refrigeración (5°C).

Palabras claves: *Tropaeolum tuberosum*, vida útil, pulpa, sólidos solubles °Brix, pH, mohos, levaduras, temperaturas, cinética de Arrhenius.

I. INTRODUCCION

La vida útil es el período de tiempo transcurrido entre la preparación y la aparición de alteraciones microbiológicas, sensoriales y fisicoquímicas que pueden provocar el rechazo del alimento por parte del consumidor (Terán, 2023). Para ello es necesario reunir la información necesaria en un período de tiempo relativamente corto para determinar la vida útil de los alimentos. Un producto está determinado por su naturaleza, pero también depende de otros elementos, incluida la exposición del alimento a procedimientos higiénicos y de conservación, su embalaje y las condiciones de almacenamiento como la humedad y la temperatura. En el caso de alimentos frescos con una vida útil corta, como frutas, jugos de frutas y pulpas de frutas, la vida útil está determinada por procesos de descomposición acelerados o por la exposición de los alimentos a condiciones de almacenamiento controladas (Armijo, 2020).

La mashua negra es un tubérculo con múltiples beneficios para la salud humana y alto valor nutritivo; en nuestro país se consume en poca cantidad debido al sabor picante y amargo que presenta que se debe a los glucosinolatos a quien se le atribuye las propiedades nutricionales y farmacéuticas. A pesar de todas las ventajas que ofrece este tubérculo, resulta poco práctico, ya que su consumo requiere un proceso largo que conlleva pérdidas. Además, se trata de un tubérculo semicomercial, lo que encarece su precio de mercado en los meses en los que no se produce. Por lo que elaborar un producto derivado de este tubérculo como la pulpa de mashua envasada en polietileno sería una gran solución a estos problemas, que las pulpas tienden a conservarse mejor y por más tiempo, no producen mermas y son de uso instantáneo (Dilas & Ascurra, 2020).

La pulpa de mashua negra es un producto carnosos y comestible, obtenidos mediante procedimientos apropiados como despulpado, tamizado y pasteurización. Esto se ajusta a los buenos principios de elaboración, que establecen que la pulpa tenga características propias del tubérculo como olor, sabor y color (Armijo, 2020).

En la siguiente investigación se elaboró la pulpa de mashua negra que fue almacenada a temperatura de congelación así como para comparar que temperatura es la más óptima para su conservación y determinar la vida útil.

Por esta razón en el presente trabajo de tesis se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Determinar el tiempo de vida útil de la pulpa de mashua negra envasados en bolsas de polietileno, almacenados en temperatura de refrigeración y congelación.

Objetivos específicos

- Establecer el proceso para la obtención de la pulpa de mashua negra
- Determinar el análisis fisicoquímico de la pulpa de mashua negra envasados en bolsas de polietileno, almacenados en temperatura de refrigeración y congelación.
- Determinar el análisis microbiológico de la pulpa de mashua negra envasados en bolsas de polietileno, almacenados en temperatura de refrigeración y congelación.
- Determinar el análisis sensorial de la pulpa de mashua negra envasados en bolsas de polietileno, almacenados en temperatura de refrigeración y congelación.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Morgado et al. (2019) determinaron la vida útil de la pulpa de *Araticum* congelada en dos tipos de procesos de envasado al vacío y no envasadas al vacío, los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y los promedios fueron comparados por la prueba de Tukey, además demostraron que no es necesario el uso de envase al vacío para congelar y almacenar la pulpa de *Araticum* durante 402 días a una temperatura de -18°C .

Mercado et al. (2016) reportaron que el tiempo de vida útil del anaquel se acortó al utilizar temperaturas de almacenamiento de congelación y los resultados mostraron que la vida del anaquel a una temperatura de -28°C se estimó en 645 días para la pulpa de fresa y mientras que para las fresas enteras fue 430 días.

Arteaga (2015) demostró que la pulpa de palta pasteurizada presenta mayor vida útil, no presentó crecimiento de microorganismos como aerobios mesófilos, mohos y levaduras; entre el día 15 presentó 0.37 aerobios mesófilos 0.38 mohos y levaduras. Treinta jueces participaron en el análisis sensorial, quienes demostraron que la pulpa de aguacate pasteurizada era la mejor muestra en comparación de la pulpa de aguacate sin pasteurizar, donde le otorgaron al producto un índice de aceptación del 63,3%. Se determinó un producto inocuo con un mayor tiempo de vida útil de 130 días, asegurando así la salud del consumidor.

Ochoa & Guerrero (2012) demostraron que la temperatura y el tiempo de almacenamiento son factores significativos ($P < 0,05$) que afectan en la pérdida de peso, textura y la actividad de la polifenoloxidasa en la cáscara de la tûna. La cantidad de compuestos fenólicos, la actividad de la pectinesterasa y la actividad antioxidante en la pulpa no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$). En

cambio, se observó un aumento significativo en la actividad antioxidante de con el tiempo. El estudio determinó que las bajas temperaturas ayudan a aumentar la vida útil de la tuna roja, manteniendo las características propias hasta el día 28 de almacenamiento.

Mejía et al. (2006) reportaron que la pulpa de Arazá se conservó con buenas características sensoriales durante el primer mes de almacenamiento en la temperatura de congelación, por otro lado, se observaron cambios significativos en la textura y el ácido ascórbico durante el tiempo de almacenamiento. El contenido fenólico total, los carotenoides y la actividad antioxidante se mantuvieron constantes y sin cambio durante el proceso de evaluación. Se considera que este fruto es una excelente fuente de compuestos con poder antioxidante, de acuerdo a la técnica del β -caroteno, para la prolongación de la vida útil de la pulpa de arazá fue de 80 días.

Terán (2023) determinó que la pulpa de piña se conserva mejor a 4°C que a 15°C, y el conservante más óptimo para prolongar la vida útil de la pulpa de piña fue el benzoato de sodio al 0,05 %. Con el uso de Minitab-18, se realizó el ANOVA al 95% de confianza y las comparaciones múltiples de Tukey determinando que el tiempo de vida útil de la pulpa fue 60 días.

Palacios (2022) reportó que la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) a 10°C, sin conservantes presentó como tiempo de vida útil 43,83 horas, utilizando el modelo matemático de la ecuación de Gompertz junto con un modelo matemático de la ecuación de Arrhenius, En el análisis físico químico se obtuvo una humedad de 84,9 % y 4,07 de acidez, pH 2,9, 13,1 de °Brix y un contenido de vitamina C de 19,09 mg/100g y en el análisis sensorial de la pulpa en los atributos de color, sabor y olor, presentaron mayor grado de aceptabilidad por los catadores.

Camayo et al. (2020) demostró que la compota de zapallo elaborada con 0,15 por ciento es considerado como el tratamiento más óptimo, con una calificación de me gusta, para las cualidades sensoriales de la compota de sabor, textura, color y apariencia en general (3,80 a 4,13 puntos), asociada a la presencia de 82,45% de humedad, 5,0 pH y 17 °Brix y sin presencia de microorganismos indicadores como mohos, levaduras y coliformes. La relación entre la temperatura y la viscosidad se comparó utilizando la ecuación de Arrhenius, que mostró que a medida que aumentaba la temperatura, la viscosidad disminuía. Finalmente, la vida útil

estimada de la compota a 20 °C fue 125 días, 30 °C fue de 75 y 40 °C fue de 45 días respectivamente.

Salazar et al. (2018) demostraron que la pulpa de camote en los parámetros de acidez y pH no presentaron diferencias significativas, el parámetro microbiológico permitió confirmar la ausencia de microorganismos como levaduras, mohos y *E. coli* lo cual está de acuerdo con las normativas para este tipo de productos. La evaluación organoléptica permitió elegir el tratamiento más adecuado en base al atributo de aceptabilidad, que corresponde al 45 % de pulpa de naranjilla y el 6% de la pulpa de camote. Estableciéndose la vida útil del producto en un periodo de 6 meses.

Cárdenas (2012) reportó que el proceso de congelación óptimo para pulpa de lucma basado en la inactivación microbiológica y conservación de los parámetros sensoriales fue a -42,5 °C, conservando mayor cantidad de Vit C (2,892 mg/100g). La evaluación microbiológica de la pulpa de lucma que fueron almacenadas en congelación por inmersión en nitrógeno líquido a -196°C y congeladas a -42,5 °C cumplieron con los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inoculación de alimentos y bebidas humanas. Determinando el tiempo de vida útil en 8 meses.

2.2. Bases teóricas

Tropaeolum tuberosum “mashua”

Origen

La mashua es un tubérculo originario del Perú que ha sido cultivado desde épocas antiguas, a una altitud de 3000 msnm. Se han encontrado antecedentes de cultivo en sitios arqueológicos, como la cultura Wari, cuyos habitantes representaron la mashua mediante figuras en su arte textil de manera naturalista. Es posible que en Puno alrededor del lago Titicaca, este tubérculo pudo haber tenido su centro de domesticación al igual que la papa (Beltrán, 2014). La mashua es un cultivo nativo rustico que se adapta a suelos pobres y rocosas, resistentes a plagas, fitonemátodos e insectos que crece entre altitudes 2400 a 4300 msnm, pero generalmente entre 300 a 3800 msnm.(Grau, 2003) y a temperaturas bajas de 8 a 11°C (Manrique et al., 2013).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la mashua

División	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Super Orden	Dicifloras
Orden	Geraniales
Suborden	Geraniines
Familia	Tropaeolaceae
Genero	Tropaeolum
Especie	<i>Tropaeolum Tuberosum</i>

Fuente: Ruiz & Ascurra (2020)

Descripción botánica

La mashua es una planta herbácea de tallos cilíndricos y tallos rastreros que se desarrolla verticalmente cuando es una planta de tallos postrados y débiles con follaje compacto en la madurez. Esto le permite competir con las malas hierbas. Las hojas son alternas, de 3-5 lóbulos, con nervaduras pronunciadas. Las flores son solitarias de diferentes colores que van de anaranjadas o rojizas, el número de estambres es variable puede ser de 8-13.

Las floraciones pueden durar entre 9 a 15 días y el fruto produce gran cantidad de semillas botánicas por presentar una estructura de esquizocarpo. Generalmente los tubérculos, son semejantes a otro tubérculo como la oca, pero diferentes debido a que tiene yemas profundas, forma cónica alargada, y una variedad de morfotipos de colores como gris, rojizo, morado, negro, blanco y amarillo, también suelen tener rayas cortas o pintas, moradas o púrpuras, y una concentración de yemas en la parte distal del tubérculo. La mashua es un tubérculo que presenta un sabor fuerte, agriado y de textura arenosa que lo hace menos gustoso que la oca (Beltrán, 2014).

Variedades de mashua

Existen alrededor de 100 variedades de mashua que han sido registrados. En la actualidad no se encuentran investigaciones sobre las variaciones de la mashua, Aunque la diversidad de morfotipos de la mashua es menor que la oca y el olluco, se han encontrado variaciones en el color del tubérculo y forma de las yemas y color de la pulpa (Torres & Maily, 2017).

Tabla 2. *Variedad de mashua*

Variedad	color
Occeaño	Plomizo
Yanaaño	Negrusco
Pucañaño	Rojizo
Muruaño	Morado
Checcheaño	Gris
Zapallo año	Amarillo
Yuracaño	Blanco

Fuente: Beltrán (2014).

Morfotipos de mashua

La región de Ayacucho es poseedora de una gran diversidad de este tubérculo, debido a ello en la provincia de Cangallo se realizó un estudio de caracterización

morfológica de mashua, determinando 160 morfotipos diferentes agrupados en 6 grupos Peña et al., (2022).

Tabla 3. *Morfotipos de Tropaeolum tuberosum*

GRUPO	MORFOTIPO	CARACTERISTICAS IMPORTANTES
I y II	23	Colección de color marrón y negro en su mayoría
III	119	Tienen forma cónico y cónico fusiforme, con manchas en los ojos y aquellas que tienen manchas en forma de bandas y puntos
IV	14	Color secundario en la superficie del tubérculo, la coloración (rojo y rojo purpura) y, variable en su forma
V	3	Presenta pigmentación en la nervadura de las hojas
VI	1	Tiene una coloración de rojo purpura y de ojos muy profundos

Fuente: Peña et al., (2022)

Composición química y nutricional

Presentan un alto valor nutricional, contienen gran cantidad de fósforo, calcio y hierro, además un alto valor nutricional en proteínas, carbohidratos, fibra, antocianinas y calorías que posee propiedades terapéuticas debido al colágeno del cuerpo lo que facilita su síntesis, previene que los antioxidantes perjudiquen el tejido conjuntivo, causando inflamación o alergias, y fortalecen los capilares y la microcirculación ocular. La mashua aporta un promedio de 9 mil unidades de antioxidantes, lo que lo convierte en una excelente opción para proteger el corazón y regular la circulación en nuestro cuerpo. La mashua presenta aproximadamente 18% de proteína que varía mucho según la variedad (Arteaga et al., 2022). Presenta minerales como K, Fe, P, Mn, Cu y Zn, y betacarotenos. Su almacenamiento incrementa su dulzura debido a la hidrólisis de los almidones en azúcares más pequeños. El componente principal entre las tropeoláceas son los

compuestos denominados glucosinolatos, a quien se le atribuye los usos médicos (Beltrán, 2014) .

Tabla 4. Composición química de la mashua (100gramos)

Elementos	UNALM (2019)	Del Águila (2018)	Ruiz & Pavón (2018)
Valor Energético	52,0kcal	76 kcal	4,19 - 4,64%
Humedad	86%	80%	85%
Proteínas	1,6g	9,17%	6,9 - 15,7%
Grasas	0,6g	0,7%	0,004%
Carbohidratos	11,6g	75,40%	69,7 - 79,5 %
Fibra	0,8g	5,86%	0,70%
Cenizas	0,8g	0,80%	4 - 6,5%
Calcio	7g	0,006	0,006
Potasio	-	1,99%	1,99%
Hierro	1,2g	0,42%	0,42%
Fosforo	42g	0,32%	0,32%
Magnesio	-	0,11%	0,11%
Manganeso	-	7,00%	7,00%
Zinc	-	48,00%	48,00%
Sodio	-	0,04%	0,04%
Cobre	-	9,00%	9,00%
Tiamina	0,06g	-	-
Riboflavina	0,08g	-	-
Niacina	0,6mg	-	-
Almidón %	-	46,96%	20,01 - 79,46 %
Azucares Totales %	-	42,81%	6,77 - 55,23%

Fuente: Arteaga et al., (2022)

Pulpa

Producto carnoso, nutritivo y comestible sin fermentar, obtenido mediante procedimientos adecuados, como el despulpado, el tamizado y la pasteurización. Posee propiedades en cantidades mínimas de proteínas, grasas, carbohidratos, y diversos minerales como sodio, fósforo y hierro, entre otros. También contiene vitaminas que aportan nutrientes al cuerpo humano , como las vitaminas A, B y C. Otros factores importantes incluyen los sólidos solubles °Brix que se encuentra

entre 16 a 17 ° Brix, su a_w oscila entre el 78 % y el 82 %, y un pH de 3,8 y 4 (Armijo, 2020) .

Fundamentación legal de la pulpa

La pulpa de fruta según el Codex Alimentarios se define como un producto pastoso que se consigue mediante la descomposición y tamizado de la parte comestible de fruta madura, sana y limpia que además no se diluye, ni se fermenta. Son similares al color, olor y sabor de la fruta fresca de la que se obtuvo. Además, no debe contener ningún material innecesario sin embargo, Se recomienda el uso de antioxidantes en cantidades de 500 mg/kg y conservantes como el sorbato de potasio en cantidades de 100 mg / kg (Andaluz, 2007) .

Deterioro de la pulpa

Las levaduras, los mohos y los coliformes totales son microorganismos que pueden causar enfermedades en los seres humanos y pueden estar implicados en el proceso de degradación de la pulpa. Estos aparecen en la pulpa en forma de mucosidad, acidez, pegajosidad y decoloración verde, lo que acelera la degradación bacteriana del producto (Rodríguez, 2017).

Los factores que definen el deterioro de ciertos productos como las pulpas, son su contenido nutricional, alto contenido de carbohidratos, (a_w) y bajo pH. La degradación de los productos es causada principalmente por microorganismos como mohos, levaduras y bacterias lácticas como *Lactobacillus* los cuales son capaces de soportar la baja a_w de estos productos, su pH y su alto contenido de azúcar como los monosacaridos (García et al., 2004).

Aditivos alimentarios

Los aditivos ayudan a retrasar cambios indeseables que pueden sufrir los alimentos; estos cambios pueden ser causados por simples reacciones químicas microorganismos o enzimas alimentarias. También se pueden utilizar conservantes , neutralizadores , estabilizadores o antioxidantes para prevenir la oxidación y propagación microbiana (Andaluz, 2007).

Sustancias conservadoras

Sustancias que prolongan la vida útil de los alimentos protegiéndolos del deterioro ocasionado por microorganismos. Históricamente muchas sustancias han sido utilizadas como conservadores de alimentos, los cuales a través del tiempo han surgiendo nuevos con mejor actividad hacia los microorganismos, en cambio

muchos ocasionan una toxicidad para la salud del ser humano (Terán, 2023). Hay varias razones por las que algunos conservantes son más usados que otros estas incluyen su nivel de toxicidad y su acción muy limitada sobre los microorganismos e incluso el hecho de que algunos de ellos pueden alterar ciertas características como el aroma o sabor (Villada, 2010).

Sorbatos y benzoatos: En los alimentos los conservantes más utilizados es el sorbato y benzoato que son aditivos químicos que sirven para conservar e inhibir el crecimiento y desarrollo de microorganismos incluyendo bacterias, levaduras y hongos (Villada, 2010).

- **Sorbato de Potasio ($C_6H_7O_2K$):** Utilizado en una variedad de aplicaciones, como productos alimenticios y artículos de cuidado personal, este suave conservante actúa principalmente contra levaduras y hongos. Se utiliza principalmente en ácido láctico, compotas, pulpas, jaleas y pan centenario (Villada, 2010). Su característica más destacable, que lo convierte en uno de los conservantes químicos más utilizados, es que se metaboliza rápidamente y se absorbe utilizándose como fuente de energía cuando se emplea en cantidades adecuadas (Terán, 2023).
- **Benzoato de sodio (C_6H_5COONa):** En la industria de aditivos químicos también denominado como benzoato de sosa o E211, utilizado como conservante en alimentos y cosméticos presenta una estructura cristalina o granulada, es hidrosoluble y soluble en alcohol. En dosis elevadas, es tóxico y nocivo, y tiene propiedades antisépticas. Se puede crear mediante la reacción del hidróxido sódico con el ácido benzoico. Dado que solo actúa en condiciones ácidas, el benzoato se utiliza principalmente en productos como conservas, vinagres para ensaladas, bebidas carbonatadas, mermeladas, vinagres de frutas y salsas chinas que se comercializan para el consumo (Villada, 2010).

Polietileno

Es un termoplástico obtenido de la polimerización del etileno y el más utilizado en la industria, presenta diferentes aplicaciones como la conservación de un producto en perfectas condiciones durante su transporte, embalaje y almacenamiento (Alcántara, 2017)

Polietileno de baja densidad (PEBD)

Es un sólido con una estructura parcialmente cristalizada, también conocido como polietileno de alta presión, es ramificado. Se obtiene mediante la polimerización del etileno en presiones 1.500 y 3.000 atm y 200 °C. Resiste temperaturas de 65° C a 100 ° C por lo que permite utilidades farmacéuticas, alimentarias y para el envasado o guardado de productos (Rubio, 2018).

Características de PEBD

- Resistencia térmica y química
- Resistencia al impacto.
- Liviano y Flexible
- Transparente.
- Resistencia a las bajas temperaturas.
- Impermeable.
- No tóxico (Rubio, 2018)

Vida útil de los alimentos

Se refiere al período de tiempo después de que el alimento se produce en condiciones de almacenamiento controladas, durante el cual perderá sus cualidades sensoriales, físicas y presentará cambios en su parámetro microbiológico (Luisa & Munguía Reyes, 2014). Es el período de tiempo durante el cual un alimento puede almacenarse en condiciones controladas y conservar sus cualidades para el consumo sin que se permita su deterioro (Terán, 2023).

Estudio de vida útil de los alimentos.

Los estudios de vida útil son necesarios para determinar el grado de aceptabilidad de un alimento con el fin de evitar subestimar o sobreestimar la vida útil real del producto. Al realizar un estudio de vida útil (Terán, 2023).

- 1) Alimentos con menos de 15 días: El estudio es en tiempo real.
- 2) Alimentos que duran de 3 a 6 meses: pueden ser sometidos a condiciones de estrés para estimar su deterioro.
- 3) Los productos cuya vida útil se estima superior a seis meses incluyen artículos de larga duración cuya utilidad es difícil de determinar.

La evaluación en los alimentos puede ser fisicoquímico, microbiológico o sensorial. El parámetro más estudiado entre los anteriormente mencionados es la temperatura en relación al tiempo.

Congelación y refrigeración de los alimentos

El método de congelación es un proceso de conservación de los productos que inhibe total o parcialmente la actividad enzimática, microbiana y metabólica. En cambio, la temperatura de refrigeración es el proceso de bajar y mantener la temperatura de los alimentos por encima del punto de congelación. Las temperaturas más comunes de almacenamiento son de 8 °C a -1 °C. La refrigeración sólo altera el contenido calórico del alimento. En la refrigeración los principales agentes responsables de la alteración de los alimentos quedan parcialmente inhibidos por el descenso de la temperatura, que no es muy significativo. La refrigeración de los alimentos alarga su vida durante un tiempo limitado de días o semanas (Cárdenas, 2012).

Modelos para determinar la vida útil

Método directo o en tiempo real

Cuando los productos alimenticios se almacenan en condiciones controladas durante un período de tiempo más largo de lo esperado y se realiza un control periódico para supervisar el producto desde el inicio de su deterioro hasta que el consumidor lo considera inaceptable, se considera que está en buenas condiciones. Este método, también conocido como análisis de riesgos o análisis de supervivencia, se utiliza para productos que se almacenan a temperatura ambiente, congelados y refrigerados y que tienen una vida útil corta o media, como los perecederos o semiperecederos. El objetivo es determinar con la mayor precisión posible la calidad y la inocuidad del alimento durante el almacenamiento y establecer de manera práctica y fiable que estos cambios microbiológicos, químicos o sensoriales hacen que el alimento resulte no apto para el consumo (Núñez de Villavicencio et al., 2018).

Método predictivo

Se basan en la creación de modelos matemáticos para predecir la tasa de crecimiento de los microbios a través de las condiciones ambientales a las que están expuesto y evaluando así la curva de crecimiento microbiano que se da en la cadena de procesamiento, distribución y almacenamiento de un alimento así resguardando la calidad de estos productos, dado la aplicación de modelos

predictivos adecuados para alcanzar una vida útil del alimento deseado (Chiroque, 2017).

a) Modelo para la degradación cinética

Una característica única de los cambios en las propiedades de los alimentos, como el color, la textura y el sabor, es que responden a orden cero o de primer orden.

El modelo para una reacción cinética de orden cero es el siguiente:

$$-\frac{dx}{dt} = K \quad \text{ecuación 1}$$

La línea recta con una pendiente k, cuyo valor depende de la temperatura y, x el atributo, están presentes cuando se integra y se recomienda la ecuación (1).

$$X_f = X_0 - Kt_u \quad \text{ecuación 2}$$

Con X_0 como la intersección con el eje y. Hough & Fiszman (2005).

b) Dependencia de la temperatura

La ecuación 3 ilustra la relación entre la temperatura y la constante de velocidad de reacción, que se describe con el modelo de Arrhenius.

$$K = Ae^{\left(\frac{-Ea}{RT}\right)} \quad \text{ecuación 3}$$

La ecuación se obtiene aplicando logaritmos a ambos límites de la ecuación (3).

El valor de la energía de activación se obtiene entonces restando el término Ea.

$$\ln K = A - \left(\frac{Ea}{R} \frac{1}{T}\right) \quad \text{ecuación 4}$$

Dónde:

K: Constante de velocidad de reacción

A: Factor de frecuencia

Ea: Energía de activación

R: Constante de los gases ideales

T: Temperatura absoluta (°K). Hough & Fiszman (2005).

c) Estudios acelerados para la estimación de la vida útil

Cinéticas de las reacciones de degradación

La velocidad de cambio en una propiedad o atributo de los alimentos se expresa mediante la teoría cinética, basada en la calidad de la vida útil:

$$v = \pm \left(\frac{dA}{dt}\right) = k(A_0)^n \quad \text{ecuación 5}$$

Dónde:

v = velocidad de reacción

A = atributo de calidad que se quiere medir

t = tiempo de vida comercial transcurrido

k = constante de velocidad de reacción

A₀ = valor inicial del atributo

n = orden de la reacción

Es fundamental comprender la química de los procesos de degradación y realizar estudios acelerados. En la mayoría de los estudios sobre el deterioro de los alimentos, se ha establecido un orden de 0 a 1. (Hough & Fiszman, 2005).

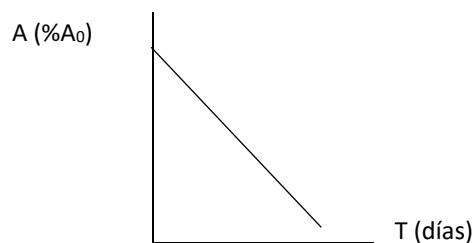
Cinéticas de orden cero (n=0)

La reacción es independiente de la propiedad del alimento (el atributo varía linealmente con el tiempo).

$$A = A_0 - kt \quad \text{ecuación 6}$$

$$t \text{ (vida útil)} = \left(\frac{A - A_0}{K} \right) \quad \text{ecuación 7}$$

Figura 1. Curva de desarrollo de cinética de orden cero



Fuente: Hough & Fiszman ,(2005)

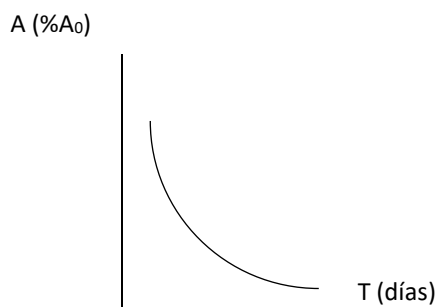
Cinéticas de primer orden (n=1)

La reacción depende de la concentración del alimento (el atributo de calidad varía de forma exponencial con el tiempo)

$$A = A_0 e^{-kt} \quad \text{ecuación 8}$$

$$t \text{ (vida útil)} = (\ln A_0 - \ln A) / k \quad \text{ecuación 9}$$

Figura 2. Curva de desarrollo de cinética de primer orden.



Fuente: Hough & Fiszman ,(2005)

Parámetro fisicoquímico

Para asegurar la calidad de los alimentos , el análisis físico-químico es fundamental ya determinar el valor nutricional , controla el cumplimiento de ciertos criterios y así determinar la vida útil del alimento (Cazar Villacís, 2016). Su determinación es sencilla y los resultados se adquieren en poco tiempo, el grado de maduración y la calidad están estrechamente relacionados según el criterio del consumidor. Como el caso de los azúcares que son los componentes mayoritarios en el zumo de la fruta, el análisis de sólidos solubles puede evaluarse como un indicador del contenido de azúcares totales , asimismo en pH y la acidez titulable en la muestra a analizar (Cárdenas, 2012).

Parámetro microbiológico

El indicador microbiológico nos permite evaluar mejor la calidad de un producto y así valorar la carga microbiana, señalando los posibles puntos de riesgo de multiplicación y contaminación microbiana en el alimento, siendo utilizado generalmente para determinar la seguridad higiénica del producto o alimento, generar inocuidad del producto y calidad comercial.

En el caso de la pulpa de frutas y tubérculos los microorganismos indicadores de deterioro del producto son coliformes totales, levaduras y mohos, los cuales pueden ser causantes de enfermedades en el ser humano. Estos microorganismos se presentan con mucosidad, agriado y pegajosidad acelerando el deterioro por la flora bacteriana que presenta en el producto elaborado (Rodríguez, 2017).

Tabla 5. Características microbiológicas de la pulpa congelada

Agente Microbiano	Categorías	Clase	n	c	límite por gramo	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ⁴	10 ⁵
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>salmonella sp</i>	10	2	5	0	Ausencia /25g	-----
mohos *	5	3	5	2	10 ²	10 ⁴
levaduras*	2	3	5	2	10 ²	10 ⁴

Fuente: Conforme lo establecido en la NTP N° 071-MINSA/DIGESA

Donde:

n = número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.

C = número máximo permitido de unidades muestras rechazables de un plan de muestreo de 2 clases o números de unidades de muestra que puede contener un numero de microorganismos comprendidos entre “m” y “M”.

“m” = limite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable.

“M” = los valores de recuento microbiano superiores a “M” son inaceptables.

Parámetro sensorial

El análisis sensorial es un instrumento muy importante en el proceso de elaboración de los productos ya que permite medir, analizar e interpretar las relaciones del consumidor con las características del alimento que son percibidas por los cinco sentidos. La evaluación es realizada mediante catadores sin previo entrenamiento, pero con conocimiento en las técnicas de caracterización mediante escala por atributos, estando constituida en la planilla de evaluación ciertas características como: aspecto, olor, sabor, textura e impresión general. Donde cada atributo presentará un valor máximo 0 a 20 puntos (Torricella et al., 2007).

Tabla 6. Coeficientes de las características y atributos sensoriales.

Características organolépticas	Atributos	Coeficientes Individuales	General
Aspecto	Color	0-2	4
	Presencia de Burbujas	0-2	
Olor	Tipicidad	0-4	4
Sabor	Dulzor	0-1	4
	Acidez	0-1	
	Amargor	0-1	
	Relación ácido dulce	0-1	
Textura	Firmeza	4.0	4
Impresión General		4.0	4
Total			20

Fuente: Torricella et al., (2007)

2.1.1. Marco conceptual

- **Vida útil** : Es el período de tiempo durante el cual un producto puede almacenarse en condiciones controladas , conservar sus propiedades y asegurar su consumo (Terán, 2023).
- **Grados Brix**: Unidad que contiene sacarosa del 1% a 20°C. Los coeficientes Brix , que se expresan como el porcentaje de peso cercano a la cantidad de azúcares que la fruta contiene en mayor cantidad , indican la concentración de sustancias solubles que se han disuelto en una solución líquida .expresado como el porcentaje de peso que se acerca a la cantidad de también podemos conocer indirectamente el grado de madurez de la fruta gracias a los °Brix (Morejón & Viznay, 2018).
- **pH**: La escala que presenta esta entre los valores entre 0 y 14. Cuando el pH de una sustancia está entre 0 y 6, se considera ácida; cuando el pH está entre 8 y 14 se considera básica o alcalina; y cuando el pH es 7, se considera neutro , es decir, ni ácido ni básico (Terán, 2023).
- **Temperatura de refrigeración**: La refrigeración se define como temperaturas entre -1 °C y 8 °C. De esta manera, se demuestra que el valor nutricional y las características organolépticas de los productos desde el inicio de su almacenamiento son prácticamente idénticos (Andaluz, 2007).
- **Medio de cultivo**: Medio artificial de sustancias nutritivas, que puede ser sólido, semisólido o líquido, necesarias para el crecimiento y multiplicación bacteriana in vitro (Morgado et al., 2019).

- **Placas Petrifilm:** Son placas con medios de cultivo preparados y listos para usarse, en formato de placa rehidratable que proporciona resultados más rápidos, que fueron reconocidos por la AOAC TM International como métodos oficiales de Análisis (**Mejía et al., 2006**).

2.1.2. Marco legal

- Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- Directiva sanitaria N°032 – MINSa – DIGESA – V01. Procedimiento para la recepción de muestras de alimentos y bebidas de consumo humano en el laboratorio de Control Ambiental de la dirección general de salud ambiental del Ministerio de Salud
- NTS N°071-MINSA/DIGESA.v.01.Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas.
- Norma Técnica Peruana – INACAL N° 012.901:2021 Copoazú. Pulpa congelada 2021.
- Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios (GSFA) | CODEX ALIMENTARIUS FAO-WHO

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de lugar de estudio

Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Laboratorio de Biología Celular y Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Población y muestra

Población

La totalidad del tubérculo de *Tropaeolum tuberosum* "mashua" proveniente del distrito de Chungui de la provincia La Mar y departamento de Ayacucho con coordenadas 13°13'17"S 73°37'16"O / -13.221286, -73.621014.

Muestra

Es una muestra no aleatoria de 30 kilos de mashua que no presenta enfermedades que pudieran alterar la composición de la pulpa.

Criterios de inclusión

- Libre de contaminantes
- Tamaño de 10 a 15 cm
- Ecotipo morado

Criterios de exclusión

- Dañadas y podridas
- Mashuas menores de 10 cm

3.3. Metodología para realizar la parte experimental

a. Descripción de la operacionalización del proceso de la obtención de la pulpa de *Tropaeolum tuberosum*.

La metodología que se desarrolló se realizó de acuerdo al procedimiento de Pardo Barboza, (2004).

- **Recepción de materia prima.** En el tubérculo de mashua negra se verificó que tengan un tamaño similar excluyendo los tubérculos más pequeños. Se almacenaron en un ambiente fresco durante 5 días.
- **Selección.** Se realizó una segunda selección y se verificó los siguientes criterios:
 - Color.** Se eligieron las mashuas cuya cascará es de color morado.
 - Aspecto.** Las mashuas estarán libre de daños y tendrán un tamaño uniforme.
 - Olor.** Mashuas con un aroma suave típico del tubérculo
 - Firmeza.** Las mashuas estarán firmes y cediendo a la presión de los dedos.
- **Lavado.** Se retiró la tierra pegada a los tubérculos y algunos residuos de la mashua.
- **Desinfección.** Se desinfectó los tubérculos con hipoclorito de sodio a una concentración de 0,1%, durante 20 a 30 segundos y se enjuagó.
- **Cocción.** Para este procedimiento se coció la mashua en vapor a 60 °C por 90 minutos.
- **Pelado.** Se cortaron las puntas del tubérculo de la mashua.
- **Troceado.** Este procedimiento se realizó para facilitar el despulpado además se cortaron la mashua en trozos pequeños de 3 o 4 centímetros.
- **Despulpado o licuado.** Se realizó de forma manual para apartar la fibra, los residuos de brácteas y se obtuvo un puré homogéneo conocido como pulpa.
- **Adición de conservante.** Obtenido la pulpa de mashua se agregó el sorbato de potasio, en este caso se separó una parte del total de pulpa obtenida.

Cantidad 1: pulpa sin conservante.

Cantidad 2: pulpa con sorbato de potasio al 0,05%.

$$\text{gramos de conservante} = 0,05\% \times \frac{200 \text{ g}}{100\%} = 0,1 \text{ g}$$

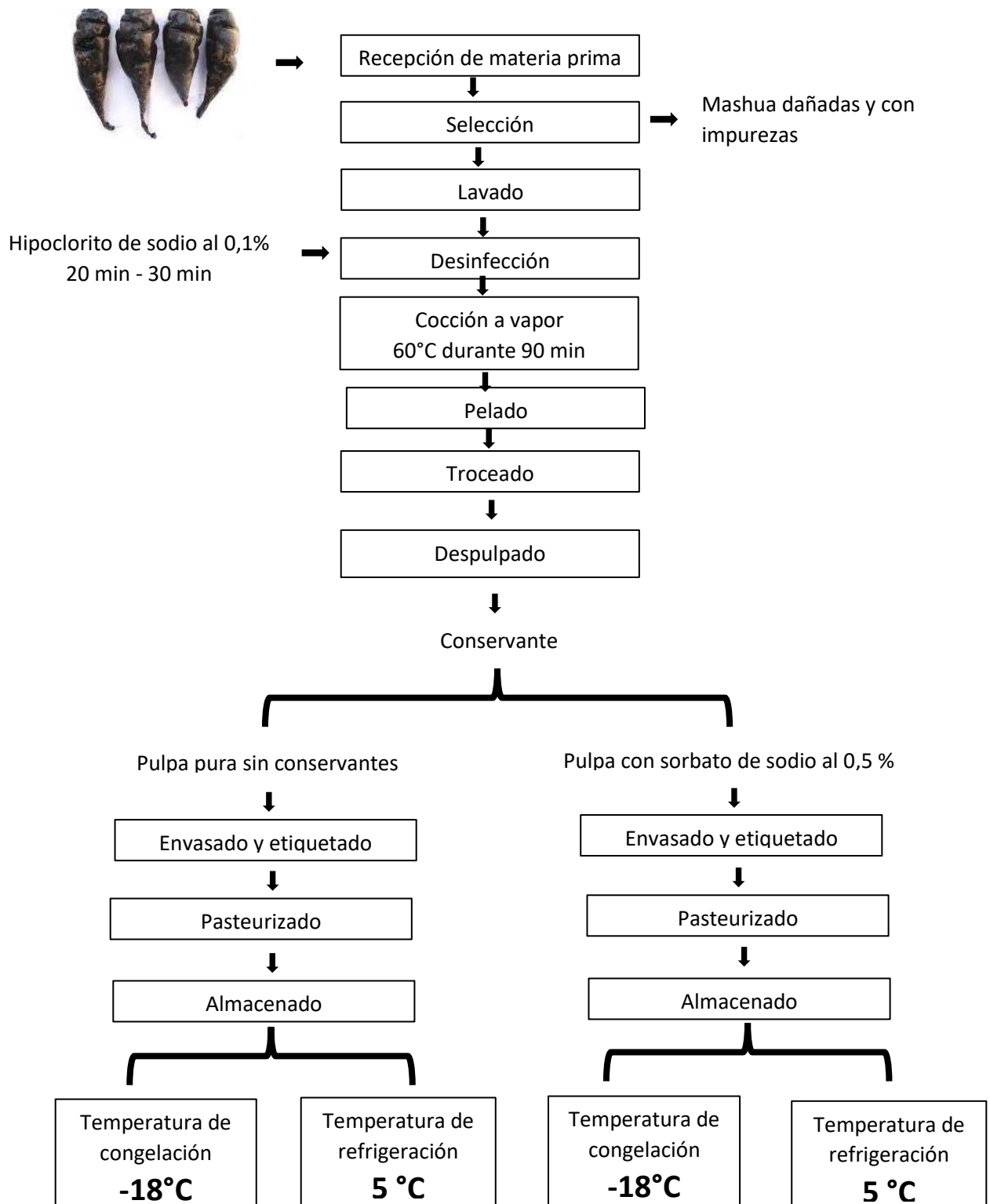
Según CODEX ALIMENTARIUS los límites máximos para el uso de conservantes en preparados a base de fruta (CODEX STAN/192-1995, 2019) son:

Sorbato: 1000 mg/Kg

Por otro lado, las concentraciones de Sorbato de potasio que se utilizará en la pulpa de mashua envasada en bolsas de polietileno que se elaborará.

- **Embazado y etiquetado.** En esta operación se embazo la pulpa de mashua en bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD) de 70 micras en cantidad de 200 gramos por cada bolsa, seguidamente fueron rotulado.
- **Sellado.** Las muestras fueron selladas por una selladora eléctrica
- **Pasteurización.** Para este procedimiento se sometieron las pulpas de mashua a una temperatura de 90 °C por 10 minutos.
- **Almacenamiento.** La pulpa de mashua se almaceno durante 60 días a temperatura de refrigeración (5 °C) y congelación (-18 °C). Durante este tiempo de almacenamiento se realizó los ensayos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales a los 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42,49,56 días de almacenamiento.

Figura 3. Flujograma de la obtención de la pulpa de mashua



FUENTE: Adaptado por Pardo (2004)

b. Análisis fisicoquímico

Determinación de Sólidos solubles totales (°Brix)

Se realizó por el método de refractómetro portátil calibrado a 20°C. según la (NTP - INACAL N° 012.901:2021).

Con el fin de calibrar el refractómetro, se colocó una gota de agua destilada en el prisma y cerró cuidadosamente la cinta para evitar que quedaran burbujas de aire en la muestra. Esperamos 30 segundos después lo apuntamos hacia la luz y observamos la longitud. Los 0° Brix estaban marcados por la línea horizontal. Una vez limpio y calibrado el prisma, se colocó una muestra de pulpa y se leyó la graduación Brix, apuntando el refractómetro hacia la luz para ver mejor la escala.

Determinación de pH

Se realizó por el método del potenciométrico según la (NTP - INACAL N° 012.901:2021).

Se calibró el potenciómetro utilizando una solución tampón con valores de pH de 4,0 y 7,0. A continuación, se limpió el electrodo con agua destilada y se secó con papel absorbente. Como resultado, la muestra se colocó en un recipiente de precipitación y el electrodo se introdujo en la muestra de pulpa sin tocar las paredes del recipiente. La lectura se realizó directamente después de establecer los resultados, ya que después de cada medicación es necesario enjuagar y secar el electrodo nuevamente.

c. Evaluación sensorial

Se realizó con un panel de 5 degustadores no entrenados quienes evaluaron las características organolépticas utilizando la evaluación de atributos sensoriales de (Torricella Morales et al., 2007).

d. Análisis microbiológico

Se realizó el recuento microbiológico mediante diluciones sucesivas y la NTS N° 071- MINS/DIGESA-V.01.

Recuento de Mohos y levaduras, Método petrifilm (Marca Placas 3M™ Petrifilm™).

Se colocaron 10 gr de muestra en 90 ml de diluyente (dilución 10^{-1}). Posteriormente se realizaron diluciones sucesivas: se colocarán 1 ml de la dilución 10^{-1} , en un tubo de ensayo con 9 de diluyente (10^{-2}), luego se colocó 1 ml de la dilución 10^{-2} , en otro tubo de ensayo con 9 ml de diluyente (10^{-3}), luego se colocó 1 ml de la dilución 10^{-3} , en otro tubo de ensayo con 9 ml de diluyente (10^{-4}). Una vez teniendo las diluciones, se realizaron las inoculaciones en las láminas

Petrifilms para recuento de Mohos y levaduras. Las inoculaciones fueron realizadas por triplicado para tener fiabilidad en los resultados. Se llevó a incubación a temperatura ambiente por 3 o 4 días.

Recuento Coliformes totales, Método petrifilm (Marca Placas 3M™ Petrifilm™).

Se colocó 10 gr de muestra en 90 ml de diluyente (dilución 10^{-1}). Posteriormente se realizaron diluciones sucesivas: se colocó 1 ml de la dilución 10^{-1} , en un tubo de ensayo con 9 de diluyente (10^{-2}), luego se colocó 1 ml de la dilución 10^{-2} , en otro tubo de ensayo con 9 ml de diluyente (10^{-3}), luego se colocó 1 ml de la dilución 10^{-3} , en otro tubo de ensayo con 9 ml de diluyente (10^{-4}). Una vez teniendo las diluciones, se realizaron las inoculaciones en las láminas Petrifilms para recuento de Coliformes totales. Las inoculaciones se realizaron por triplicado para tener fiabilidad en los resultados. Se llevó a incubación a 37°C por 48 horas.

Determinación de presencia o ausencia de *Salmonella sp*, Método petrifilm (Marca Placas 3M™ Petrifilm™).

Enriquecimiento

Se colocó 25 gramos de muestra en 225 ml de medio de enriquecimiento de 3M para láminas petrifilms. Se llevó a incubación a 37° por 72 horas.

Inoculación

Se tomó un 1 ml de muestra del enriquecimiento y se inoculó en las Láminas petrifilms para determinación de presencia o ausencia de *Salmonella sp*. Se llevó a incubación a 37°C por 24 horas.

2.2. Diseño estadístico

Los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación se evaluaron estadísticamente por el diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones.

Modelo estadístico del Diseño Completamente Aleatorizado (DCA)

$$y_{ij} = \mathcal{U} + \mathcal{T}_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = variable respuesta de j – esima observación del tratamiento i

\mathcal{U} = media general

\mathcal{T}_i = efecto del tratamiento i

ε_{ij} = efecto de error experimental de la medición y_{ij}

2.3. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron sometidos a una prueba de análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con 95% de nivel de confianza, utilizando el programa estadístico MINITAB versión 21.1. 0, para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos (pulpa de mashua y temperatura).

IV. RESULTADOS

Tabla 7. Promedios del parámetro Físicoquímico de pH obtenidos durante la experimentación de la pulpa de mashua negra.

Tiempo (días)	pH			
	temperatura		temperatura	
	18°C (TC)	5°C (TR)	18°C (TC)	5°C (TR)
	PCS	PCS	PSS	PSS
1	5,41	5,40	5,41	5,41
7	5,47	5,48	5,47	5,14
14	5,69	5,56	5,52	5,30
21	5,70	5,59	5,68	5,43
28	5,75	5,61	5,71	5,51
35	5,56	5,61	5,70	5,47
42	5,71	5,70	5,72	5,61
49	5,82	6,00	5,78	6,10
56	5,90	6,03	5,81	6,40

Donde: PCS: pulpa con sorbato, PSS: pulpa sin sorbato, TC: temperatura de congelación y TR: temperatura de refrigeración.

Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro pH de la pulpa de mashua en refrigeración y congelación.

<i>Fuente</i>	<i>GL</i>	<i>SC Ajust.</i>	<i>MC Ajust.</i>	<i>Valor F</i>	<i>Valor p</i>
<i>Factor</i>	1	0,00015	0,00015	0,11	0,950
<i>Error</i>	52	1,99968	0,038455		
<i>Total</i>	53	1,99983			

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la evaluación presento un valor de ($p > 0,05$), por el cual se acepta la hipótesis nula: $H_0 = u_1 = u_2 = u_3$. Lo que significa que el pH en relación a las temperaturas de congelación (-18°C) y refrigeración (5°C) no presentan diferencias significativas.

Tabla 9. Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, para las medias del pH de la pulpa en relación a las temperaturas de (-18°C) y (5°C).

<i>Factor</i>	<i>N</i>	<i>Medía Agrupación</i>
T.R ($^{\circ} 5\text{C}$)	27	5,6670 A
T.C (-18°C)	27	5,5959 A

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: El análisis de medias son significativamente semejantes y por lo tanto la temperatura de -18°C y $^{\circ} 5\text{C}$ no difieren en relación al pH de la pulpa de mashua negra durante su almacenamiento.

Tabla 10. Datos promedios del parámetro Fisicoquímico de sólidos solubles ($^{\circ}$ brix) obtenidos durante la experimentación de la pulpa de mashua negra.

Tiempo (días)	sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)			
	temperatura		temperatura	
	18 $^{\circ}$ C (T.C)	5 $^{\circ}$ C (T.R)	18 $^{\circ}$ C (T.C)	5 $^{\circ}$ C (T.R)
	PCS	PCS	PSS	PSS
1	4,33	4,67	5,00	5,00
7	5,43	5,90	6,20	5,83
14	8,47	6,87	7,80	6,53
21	8,17	7,13	8,00	7,03
28	9,03	7,77	8,27	7,17
35	8,93	8,23	8,83	7,20
42	9,57	8,17	8,83	7,63
49	9,57	8,10	9,17	7,33
56	9,80	8,37	9,03	7,67

Donde: PCS: pulpa con sorbato, PSS: pulpa sin sorbato, TC: temperatura de congelación y TR: temperatura de refrigeración

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de mashua negra en refrigeración y congelación.

<i>Fuente</i>	<i>GL</i>	<i>SC Ajust.</i>	<i>MC Ajust.</i>	<i>Valor F</i>	<i>Valor p</i>
<i>Factor</i>	1	10,94	10,935	4,19	0,046
<i>Error</i>	52	135,57	2,607		
<i>Total</i>	53	146,51			

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: Analizando los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la evaluación, presento un valor de ($p < 0,05$), por el cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: $H_a = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$. Lo que significa que los sólidos solubles (°Brix) en relación temperaturas de congelación (-18°C) y refrigeración (5°C) si presentan diferencias significativas.

Tabla 12. Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, análisis de medias de sólidos solubles (°Brix) de pulpa en relación a las temperaturas de (18°C) y (5°C).

<i>Factor</i>	<i>N</i>	<i>Medía</i>	<i>Agrupación</i>
T.R (° 5C)	27	8,144	A
T.C (-18°C)	27	7,244	B

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: El análisis de medias son significativamente diferentes y por lo tanto la temperatura de -18°C y ° 5C difieren en relación al porcentaje de los grados °Brix. La pulpa de mashua negra congelada a -18°C, estadísticamente fue distinta a la pulpa refrigerada ° 5C.

Tabla 13. Promedios de recuento microbiológico de mohos y levaduras obtenidos durante experimentación de la pulpa de mashua .

Tiempo (días)	mohos y levaduras UFC /ml			
	temperatura		temperatura	
	18°C (T.C)	18°C (T.C)	5°C (T.R)	5°C (T.R)
	PCS	PSS	PCS	PSS
1	0	0	0	0
7	0	0	0	0
14	0	0	0	0
21	0	0	0	1000
28	0	0	0	2000
35	0	1000	1000	5000
42	1000	2000	2000	5000
49	2000	4000	4000	13000
56	6000	6000	9000	31000

Donde: PCS: pulpa con sorbato, PSS: pulpa sin sorbato, TC: temperatura de congelación y TR: temperatura de refrigeración

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro microbiológico de mohos y levaduras de la pulpa de mashua negra en refrigeración y congelación.

<i>Fuente</i>	<i>GL</i>	<i>SC Ajust.</i>	<i>MC Ajust.</i>	<i>Valor F</i>	<i>Valor p</i>
<i>Factor</i>	1	93750000	93750000	1,14	0,021
<i>Error</i>	8	658250000	82281250		
<i>Total</i>	9	752000000			

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la evaluación, presento un valor de ($p < 0,05$), por el cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: $H_a = u_1 \neq u_2 \neq u_3$. Lo que significa que el crecimiento de mohos y levaduras en relación temperaturas de congelación (-18°C) y refrigeración (5°C) si presentan diferencias significativas.

Tabla 15. Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, análisis de medias mohos y levaduras de la pulpa de mashua en relación a las temperaturas de (-18°C) y (5°C).

<i>Factor</i>	<i>N</i>	<i>Medía</i>	<i>Agrupación</i>
T.R (5°C)	6	9500	A
T.C (-18°C)	4	3250	B

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: El análisis de medias son estadísticamente diferentes y por lo tanto la temperatura de -18°C y 5°C difieren en relación al crecimiento de mohos y levaduras en la pulpa mashua negra durante su almacenamiento.

Tabla 16. Datos promedios de la escala hedónica en relación a los atributos de color, olor, sabor, textura e impresión general de la pulpa de mashua negra.

tiempo (días)	PULPA DE MASHUA NEGRA REFRIFERACION (5 ° C)				
	CATADOR 1	CATADOR 2	CATADOR 3	CATADOR 4	CATADOR 5
1	18	18	20	15	19
7	18	19	20	16	19
14	17	14	17	14	17
21	17	14	16	14	15
28	12	12	14	10	14
35	11	13	12	9	11
42	9	12	4	5	8
49	3	4	2	1	2
56	1	4	2	2	1

tiempo (días)	PULPA DE MASHUA NEGRA CONGELADA (-18° C)				
	CATADOR 1	CATADOR 2	CATADOR 3	CATADOR 4	CATADOR 5
1	18	19	20	17	18
7	17	19	19	16	19
14	18	16	17	13	16
21	19	16	17	13	16
28	17	15	16	12	16
35	16	15	15	11	15
42	16	14	15	11	15
49	13	15	15	12	15
56	13	14	15	11	15

Tabla 17. Intervalo de puntuación en relación a los atributos de la pulpa de mashua.

CALIFICACION	INTERVALO DE PUNTUACION
EXCELENTE	17,4 - 20,0
BUENO	15,3 - 17,4
ACEPTABLE	11,1 - 15,3
INSUFICIENTE	07,2 - 11,1
MALO	< 07,2

Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el parámetro sensorial de pulpa de mashua negra en temperatura de refrigeración y congelación.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
<i>temperatura</i>	1	1602,1	94,241	26,95	0,000
<i>Error</i>	89	244,8	3,497		
<i>Total</i>	90	1846,9			

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: Los datos obtenidos en el análisis de varianza para la evaluación, presento un valor de ($p < 0,05$), por el cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: $H_a = u_1 \neq u_2 \neq u_3$. Lo que significa que los atributos organolépticos como el color, olor, sabor, textura e impresión general de la pulpa de mashua en relación temperaturas de congelación (-18°C) y refrigeración (5°C) si presentan diferencias significativas.

Tabla 19. Prueba de Tukey con una confianza de 95 %, análisis de agrupación de medias de intervalos de calificación de los catadores frente a la pulpa de mashua negra en temperaturas de (-18°C) y (5°C).

T°	días	N	Media	Agrupación	
T.C	1	5	18,200	A	
T.R	7	5	18,200	A	
T.C	7	5	18,000	A	
T.R	1	5	17,600	A	B
T.C	21	5	16,200	A	B C
T.C	14	5	16,000	A	B C
T.R	14	5	15,800	A	B C
T.R	21	5	15,400	A	B C
T.C	28	5	15,200	A	B C
T.R	28	5	14,400	A	B C
T.C	35	5	14,400	A	B C
T.C	42	5	14,200	A	B C
T.C	49	5	14,000	A	B C
T.C	56	5	13,600	A	B C
T.R	35	5	12,00	C	D
T.R	42	5	8,20		D
T.R	49	5	3,000		E
T.R	56	5	2,600		E

Fuente: (Elaboración Propia)

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, por lo tanto, la pulpa de mashua negra en relación los atributos organolépticos color, olor, sabor y textura que fueron almacenadas a -18°C y ° 5C difieren en relación a la aceptabilidad por los jueces.

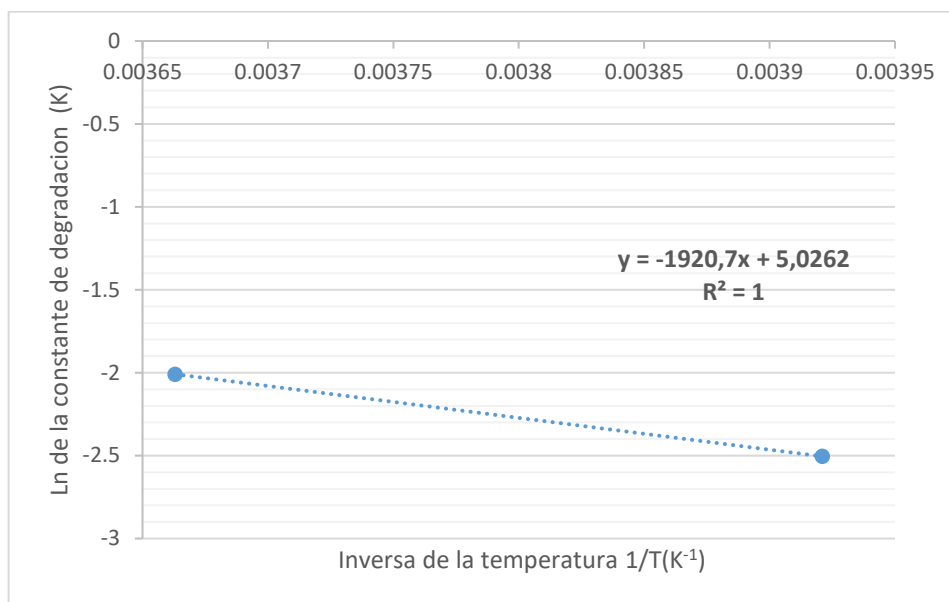
Tabla 20. *Regresión lineal de la pulpa de mashua negra con sorbato para las temperaturas de 5°C y – 18 °C*

CINETICA DE PRIMER ORDEN	Ecuación de regresión	
	TC (- 18° C)	TR (5° C)
Ecuación de regresión	$Y = 1,2148 + 0,0817X$	$Y = 1,7926 + 0,1341 X$
Ecuación general	$LN (A) = LN(A1) + K(X)$	$LN (A) = LN(A1) + K(X)$
Velocidad de deterioro (K)	0.0817	0.1341
LN (K)	-2,504701277	-2,009169489
$1/T(K^{-1})$	0,003921	0,003663

Intervalos de la ecuación $1/T(K^{-1})$ vs Ln (K) de la pulpa de mashua con sorbato.

$1/T(K^{-1})$	LN (K)
0.003921	-2,50470127
0.003663	-2,00916949

Figura 4. Regresión lineal para $1/T(K^{-1})$ vs $\ln(K)$ recuento de mohos y levaduras en pulpa de mashua negra con sorbato.



De la ecuación de regresión se tiene

$$y = -1920,7x + 5,0262$$

De la ecuación general de Arrhenius

$$\ln(K) = \ln(K_0) + Ea/R (1/T)$$

Para la estimación del tiempo de vida útil de la pulpa de mashua negra con sorbato en el departamento de Ayacucho, se realiza el siguiente procedimiento:

Estimación de vida útil para 21°C a 294°k.

Fórmula de Arrhenius

$$\ln(K) = -5,0262 - 1920,7 (1/T)$$

$$\ln(K) = -5,0262 - 1920,7 (1/294)$$

$$K = e^{-1.506793}$$

$$K = 0,2216195735 \text{ dias}^{-1}$$

Estimación de tiempo de vida útil

$$\theta = (\ln A - \ln A_1) / K$$

$$\theta = (\ln 10^2 - \ln A_1) / 0,2216195735$$

$$\theta = 451 \text{ días}$$

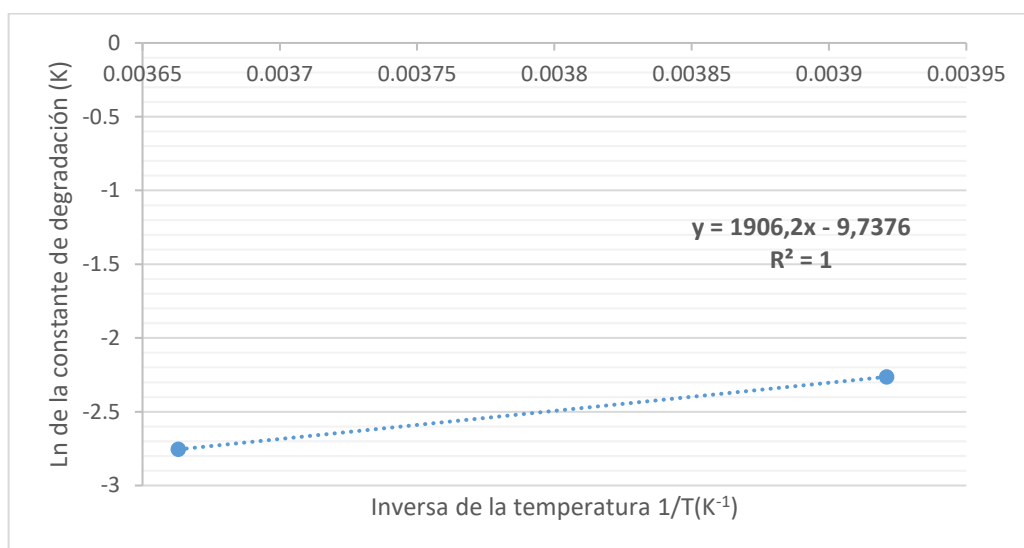
Tabla 21. Regresión lineal de la pulpa sin sorbato para las temperaturas de 5°C y – 18 °C.

CINETICA DE PRIMER ORDEN	Ecuación de Regresión	
	TC (- 18° C)	TR (5° C)
Ecuación de regresión	$Y = 1,3185 + 0,104X$	$Y = 0,7434 + 0,0636X$
Ecuación general	$LN(A) = LN(A1) + K(X)$	$LN(A) = LN(A1) + K(X)$
V. de deterioro (K)	0.104	0.0636
LN (K)	-2,26336438	-2,755141809
1/T(K-1)	0,003821	0,003763

Intervalos de la ecuación $1/T(K^{-1})$ vs Ln (K) de la pulpa de mashua sin sorbato.

1/T(K-1)	LN (K)
0,003821	-2,26336438
0,003763	-2,75514180

Figura 5. Regresión lineal para $1/T(K^{-1})$ vs $\ln(K)$ recuento de mohos y levaduras en pulpa de mashua negra sin sorbato.



De la ecuación de regresión se tiene

$$y = 1906,2x - 9,7376$$

De la ecuación general de Arrhenius

$$\ln(K) = \ln(K_0) + Ea/R (1/T)$$

Para la estimación del tiempo de vida útil de la pulpa de mashua negra sin sorbato en el departamento de Ayacucho, se realiza el siguiente procedimiento:

Estimación de vida útil para 21°C a 294°k.

Fórmula de Arrhenius

$$\ln(K) = 9,7376 - 1920,2 (1/T)$$

$$\ln(K) = 9,7376 - 1920,2 (1/294)$$

$$K = e^{-3,6505789}$$

$$K = 0,02597608 \text{ dias}^{-1}$$

Estimación de tiempo de vida útil

$$\theta = (\ln A - \ln A_1) / K$$

$$\theta = (\ln 10^2 - \ln A_1) / 0,02597608$$

$$\theta = 100 \text{ días}$$

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación del tiempo de vida útil de la pulpa de mashua negra sin sorbato a una temperatura de 21 °C fue 100 días y de la pulpa con sorbato 541 días. Para ello se tuvo que someter la pulpa a condiciones extremas de temperatura (-18°C) y (5°C) para así acelerar su deterioro, durante 2 meses se realizó la evaluación de los parámetros fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, así obteniendo datos que fueron utilizados en el modelo matemático de degradación cinética de Arrhenius, donde primero se determinó el orden de reacción. Por otro lado, la mejor temperatura de almacenamiento para la pulpa de mashua negra fue la temperatura de congelación -18°C quien no reportó cambios bruscos en relación a los parámetros estudiados evitando su deterioro de forma rápida, esto se debe a que las temperaturas bajas retardan los procesos de metabólicos, enzimáticos y fermentación que suceden en un producto a diferencia de la pulpa almacenada en temperatura de refrigeración 5°C quien mostró un proceso de deterioro más rápido ,por otro lado Morgado et al. (2019) quienes determinaron la vida útil de la pulpa de *Araticum* congelada en dos tipos de procesos de envasado al vacío y no envasadas al vacío, demostrando que no es necesario el uso de embace al vacío para congelar y almacenar la pulpa de *Araticum* durante 402 días a una temperatura de -18°C utilizando pruebas cinéticas de deterioro al igual Mercado et al. (2016) reportaron el tiempo de vida útil del anaquel acelerada utilizando temperatura de almacenamiento en congelado, asimismo los resultados obtenidos fueron una estimación de la vida de anaquel a -28°C de la pulpa de fresa de 645 días y de la fresa entera de 430 días. Ochoa & Guerrero (2012) mencionan que la temperatura y el tiempo de almacenamiento son dos factores que afectan de manera significativa ($P<0,05$) al tiempo de vida útil de la pulpa de tuna demostrando que las bajas temperaturas

de almacenamiento aumentan la vida útil de la tuna roja, manteniéndose apto hasta los 28 días de almacenamiento bajo condiciones controladas.

En el parámetro fisicoquímico se realizó la evaluación de los indicadores de pH y °Brix de la pulpa de mashua negra durante dos meses. En la tabla 8, la prueba de análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%, con un valor mayor de ($p > 0,05$) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (tabla 09), estadísticamente nos demuestra que el parámetro fisicoquímico pH de la pulpa de mashua negra en relación a las temperaturas de refrigeración y congelación no presentan diferencias significativas. Donde las medias de pH en nuestro trabajo de investigación fueron de 5,5 - 5,6, datos que coinciden con Malpartida Yapias et al.(2022), quienes reportaron que los valores de pH de la mashua negra pueden ser entre $6,29 \pm 0,03$, al igual que León Romaní (2018) en su trabajo de investigación determinó que el valor de pH de la mashua oscila entre 5,9 – 6,2 este resultado varía debido a que la mashua negra que utilizaron en dicha investigación procedía de Apurímac, lugar que presenta un clima más frío y una altitud mayor a la de Ayacucho condiciones que determina la composición química de la mashua como el pH.

Realizando una comparación del pH con otros tubérculos semejantes a la mashua según los estudios de Valencia Alfaro & Cárdenas Bonilla (2019), determinaron que el pH del olluco y la papa es 6,06 - 6,24 respectivamente y de la oca $6,03 \pm 0,01$ según Bernabé Meza & Cancho Mallma (2017). Esto se debe a que la composición química de los tubérculos mencionados es diferente según los factores de suelo, clima y altitud de donde proceden como fue Huánuco y Apurímac.

En la tabla 11, la prueba de (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%, y un valor menor ($p < 0,05$), y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (tabla 12), estadísticamente nos demuestra que el parámetro fisicoquímico de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de mashua negra en relación a las temperaturas si presentan diferencias significativas, donde los (°Brix) de la pulpa en refrigeración fue 8,1° Brix y congelación 7,2 ° Brix durante los 56 días de almacenamiento, donde los (°Brix) obtenidos en nuestra investigación es semejante a los reportados por León Romaní (2018) que fue de 8,5° Brix, al igual de Malpartida Yapias et al.(2022) que determinó los sólidos solubles en mashua negra 6,1° Brix y mashua morada 8,0 ° Brix, los resultados obtenidos por los investigadores mencionados dependieron del tipo de suelo, disponibilidad de nutrientes y

madurez de la mashua negra que utilizaron en su estudio que provenían de Apurímac . Realizando una comparación con otro tubérculo semejante según Bernabé Meza & Cancho Mallma, (2017) la oca presenta 13,5° Brix ,esto se debe a que la oca presenta mayor % de azúcares (sacarosa) en comparación de la mashua.

En el parámetro microbiológico se realizó la evaluación de Coliformes totales, *Escherichia coli*, Salmonella, mohos y levaduras según la NTS N°071-MINSA/DIGESA.v.01, de todas las unidades experimentales solo hubo crecimiento de mohos y levaduras en la pulpa de mashua negra que fueron comparadas con la Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de calidad e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano quienes establecen los rangos permitidos. En la tabla 14 se puede observar el (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%, con un valor menor ($p < 0,05$) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (tabla 15), estadísticamente los resultados del parámetro evaluado muestran una diferencia significativa en relación al crecimiento de mohos y levaduras con las temperaturas de almacenamiento. En la temperatura de refrigeración a 5 °C se observó el crecimiento de mohos y levaduras a partir del día 21 y las colonias fueron $> 10^4$ UFC/ml, en la temperatura de congelación -18°C el crecimiento se dio a partir del día 35 y las colonias fueron $< 10^4$ UFC/ ml que se encuentran dentro de los límites permisibles de aceptación, dando a conocer que la temperatura de congelación inhibe el desarrollo de microorganismo manteniendo inocuo la pulpa de mashua por más tiempo, según Palacios Pariaton (2022) menciona que comprender las tasas de crecimiento de ciertos microorganismos, como las levaduras y los mohos, a distintas temperaturas es esencial para la investigación sobre el deterioro de la pulpa. Con estos datos de la UCF será posible predecir en el deterioro a cada temperatura de almacenamiento del producto.

Según Torricella Morales et al., (2007) mencionan que los atributos sensoriales de un alimento deben ser evaluados por una técnica de caracterización mediante escala, constituida por una la planilla de evaluación del color , olor, sabor, textura e impresión general del producto donde cada atributo tendrá un valor máximo 0 a 20 puntos. El análisis organoléptico se realizó para conocer el grado de aceptabilidad que tiene la pulpa de mashua negra congelada y refrigerada. Para ello se solicitó a los degustadores (un panel de 5 catadores), quienes evaluaron los dichos atributos de la pulpa de mashua.

Los resultados de (ANOVA) en la tabla 18, en relación a la evaluación organoléptica de la pulpa de mashua negra presento una gran diferencia significativa para los factores en estudio que fue la temperatura de almacenamiento, puesto que el valor de p fue menor a 0,05. En la tabla 19 se muestra los resultados de la prueba de Tukey con un nivel de confianza de 95% de la pulpa de mashua negra, mostrando una diferencia significativa en el grado de aceptabilidad de los catadores, en la tabla se puede observar que la pulpa almacenada en temperatura de congelación mostro una mayor aceptabilidad desde el día 1 ,7,14,21,28,35,42,49, y 56 de evaluación de los parámetros organolépticos de color, olor, sabor y textura de la pulpa de mashua con un intervalo de puntuación de (18,2 - 13,6),indicando la calificación de excelente – aceptable , en comparación de la temperatura de refrigeración que presento un menor grado de aceptabilidad por los catadores desde el día 42 , 49 y 56 con un intervalo de puntuación de (8,20) ,indicando la calificación de insuficiente , se mostraron cambios físicos de calidad inaceptable en la pulpa refrigerada como cambio color , menor acidificación, crecimiento de mohos y levaduras, según Torricella Morales et al., (2007) mencionan que la perdida de aceptabilidad del producto no significa que el producto no sea apto para consumo.

El almacenamiento en la temperatura de congelación utilizada en la investigación, no reportó mayor efecto cualitativo en la pulpa de mashua negra, cuantitativamente tampoco se reportó mayor diferencia en las unidades experimentales analizadas en comparación de la pulpa que fue almacenada en temperatura de refrigeración el cual presento cambios significativos en relación a los parámetros microbiológicos y sensoriales.

VI. CONCLUSIONES

- El tiempo de vida útil de pulpa de mashua negra sin conservante a una temperatura de 21 °C que fue 100 días y de la pulpa de mashua negra con sorbato de potasio siendo 451 días, datos obtenidos utilizando el modelo matemático de degradación cinética de Arrhenius.
- Se estableció el protocolo para la obtención de la pulpa de mashua negra.
- En el estudio de los parámetros fisicoquímicos, el pH no mostró diferencias estadísticamente significativas, mientras que los sólidos solubles (°Brix) se evidenció diferencias significativas ($p \leq 0,05$) durante el periodo de almacenamiento en ambas temperaturas.
- Se determinó que la pulpa de mashua negra almacenadas en temperatura (-18°C) cumplieron con los requisitos microbiológicos exigidos por la norma técnica a diferencia en la temperatura de (5°C).
- El análisis sensorial mostró que la pulpa de mashua negra presento diferencias significativas en las dos temperaturas de almacenamiento, considerándose con mayor aceptabilidad la pulpa congelada (-18°C) que mantuvo vigente sus atributos organolépticos como es el olor, color, sabor y textura de la pulpa.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar otros trabajos de investigación relacionados con el tiempo de vida útil de los alimentos, utilizando diversos modelos matemáticos.
- Se debería de incentivar a la investigación de otros productos nativos del Perú que hoy en día son olvidados ya que podrían presentar propiedades que puedan ayudar a combatir ciertos problemas de salud que aquejan al hombre.
- Manejar correctamente las normas técnicas sanitarias para la elaboración de productos alimenticios como la pulpa.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantara Luna, C. LI. (2017). Conservación de la pulpa de guanábana (*Annona muricata*) utilizando tres tipos de empaques y tres concentraciones de preservante. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2856>
- Andaluz Aillón, S. de L. (2007). Efecto de las temperaturas de almacenamiento en el deterioro de la pulpa de piña (*Ananás comosus L*) [Universidad Técnica De Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3407>
- Armijo Zambrano, G. E. (2020). Determinación de la vida útil de la pulpa de guanábana (*Annona muricata*), conservada con jengibre (*Zingiber officinale*) como agente antimicrobiano.
- Arteaga Macías, S. A. (2015). Determinación de tres Métodos de Conservación en la Calidad y la vida útil de la pulpa de aguacate (*Persea gratissima gaerth*). [Tesis, universidad laica eloy de manabi]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/47>
- Arteaga-Cano, D., Chacón-Calvo, L., Samamé-Herrera, V., Valverde-Cerna, D., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Mashua (*Tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud. *Agroindustrial Science*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.01.12>
- Beltran Sanchez, A. F. B. (2014). Elaboración del tubérculo mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) Troceada en miel y Determinación de la capacidad Antioxidante”.
- Bernabé Meza, Y. M., & Cancho Mallma, F. L. (2017). Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca (*Oxalis tuberosa*) para uso industrial. [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1221>
- Camayo-Lapa, B. F., Quispe-Solano, M. Á., Cruz-Porta, E. A. D. L., Manyari-Cervantes, G. M., Espinoza-Silva, (2020). Compota de zapallo (*Cucúrbita máxima Dutch.*) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: Características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 203-212. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.02.07>
- Cárdenas Escobar, L. M. (2012). Efecto de las temperaturas y tipos de congelación en Las propiedades sensoriales y fisico – químicas en la conservación de

- pulpa de lúcuma (*Pouteria obovata*). Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2665>
- Cazar Villacís, I. M. (2016). Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas [bachelorThesis, PUCE]. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/11453>
- Chiroque Mendoza, D. J. (2017). Degradación térmica de vitamina C en pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Haden y predicción microbiológica de vida útil mediante modelo Gompertz. Universidad Nacional de Piura / UNP. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1038>
- Dilas Jiménez, J. O., & Ascurra Toro, D. (2020). Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú. Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri, 1(1), 15-24.
- García, Y., Osío, I., Isea, F., & Escalante, M. (2004). Calidad microbiológica de pulpa de lechosa (*Carica papaya* L.) de las variedades Cartagena Colombiana y Maradol. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, 21(4), Article 4. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26557>
- Grau, A. (2003). Mashua, *Tropaeolum Tubrosum* Ruíz & Pav. International Potato Center.
- León Romaní, C. Z. (2018). "Determinación de compuestos bioactivos en la mashua (*Tropaeolum tuberosum*)" [Universidad Nacional del Callao]. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4050>
- Hough, G & Fiszman, S (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid. España.
- Instituto Nacional de Calidad (2021). Norma Técnica Peruana NTP 012.901:2021. Pulpa congelada de Copoazú.
- Ministerio de Salud. (2001). Manual DIGESA: Manual de análisis microbiológico de alimentos. Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. (2008).
- Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- Malpartida Yapias, R. J., Adama Astete, J., Cajachagua Uscuchagua, Y., & Rosales Sánchez, M. C. (2019). Características fisicoquímicas,

composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón): Una revisión. 2022. Recuperado 2 de marzo de 2025, de https://www.researchgate.net/publication/361717410_Caracteristicas_fisicoquimicas_composicion_nutricional_y_compuestos_bioactivos_en_tres_variedades_de_Mashua_Tropaeolum_tuberosum_Ruiz_y_Pavon_Una_revision

- Manrique, I., C., & D, E. (2013). *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pav.: Catálogo de la colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). International Potato Center.
- Mejía, L. J., Narváez, C. E., & Restrepo, L. P. (2006). Cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de la pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). 11 de mayo de 2006 ,Colombia, 24(87-97). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652006000100011
- Mercado Flores, J., López Orozco, M., Martínez Soto, G., & Abraham Juárez, M. (2016). Estimación de la Vida de Anaquel mediante pruebas aceleradas en fresa entera en bolsa de polietileno y pulpa de fresa congelada. 01(01), 636-640.
- Morejón Quezada, A. B., & Viznay Parra, A. de los A. (2018). Control microbiológico y determinación de pH, acidez y grados brix de jugos expendidos en los espacios públicos de la ciudad de Cuenca-Ecuador [bachelorThesis, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30388>
- Morgado, C. M. A., Siqueira, A. P. S., Souza, E. R. B. de, Brito, A. A. de, Junior, L. C. C., Corrêa, G. de C., & Naves, R. V. (2019). Vida útil de polpa congelada de araticum embalada ou não a vácuo. DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.20873/uft.23593652201961p114>
- Nuñez de Villavicencio, M., Hernández Alvarez, R., Rodríguez, I., Rodríguez Sánchez, J., & López, Y. (2018). Metodología para la Estimación de la Vida Útil de los Alimentos. Métodos De Estimación. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 27.
- Ochoa, C. E., & Guerrero, J. A. (2012). Efecto del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas sobre la Calidad de Tuna Roja (*Opuntia ficus indica* (L.)

- Miller). Información tecnológica, 23(1), 117-128.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100013>
- Palacios Pariaton, D. V. (2022). Optimización de parámetros óptimos en la elaboración de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) y su periodo de vida útil por microbiología predictiva. Universidad Nacional de Piura.
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/4026>
- Pardo Barboza, A. J. (2004). Documentación y análisis del proceso de fabricación de pulpa de f—Universidad de La—Studocu [Universidad de la Salle].
<https://www.studocu.com/co/document/universidad-del-valle-colombia/logistica-y-distribucion-fisica-internal/documentacion-y-analisis-del-proceso-de-fabricacion-de-pulpa-de-f/62730800>
- Peña Rojas, G. (2022, agosto 11). Catálogo de Mashua: Cultivo milenario de los andes.
https://issuu.com/gilmarunsch2022/docs/catalogo_mashua_pag_individuales_1
- Peña Rojas, G., Andía Ayme, V., & Felices Medina, M. (2022, agosto 11). CATÁLOGO DE MASHUA: Cultivo milenario de los andes.
https://issuu.com/gilmarunsch2022/docs/catalogo_mashua_pag_individuales_1
- Rodríguez González, M. M. (2017). Evaluación del efecto antimicrobiano y antioxidante de las especias: Culantro de coyote, (*Eryngium foetidum*), jengibre (*Zingiber officinale*) y orégano (*Origanum vulgare L.*) para ser usados como una alternativa natural en la elaboración del chorizo cocido.
<https://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/75014>
- Rubio, M. H. (2018). Conveniencia de las bolsas de polietileno entre sus alternativas. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Salazar, D., Acurio, L., Pérez, L., Valencia, A., Arancibia, M., Guanoquiza, A., Rodríguez, C., & Álvarez, F. (2018). Efecto de la inclusión de camote morado (*Ipomoea batata*) en la elaboración de mermelada de naranjilla (*Solanum quitoense*). *Agroindustrial Science*, 8(2), Article 2.
<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2018.02.11>
- Terán, D. E. L. (2023). Efecto De Conservantes Y Temperatura De Almacenamiento En El Tiempo De Vida Útil De Pulpa De Piña (*Anana Comosus L.*) Envasada Al Vacío.

- Torres, B. V., & Maily, J. (2017). Propiedades físicas, antocianinas y capacidad antioxidante del atomizado de Mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) encapsulado con maltodextrina.
- Torricella Morales, R. G., Zamora Utset, E., & Pulido Alvarez, H. (2007). Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria. 01, 131.
- Valencia Alfao, & Cardenas Bonilla. (2019). Determinacion de pH y solidos solubles (Brix) en tuberculos de papa (*Solanum tuberosum*) y olluco (*Ullucus tuberosus*). Scribd, 1-6.
<https://es.scribd.com/doc/52001578/DETERMINACION-DE-pH-EN-TUBERCULOS-DE-PAPA>
- Villada Moreno, J. J. (2010). Conservadores químicos utilizados en la industria alimentaria [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<https://docplayer.es/129684314-Universidad-autonoma-agraria-antonio-narro-conservadores-quimicos-utilizados-en-la-industria-alimentaria.html>

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de identificación taxonómica de *Tropaeolum tuberosum*
Ayacucho – 2023.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- **APARTADO POSTAL**
N° 921 - Cusco - Perú
- **FAX:** 238156 - 238173 - 222512
- **RECTORADO**
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- **CIUDAD UNIVERSITARIA**
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- **LOCAL CENTRAL**
Plazo de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- **MUSEO INKA**
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**
San Jerónimo s/o Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

HERBARIO VARGAS CUZ

CERTIFICADO DE DETERMINACIÓN TAXONÓMICA N° 002-2022-HVC-FC-UNSAAC

La Directora del Herbario Vargas CUZ, Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), deja constancia que: el señor **Gilmar Peña Rojas**, con DNI N° 10459624, investigador del proyecto de investigación denominado: "Aislamiento y caracterización de compuestos heterocíclicos de tubérculos de *Tropaeolum tuberosum* "mashua" con actividad antiinflamatoria y antitumoral" de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ha presentado a la Dirección del Herbario Vargas CUZ una muestra botánica para su determinación taxonómica (expediente N° 402268). La que al ser diagnosticada por el Mgt. Abel Monteagudo Mendoza, utilizando claves dicotómicas, consulta con bibliografía especializada, y comparación con muestras del herbario, concuerdan con la siguiente especie; de acuerdo a la clasificación del Grupo del Sistema Filogenético de las Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group-APG IV, 2016).

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE LOCAL
1	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pav.	"mashua"

Se le expide la presente certificación a petición formal del interesado, para los fines que vieran por conveniente.

Cusco, 20 de Enero del 2022


 Blga. María Luisa Ochoa Cámara
 Directora del Herbario Vargas CUZ



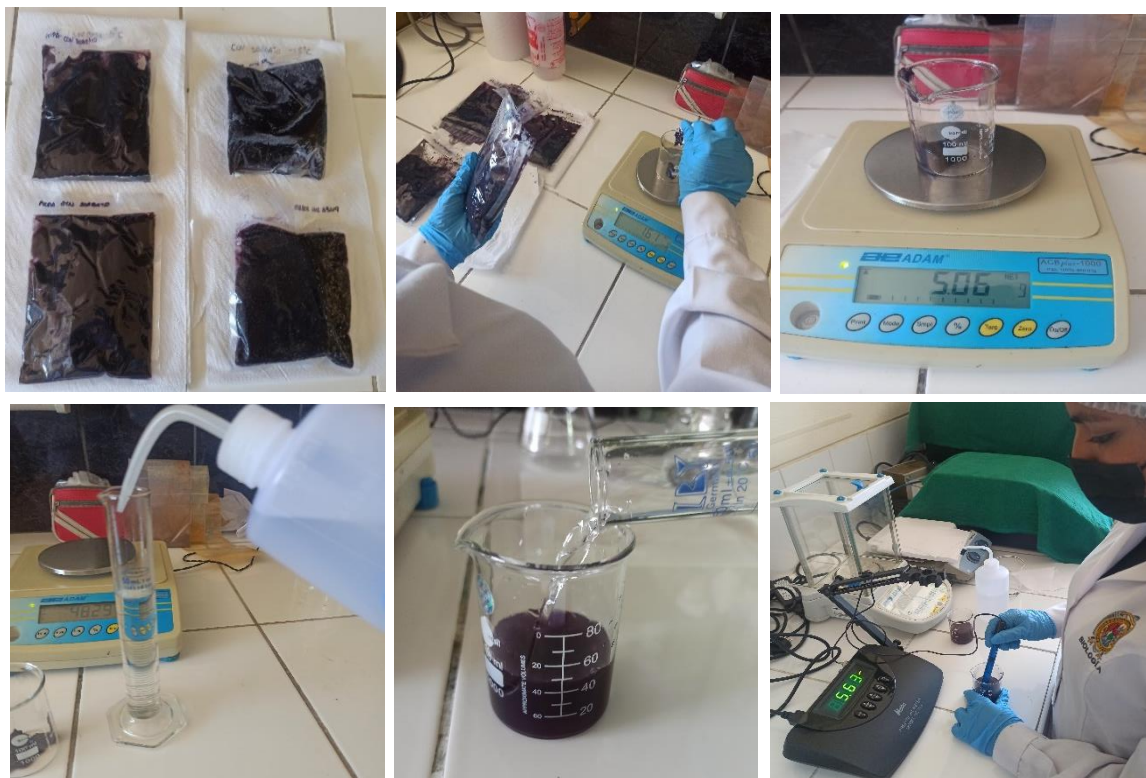
Anexo 2. *Tropaeolum tuberosum* “mashua” proveniente del distrito de Chungui de la provincia La Mar y departamento de Ayacucho - 2023.



Anexo 3. Procedimiento de la elaboración de la pulpa de mashua en los Laboratorio de Biología Celular y Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas. Ayacucho – 2023.



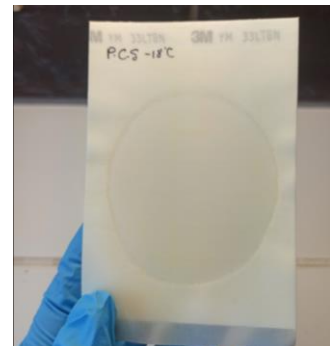
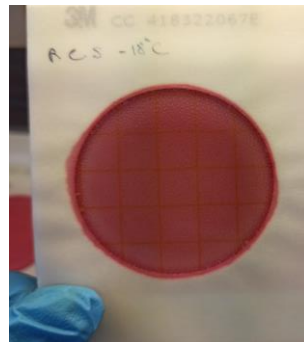
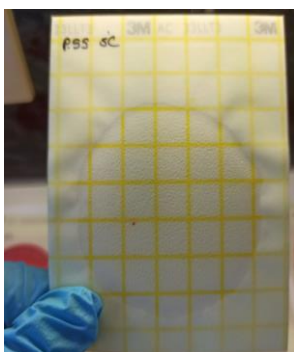
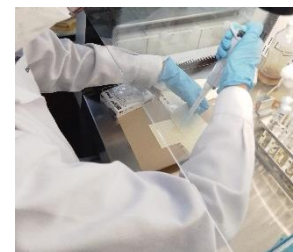
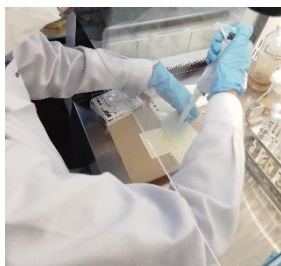
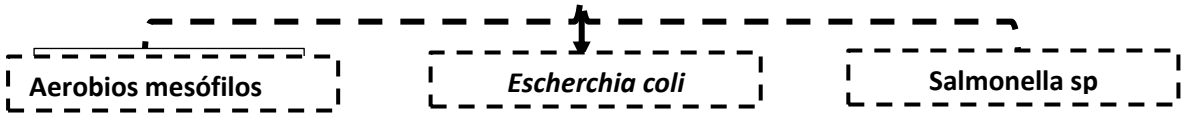
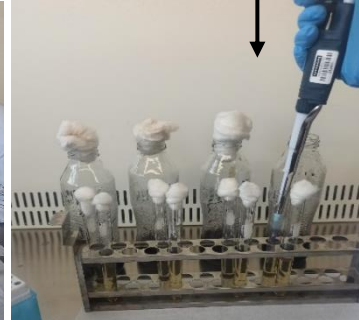
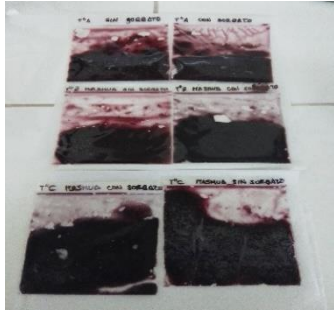
Anexo 4. Determinación del pH en la pulpa de mashua envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.



Anexo 5. Determinación de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de mashua negra envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.



Anexo 6. Protocolo de siembra de la muestra de pulpa de mashua negra en medios Petrifilm para coliformes totales, *Escherichia coli*, Salmonella, mohos y levaduras, Ayacucho – 2023.



Anexo 7. Evaluación de los indicadores organolépticos como el color, sabor, olor y textura de la pulpa de mashua negra envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.

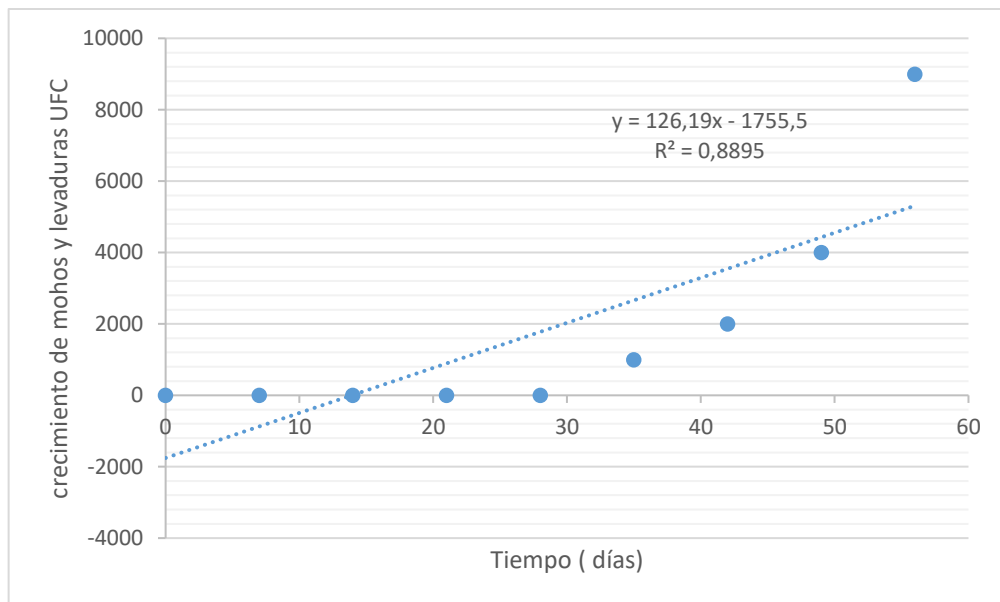


Anexo 8. Orden de reacción cinética de mohos y levaduras para la temperatura de refrigeración (5°C), Ayacucho – 2023.

Promedio de conteo de UFC/ml de la pulpa de mashua negra a (5°C)

Tiempo	TR (5° C)
1	0
7	0
14	0
21	0
28	0
35	1000
42	2000
49	4000
56	9000

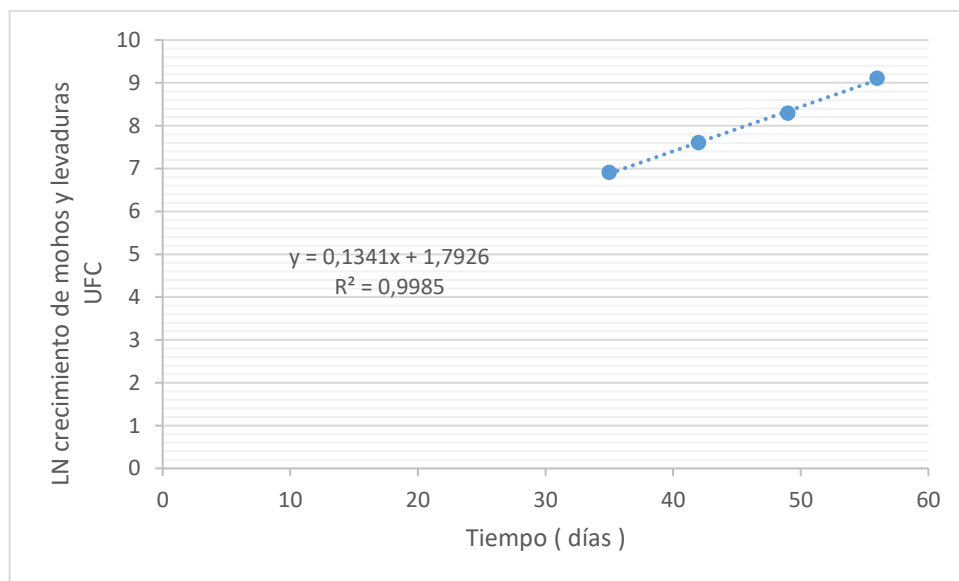
Regresión lineal Tiempo vs promedio de mohos y levadura UFC/ml de pulpa de mashua negra a (5°C)



Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos y levaduras de pulpa de mashua negra a (5°C)

Tiempo	LN de UFC/ml
35	6,90775528
42	7,60090246
49	8,29404964
56	9,10497986

Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de Crecimiento mohos y levaduras (UFC/ml) de pulpa de mashua negra a (5°C)



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R^2

ORDEN DE REACCION	COEFICIENTE DE CORRELACION R^2
orden cero	0,8895
orden uno	0,9985

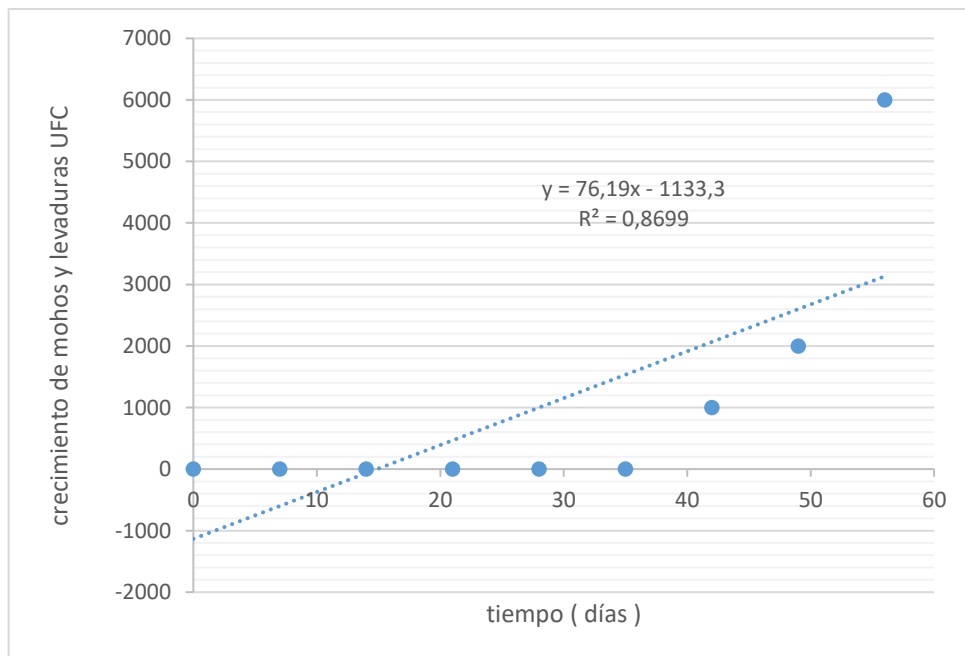
Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de mohos y levaduras es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Anexo 9. Orden de reacción cinética de mohos y levaduras para la temperatura de congelación (-18° C), Ayacucho – 2023.

Promedio de conteo de UFC / ml de la pulpa de mashua negra a (-18°C)

Tiempo	TR (-18° C)
1	0
7	0
14	0
21	0
28	0
35	0
42	1000
49	2000
56	6000

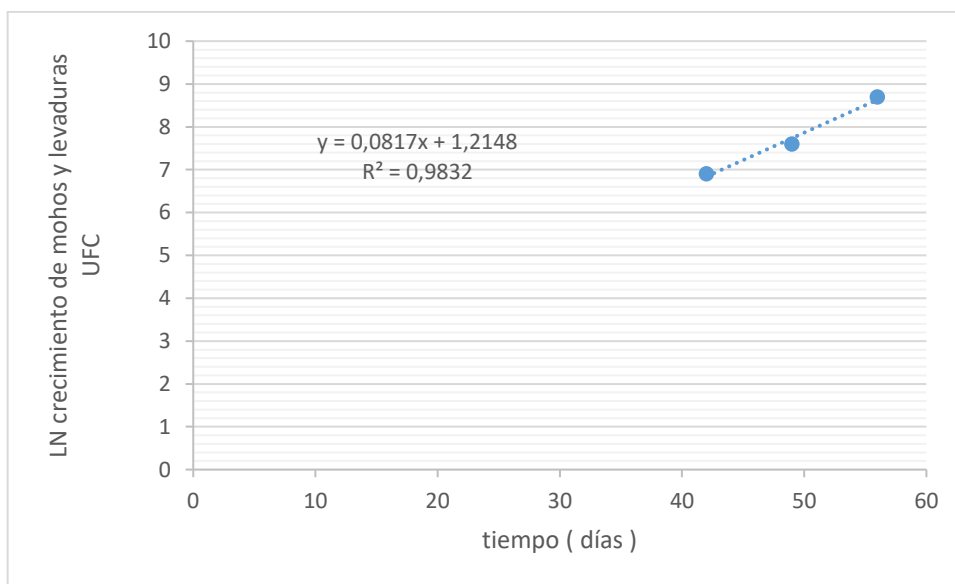
Regresión lineal Tiempo vs promedio de mohos y levadura UFC/ml de pulpa de mashua negra a (-18°C)



Ln del Promedio de conteo de UFC de mohos y levaduras de pulpa de mashua negra a (-18°C)

Tiempo	LN de UFC/ml
42	6,90775528
49	7,60090246
56	8,69951475

Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de Crecimiento mohos y levaduras (UFC/ml) de pulpa de mashua negra a (-18°C)



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R^2

ORDEN DE REACCION	COEFICIENTE DE CORRELACION R^2
orden cero	0,8895
orden uno	0,9985

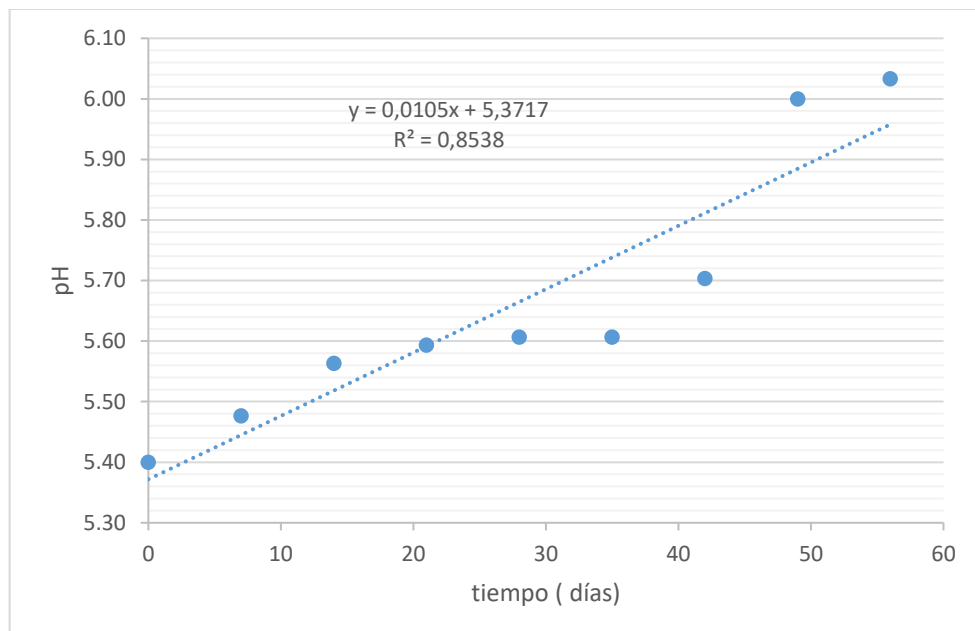
Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de mohos y levaduras es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Anexo 10. Orden de reacción cinética del pH para la temperatura de refrigeración (5°C), Ayacucho – 2023.

Promedio de pH de la pulpa de mashua negra a (5°C)

Tiempo	pH (5°C)
1	5,40
7	5,48
14	5,56
21	5,59
28	5,61
35	5,80
42	5,70
49	6,00
56	6,03

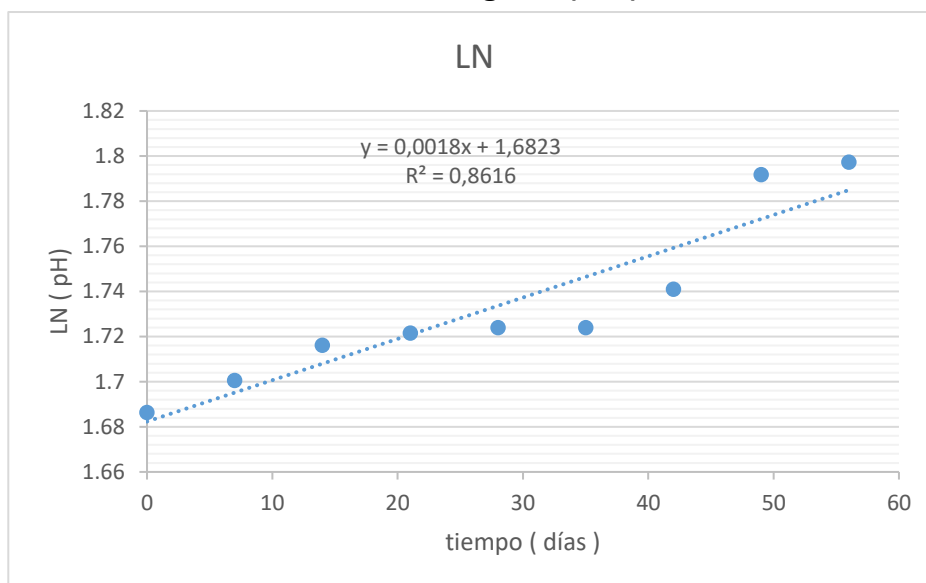
Regresión lineal Tiempo vs promedio de pH de la pulpa de mashua negra a (5°C)



Ln del Promedio de conteo del pH de la pulpa de mashua negra a (5°C)

TIEMPO	PH	LN
0	5.40	1.68639895
7	5.48	1.70049664
14	5.56	1.71619745
21	5.59	1.72157541
28	5.61	1.72395637
35	5.61	1.72395637
42	5.70	1.7410508
49	6.00	1.79175947
56	6.03	1.79729965

Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio del pH de la pulpa de mashua negra a (5°C)



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R²

ORDEN DE REACCION	COEFICIENTE DE CORRELACION R ²
orden cero	0,8538
orden uno	0,8616

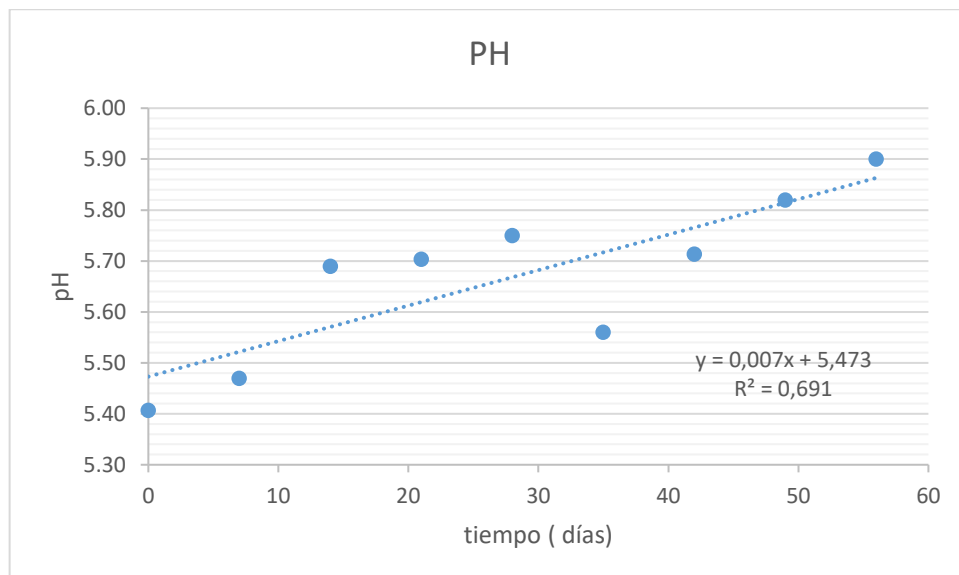
Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de mohos y levaduras es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Anexo 11. Orden de reacción cinética del pH para la temperatura de congelación (-18°C), Ayacucho – 2023.

Promedio de pH de la pulpa de mashua negra a (-18°C)

Tiempo	pH
1	5,41
7	5,47
14	5,69
21	5,70
28	5,75
35	5,56
42	5,71
49	5,82
56	5,90

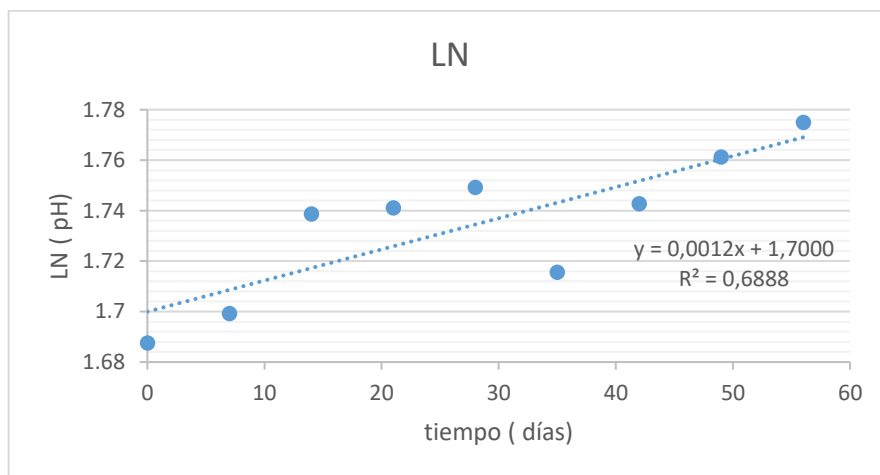
Regresión lineal Tiempo vs promedio de pH de la pulpa de mashua negra a (-18°C)



Ln del promedio del pH de la pulpa de mashua negra a (-18°C)

Tiempo	pH	Ln
0	5,41	1,68763276
7	5,47	1,69927862
14	5,69	1,73871025
21	5,70	1,7410508
28	5,75	1,74919985
35	5,56	1,71559811
42	5,71	1,74280262
49	5,82	1,76130026
56	5,90	1,77495235

Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio del pH de la pulpa de mashua negra a (-18°C)



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R²

ORDEN DE REACCION	COEFICIENTE DE CORRELACION R ²
orden cero	0,6888
orden uno	0,6918

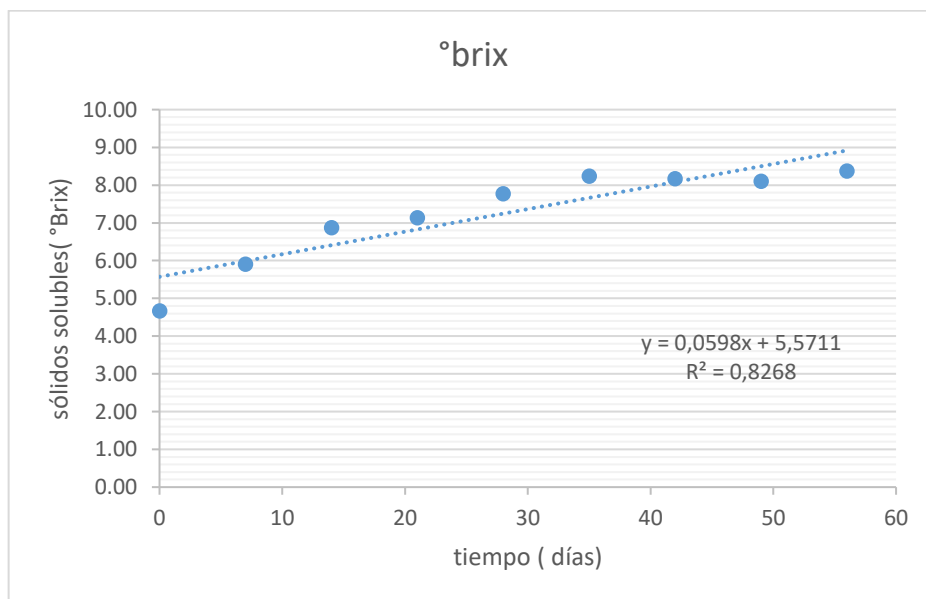
Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de mohos y levaduras es de "ORDEN UNO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Anexo 12. Orden de reacción cinética de sólidos solubles(°Brix) para la temperatura de refrigeración (5°C), Ayacucho – 2023.

Promedio de (°Brix) de pulpa de mashua negra (5°C)

tiempo	°brix
0	4,67
7	5,90
14	6,87
21	7,13
28	7,77
35	8,23
42	8,17
49	8,10
56	8,37

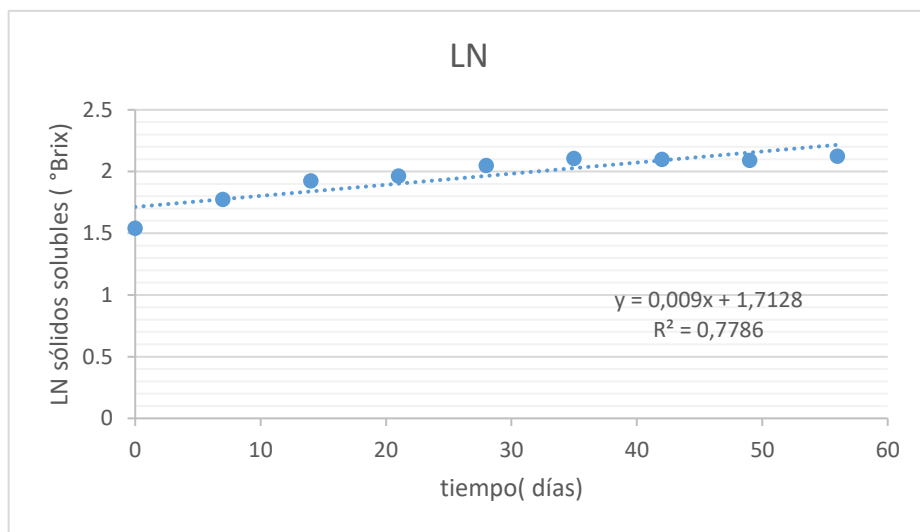
Regresión lineal Tiempo vs promedio de (°Brix) de la pulpa de mashua negra a (5°C)



Ln del promedio de (°Brix) de la pulpa de mashua negra a (5°C)

tiempo	°brix	LN
0	4,67	1,54044504
7	5,90	1,77495235
14	6,87	1,92667879
21	7,13	1,96477863
28	7,77	2,04984107
35	8,23	2,10819095
42	8,17	2,10006083
49	8,10	2,09186406
56	8,37	2,12425556

Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de (°Brix) de la pulpa de mashua negra a (5°C)



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R²

ORDEN DE REACCION	COEFICIENTE DE CORRELACION R ²
orden cero	0,8268
orden uno	0,7786

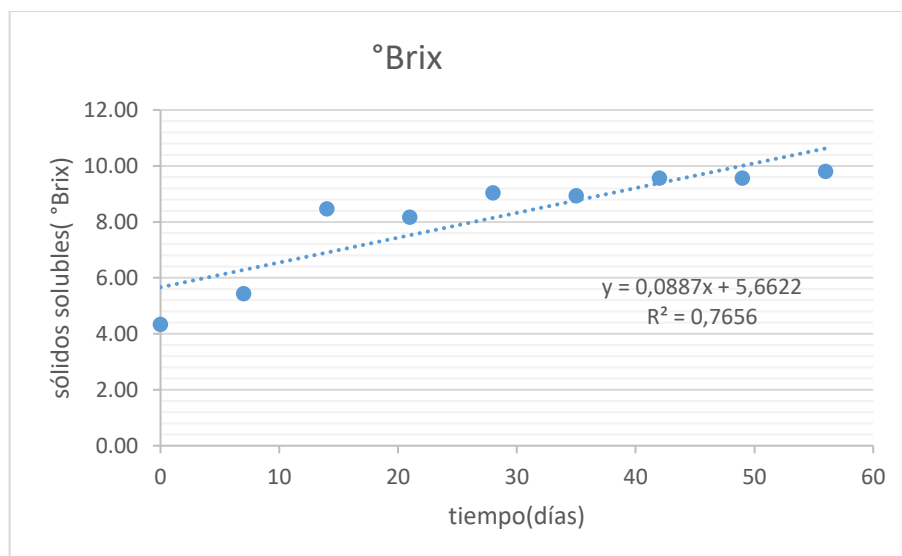
Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de mohos y levaduras es de "ORDEN CERO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1

Anexo 13. Orden de reacción cinética de sólidos solubles(°Brix) para la temperatura de congelación (-18°C), Ayacucho – 2023.

Promedio de (°Brix) de pulpa de mashua negra (-18°C)

tiempo	°brix
0	4,33
7	5,43
14	8,47
21	8,17
28	9,03
35	8,93
42	9,57
49	9,57
56	9,80

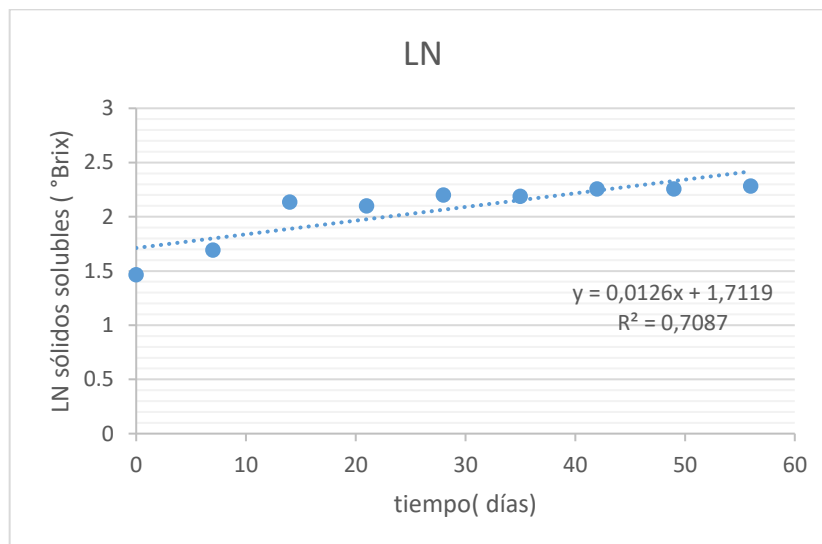
Regresión lineal Tiempo vs promedio de (°Brix) de la pulpa de mashua negra a (-18°C)



Ln del promedio de (°Brix) de la pulpa de mashua negra a (-18°C)

tiempo	°brix	LN
0	4,33	1,46633707
7	5,43	1,69255282
14	8,47	2,13613689
21	8,17	2,10006083
28	9,03	2,20092144
35	8,93	2,18978961
42	9,57	2,25828483
49	9,57	2,25828483
56	9,80	2,28238239

Regresión lineal Ln Tiempo vs Ln promedio de (°Brix) de la pulpa de mashua negra a (-18°C)



Para determinar el orden de reacción cinética se realiza la comparación de las R²

ORDEN DE REACCION	COEFICIENTE DE CORRELACION R ²
orden cero	0,7656
orden uno	0,7087

Por lo que se deduce que la orden cinética para el porcentaje de mohos y levaduras es de "ORDEN CERO", ya que el valor de la pendiente es más cercano al valor de 1.

Anexo 14. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES	ASPECTOS METODOLÓGICOS
Vida útil de pulpa de <i>Tropaeolum tuberosum</i> "mashua negra" envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.	¿Cuál será el tiempo de vida útil de la pulpa de <i>Tropaeolum tuberosum</i> "mashua negra" envasados en bolsas de polietileno y almacenadas en dos temperaturas diferentes en relación a sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensorial?	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el tiempo de vida útil de la pulpa de mashua negra envasados en bolsas de polietileno, almacenadas en temperatura de refrigeración y congelación.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar el análisis fisicoquímico de la pulpa de mashua negra envasados en bolsas de polietileno, almacenadas en temperatura de refrigeración y congelación.</p> <p>Determinar el análisis microbiológico de la pulpa de mashua negra envasados en bolsas de polietileno, almacenadas en temperatura de refrigeración y congelación.</p> <p>Determinar el análisis sensorial de la pulpa de mashua negra</p>	<p>ANTECEDENTES TEORÍAS Y ENFOQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mashua -Origen - Variedades de mashua -Composición Química Y Nutricional -Pulpa - Deterioro de la pulpa. -Congelación de alimentos - Aditivos alimentarios - Sustancias conservadoras - Polietileno de baja densidad - Vida útil de los alimentos - Estudio de la vida útil de los alimentos. -Modelos para determinar la vida útil -Método directo o en tiempo real - Método predictivo y degradación cinética -Técnicas de control de calidad - Parámetro fisicoquímico - Parámetro sensorial - Parámetro microbiológico <p>MARCO CONCEPTUAL</p> <p>MARCO LEGAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y 	El tiempo de vida útil de la pulpa de mashua negra almacenado en temperatura de refrigeración y congelación será mayor de 60 días, teniendo en cuenta la viabilidad de los parámetros sensoriales, microbiológicos y fisicoquímico así asegurando la integridad del producto.	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • - 18° C • 5°C <p>Tiempo</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 días • 7 días • 14 días • 21 días • 28 días • 35 días • 42 días • 49 días • 56 días <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Características fisicoquímicas</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH • Solidos solubles totales (°Brix) <p>Características microbiológicas</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aerobios mesófilos • Mohos y levaduras • <i>E. coli</i> • <i>Salmonella sp</i> <p>Características sensoriales</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color 	<p>DISEÑO DE INVESTIGACION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimental <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Básica <p>DISEÑO DE MUESTREO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población <p>La totalidad del tubérculo de mashua negra proveniente del distrito de Chungui de la provincia la Mar y departamento de Ayacucho</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra <p>Es una muestra no aleatoria de 30 kilos de mashua negra que no presentan signos ni síntomas de una enfermedad que pudieran alterar la composición de la pulpa, donde se va a medir y estudiar las propiedades.</p> <p>TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación • Protocolos de laboratorio <p>ANALISIS ESTADISTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño en bloque completo al azar

		<p>envasados en bolsas de polietileno, almacenadas en temperatura de refrigeración y congelación.</p>	<p>bebidas de consumo humano.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Directiva sanitaria N°032 – MINSa – DIGESA – V01. Procedimiento para la recepción de muestras de alimentos y bebidas de consumo humano en el laboratorio de Control Ambiental de la dirección general de salud ambiental del Ministerio de Salud - NTS N°071- MINSa/DIGESA.v.01.Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas. Norma Técnica Peruana – INACAL N° 012.901:2021 Copoazú. Pulpa congelada 2021. - Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios (GSFA) CODEX ALIMENTARIUS FAO-WHO. 		<ul style="list-style-type: none"> • Olor • Sabor • Textura 	<p>Se utilizará el programa MINITAB 21.1.0 para los análisis estadísticos.</p>
--	--	---	---	--	--	--



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Deysi Erica LLOCCLA QUISPE
RESOLUCIÓN DECANAL N° 243-2025-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día lunes dieciocho de agosto del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, el Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi (miembro – jurado), el Dr. José Alarcón Guerrero (miembro – jurado), el Ing. Percy Fermín Velásquez Ccosi (miembro – jurado), Dra. Vidalina Andia Ayme (miembro – asesor), actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel Moscoso García; para presenciar la sustentación de tesis titulada: Vida útil del pulpa de *Tropaeolum tuberosum* "mashua negra" envasados en polietileno, Ayacucho - 2023. presentado por la Bach. Deysi Erica LLOCCLA QUISPE; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi.	17	17	17
Dr. José Alarcón Guerrero	16	16	16
Ing. Percy Fermín Velásquez Ccosi	14	14	14
PROMEDIO			16

La sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis con treinta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista
Presidente

Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi
Miembro - jurado

Dr. José Alarcón Guerrero
Miembro – jurado

Dra. Vidalina Andia Ayme
Miembro – asesor

Ing. Percy Fermín Velásquez Ccosi
Miembro – jurado

Mg. Luis Uriel Moscoso García
secretario docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 063-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Vida útil de pulpa de *Tropaeolum tuberosum* "mashua negra" envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.**, por DEYSI ERICA LLOCCLA QUISPE; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 19%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 11 de noviembre del 2025.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Vida útil de pulpa de Tropaeolum tuberosum “mashua negra” envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.

por DEYSI ERICA LLOCLLA QUISPE

Fecha de entrega: 07-nov-2025 09:12p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2807265006

Nombre del archivo: LLOCLLA_QUISPE-_Deysi-_pregrado-_2025_TURNITIN.pdf (790.72K)

Total de palabras: 10197

Total de caracteres: 50941

Vida útil de pulpa de *Tropaeolum tuberosum* "mashua negra" envasados en polietileno, Ayacucho – 2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.fcb.uanl.mx Fuente de Internet	1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
10	www.digesa.minsa.gob.pe Fuente de Internet	1%
11	kupdf.net Fuente de Internet	<1%

12	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	revistas.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.sanipes.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words