

Efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt hipograso

por Jhony Salcedo Osorio

Fecha de entrega: 20-mar-2024 09:28a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2325785734

Nombre del archivo: Tesis_Final_JS_Ok.doc (1.52M)

Total de palabras: 18228

Total de caracteres: 96959

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL



**Efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum
tuberosum Ruiz & Pavón*) sobre las características
fisicoquímicas y sensoriales del yogurt hipograso**

Tesis para para optar el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Presentado por:

Bach. Jhony Salcedo Osorio

Asesor:

Dr. Saúl Ricardo Chuqui Diestra

AYACUCHO – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A DIOS fuente de vida y sabiduría.

*A mi padre Cevero Salcedo Cabezas y
a mi madre Octavia Osorio Pareja por
haberme forjado como la persona que
soy hoy en día; muchos de mis logros
se los debo a ustedes gracias al
apoyo, comprensión y motivación que
me brindaron.*

AGRADECIMIENTOS

- *A mi alma mater la tricentenaria Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a mis docentes de la FIQM, de manera resaltante a los docentes de la E. P. de Ingeniería Agroindustrial por su entrega e indesmayable esfuerzo al compartir sus experiencias para mi buena formación académica.*
- *Al Dr. Saúl Ricardo Chuqui Diestra por la asesoría de este trabajo y por el apoyo incondicional brindado para culminar esta investigación.*
- *A mis hermanas, amigos y a aquellos que han contribuido de una u otra manera en mi formación académica.*

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) en proporciones de 3, 6 y 9% sobre el yogurt hipograso. Se diseñaron 3 tratamientos utilizando un diseño completamente aleatorio (DCA). Se evaluaron las características fisicoquímicas (Proteína, grasa, acidez titulable, pH y viscosidad) y funcionales (polifenoles totales y capacidad antioxidante). La evaluación organoléptica (Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general) se evaluó utilizando una escala hedónica de 5 puntos con 30 panelistas. Los resultados expresaron que el contenido proteico no mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), el contenido graso, acidez titulable, pH y viscosidad presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) cuyo valores fluctuaron entre 0,189 a 0,208%; 0,91 a 1,14%; 4,72 a 4,91 y 1,08 a 1,15 cp respectivamente. El contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante también se vio influenciada por la adición de pulpa de mashua en el yogurt hipograso mostrando significancia estadística ($p < 0,05$) cuyo valores fluctuaron entre 1,346 a 4,037 mg G.A.E./g y 0,455 a 1,366 μ M trolox/100 g respectivamente. La evaluación organoléptica del yogurt hipograso mostró aceptabilidad general en la escala hedónica de 4 puntos correspondiente al calificativo de "BUENO" para la proporción de 6% de pulpa añadida, los atributos color, olor, sabor y textura también tuvieron puntuación similar.

Palabras clave: pulpa de mashua, yogurt hipograso, diseño completo al azar, características funcionales.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the effect of adding mashua pulp (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) in proportions of 3, 6 and 9% on low-fat yogurt. 3 treatments were designed using a completely randomized design (DCA). The physicochemical characteristics (Protein, fat, titratable acidity, pH and viscosity) and functional characteristics (total polyphenols and antioxidant capacity) were evaluated. The organoleptic evaluation (Color, smell, flavor, texture and general acceptability) was evaluated using a 5-point hedonic scale with 30 panelists. The results indicated that the protein content did not show significant statistical differences ($p < 0.05$), the fat content, titratable acidity, pH and viscosity presented significant statistical differences ($p < 0.05$) whose values fluctuated between 0.189 to 0.208%; 0.91 to 1.14%; 4.72 to 4.91 and 1.08 to 1.15 cp respectively. The content of total polyphenols and antioxidant capacity was also influenced by the addition of mashua pulp in low-fat yogurt, showing significant statistical differences ($p < 0.05$) whose values fluctuated between 1.346 to 4.037 mg G.A.E./g and 0.455 to 1.366 μM trolox /100 g respectively. The organoleptic evaluation of the low-fat yogurt showed general acceptability on the 4-point hedonic scale corresponding to the rating of "GOOD" for the proportion of 6% added pulp; the attributes color, smell, flavor and texture also had similar scores.

Key words: mashua pulp, low fat yogurt, complete random design, functional features.

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.4 Hipótesis	3
1.5 Justificación	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	6
2.2 La Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón)	7
2.1.1 Generalidades	7
2.1.2 Taxonomía	8
2.1.3 Composición química	8
2.1.4 Compuestos bioactivos en la mashua	10
2.1.5 Formas de uso de la mashua	10
2.2 El yogurt	11
2.2.1 Generalidades	11
2.2.2 Clasificación del yogurt	12
2.2.3 Proceso de elaboración de yogurt	13
2.2.4 Aspectos bioquímicos que suceden en el proceso de elaboración	15
2.2.5 Aspectos fisicoquímicos del yogurt	15
2.2.6 Bacterias lácticas en la elaboración de yogurt	17
2.3 Evaluación sensorial	17
2.3.1 Pruebas afectivas	18
2.3.2 Escala hedónica	18
2.3.3 Calidad sensorial del yogurt	19
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Materiales	21
3.1.1 Materia prima y otros	21
3.1.2 Reactivos	21
3.1.3 Materiales de laboratorio	21
3.2 Equipos e instrumentos	21

3.3	Métodos de análisis fisicoquímicos	22
3.3.1	Análisis fisicoquímico de la pulpa de mashua	22
3.3.2	Análisis fisicoquímico de la pulpa del yogurt con pulpa de mashua	23
3.3.3	Análisis funcional del yogurt con pulpa de mashua	23
3.3.4	Análisis sensorial	23
3.4	Diseño experimental	23
3.4.1	Obtención de pulpa de mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón)	24
3.4.2	Elaboración de yogurt con adición de pulpa de mashua	24
3.5	Diseño estadístico	25
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	Caracterización de la materia prima	27
4.1.1	Caracterización fisicoquímica de la leche desgrasada	27
4.1.2	Caracterización funcional de la pulpa de mashua	28
4.1.3	Caracterización fisicoquímica de la leche desgrasada	29
4.2	Caracterización fisicoquímica del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua según diseño planteado	30
4.2.1	Evaluación estadística de la proteína del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	32
4.2.2	Evaluación estadística del contenido de grasa del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	33
4.2.3	Evaluación estadística de la acidez titulable del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	34
4.2.4	Evaluación estadística del pH del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	36
4.2.5	Evaluación estadística de la viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	37
4.2.6	Evaluación estadística de los polifenoles totales en el yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	40
4.2.7	Evaluación estadística de capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	41
4.3	Evaluación organoléptica del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua según diseño planteado	42
4.3.1	Prueba de Friedman para el atributo Color	43
4.3.2	Prueba de Friedman para el atributo Olor	45
4.3.3	Prueba de Friedman para el atributo Sabor	47

4.3.4	10 Prueba de Friedman para el atributo Textura	49
4.3.5	10 Prueba de Friedman para el atributo aceptabilidad general	51
4.4	Contrastación de hipótesis del diseño planteado	53
V	CONCLUSIONES	56
VI	RECOMENDACIONES	57
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
VIII	ANEXOS	65

LISTA DE FIGURAS

16	Figura 1	<i>La mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón)</i>	8
10	Figura 2	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt bajo en grasa	16
	Figura 3	Diseño experimental planteado en este estudio	24
	Figura 4	Representaciones gráficas de los valores fisicoquímicos evaluados del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	31
	Figura 5	Representación gráfica de los valores de polifenoles totales y capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	39
	Figura 6	Representación gráfica de los valores del análisis organoléptico del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	43
	Figura 7	Rangos de análisis de Friedman del atributo color	43
	Figura 8	Información de campo continuo según Friedman para el atributo color del tratamiento T2 (6%)	45
	Figura 9	Rangos de análisis de Friedman del atributo olor	45
	Figura 10	Información de campo continuo según Friedman para el atributo olor del tratamiento T2 (6%)	47
	Figura 11	Rangos de análisis de Friedman del atributo sabor	47
	Figura 12	Información de campo continuo según Friedman para el atributo sabor del tratamiento T2 (6%)	49
	Figura 13	Rangos de análisis de Friedman del atributo textura	49
	Figura 14	Información de campo continuo según Friedman para el atributo textura del tratamiento T2 (6%)	51
	Figura 15	Rangos de análisis de Friedman del atributo: Aceptabilidad general	51
	Figura 16	Información de campo continuo según Friedman para el atributo aceptabilidad general del tratamiento T2 (6%)	53

Tabla 1	Composición química de la mashua (En 100 gramos de parte comestible)	9
Tabla 2	Capacidad antioxidante de algunos tubérculos	10
Tabla 3	Requisitos fisicoquímicos del yogurt	16
Tabla 4	Requisitos microbiológicos del yogurt	17
Tabla 5	Diseño de investigación a emplear	26
Tabla 6	Características fisicoquímicas de la pulpa de mashua (g /100 g de parte comestible)	27
Tabla 7	Características funcionales de la pulpa de mashua	28
Tabla 8	Características fisicoquímicas de la leche de vaca desgrasada o desnatada (g /100 g parte comestible)	29
Tabla 9	Valores fisicoquímicos del yogurt hipo graso con adición de pulpa de mashua	30
Tabla 10	Análisis de varianza (ANOVA) del contenido proteico del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua	32
Tabla 11	Análisis de varianza (ANOVA) del contenido graso del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua	33
Tabla 12	Prueba de Tukey para el contenido graso del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.	33
Tabla 13	Análisis de varianza (ANOVA) de la acidez titulable del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua	34
Tabla 14	Prueba de Tukey para la acidez titulable del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.	35
Tabla 15	Análisis de varianza (ANOVA) del pH del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua	36

Tabla 16	Prueba de Tukey para el pH del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.	36
Tabla 17	¹ Análisis de varianza (ANOVA) de la viscosidad del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua	37
Tabla 18	² Prueba de Tukey para la viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.	38
Tabla 19	Valores funcionales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	39
Tabla 20	Análisis de varianza (ANOVA) de los polifenoles totales del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua	40
Tabla 21	Prueba de Tukey para los polifenoles totales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.	40
Tabla 22	Análisis de varianza (ANOVA) de la capacidad antioxidante del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua	41
Tabla 23	Prueba de Tukey para la capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	41
Tabla 24	Prueba de Tukey para la capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	42
Tabla 25	³¹ Estadísticos de Friedman para el atributo COLOR	44
Tabla 26	Prueba de comparación de medias del atributo COLOR según Friedman	44
Tabla 27	³¹ Estadísticos de Friedman para el atributo OLOR	46
Tabla 28	Prueba de comparación de medias para el atributo OLOR según Friedman	46
Tabla 29	Estadísticos de Friedman para el atributo SABOR	48

Tabla 30	Prueba de comparación de medias para el atributo SABOR según Friedman	48
Tabla 31	Estadísticos de Friedman para el atributo: textura	50
Tabla 32	Prueba de comparación de medias para el atributo TEXTURA según Friedman	50
Tabla 33	Estadísticos de Friedman para el atributo: Aceptabilidad general	52
Tabla 34	Prueba de comparación de medias para el atributo TEXTURA según Friedman	52
Tabla 35	Resultados de la evaluación estadística del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua.	54

ANEXOS

Anexo 1	<i>Ficha técnica de los cultivos lácticos</i>	65
Anexo 2	Ficha de evaluación organoléptica del yogurt hipograso con pulpa de mashua	66
Anexo 3	Evaluación organoléptica del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua	67

INTRODUCCIÓN

La OMS aconseja consumir alimentos envasados bajos en azúcar, sal y grasas saturadas porque la población tiende hoy en día a consumir productos más sanos. Esto se debe en parte al ²⁹ aumento de las enfermedades no transmisibles (diabetes, obesidad, enfermedades ¹² cardiovasculares y cáncer), que están incrementando la mortalidad en todo el mundo. (OMS, 2019).

Se han realizado estudios sobre ¹² la tecnología de producción del yogur, la utilización de ingredientes no convencionales y la reducción del contenido en grasa para ofrecer a los consumidores un producto que, a pesar de todo, sea sano desde el punto de vista nutricional. (Andrade, Arteaga, & Simanca, 2010).

Numerosos parámetros, como la composición de la leche, la combinación y el tiempo de acidificación de las bacterias lácticas, el contenido total de sólidos y el nivel de grasa, influyen en la textura del yogur. (Sandoval, Lobato, Aguirre & Vernon, 2004).

En la fabricación del yogur se utilizan muchos aditivos, como ¹² edulcorantes (glucosa, sacarosa), agentes estabilizadores (gomas vegetales, gelatina, pectina y almidones), aromatizantes y colorantes naturales o artificiales, y frutas. Estos aditivos confieren al alimento estabilidad fisicoquímica, mejoran sus cualidades sensoriales y alargan su vida útil. (Suárez et al. 2014).

La mashua es un cultivo escaso y poco atractivo por su bajo valor de mercado. Además, contiene isotiocianatos, que se generan cuando se hidrolizan los glucosinolatos, lo que le confiere un ardiente sabor crudo que puede volverse dulce al cocinarla (Beltrán & Mera, 2014), con estas características este tubérculo se puede aprovechar como ingrediente en la preparación de productos lácteos.

El yogurt es un producto que tiene aceptabilidad ⁵ en consumidores de distintas edades (Suarez et al. 2014), este trabajo no solo se basa en disminuir el aporte calórico con la eliminación de la grasa de la leche sino con la adición de pulpa de mashua se incrementaría el contenido proteico, compuestos bioactivos y antioxidantes.

Para ello, se planteará el siguiente objetivo principal: evaluar el efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) ⁵ sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt hipograso, asimismo, se determinará las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de mashua.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, la tendencia es desarrollar productos que sean saludables, nutritivos, deliciosos y que tengan el efecto de nutrir el cuerpo humano, mejorando la salud, la calidad de vida y reduciendo el riesgo de enfermedades.

También la tendencia de consumir productos orgánicos y naturales va en aumento, siempre y cuando cumpla con exigencias y expectativas del consumidor. Esto implica a producir productos cada vez más inocuos, saludables que mantengan o superen las características nutricionales de los alimentos tradicionales.

Aumentar el consumo de alimentos naturales ricos en nutrientes puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles. Los productos vegetales, en particular, son beneficiosos por su alto contenido en macro y micronutrientes y compuestos bioactivos como la pulpa de mashua.

La finalidad del consumo de productos que contienen fitoquímicos con propiedades antioxidantes, como la mashua que reduce el riesgo de enfermedades no transmisibles como la diabetes, el cáncer y la artritis. Además, los glucosinolatos tienen aplicaciones terapéuticas en el tratamiento de cálculos renales, afecciones hepáticas, problemas de próstata y anemia. (Beltrán & Mera, 2014).

En esta investigación se busca aprovechar la pulpa de mashua para así utilizar en la formulación de productos saludables, como yogurt hipograso.

1.2 Formulación del problema

General

¿Cuál será el efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt hipograso?

Específicos

¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del yogurt hipograso con pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón)?

¿Cuáles serán las características funcionales del yogurt hipograso con pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón)?

¿Influirá la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) en la aceptabilidad del consumidor?

1.3 Objetivos

General

Evaluar el efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales del yogurt hipograso

Específicos

- Determinar las propiedades fisicoquímicas del yogurt hipograso con pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), mediante métodos de análisis instrumental.
- Determinar las características funcionales del yogurt hipograso con pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), mediante métodos de análisis instrumental.
- Determinar la aceptabilidad del yogurt hipograso con adición pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón).

1.4 Hipótesis

Hipótesis general

La adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) en el yogurt hipograso tendrá influencias positivas sobre las características fisicoquímicas y sensoriales.

Hipótesis específicas

- Con una formulación adecuada de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) se obtendrá el yogurt hipograso con calidad esperada.
- Con la aplicación de análisis instrumental será posible evaluar las características fisicoquímicas del yogurt hipograso con pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón).
- Con la aplicación de análisis instrumental será posible evaluar las características funcionales del yogurt hipograso con pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón).
- La adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) en el yogurt hipograso influirá en la aceptabilidad del consumidor.

1.5 Justificación.

Actualmente existe la tendencia de la población por consumir cada vez con más frecuencia productos saludables, que contengan nutrientes y compuestos bioactivos y así prevenir enfermedades no transmisibles, como la diabetes, obesidad entre otras.

La mashua contiene aproximadamente un 15% de proteínas en base seca, es rica en betacaroteno y contiene sales minerales como K, P, Fe, Mn, Zn y Cu. También contiene antioxidantes como la vitamina C y se vuelve más dulce durante el almacenamiento, ya que los almidones del azúcar se hidrolizan. (Beltrán & Mera, 2014).

Hoy en día, los consumidores eligen alimentos que les aporten algo más que un simple aporte nutricional. En consecuencia, existe un gran interés por el desarrollo de productos que contengan probióticos, que son microorganismos beneficiosos, y prebióticos, que son sustancias beneficiosas para la salud, ya sea como ingredientes de los alimentos o añadidos durante su procesado.

Dado que el ácido láctico creado durante la fermentación hace que la mashua sea relativamente estable en comparación con la leche, este hallazgo es importante para utilizar la pulpa fresca obtenida de ella en la fabricación de yogur bajo en grasas, teniendo efectos benéficos para la salud, su acción sobre el sistema digestivo lo convierte en una auténtica defensa natural contra todo tipo de infecciones y enfermedades

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

(Fabela, 2013) en su tesis “Desarrollo de un producto lácteo tipo yogurt bajo en grasa y adicionado de fibra dietética mediante el uso de inulina y maltodextrina” concluyó lo siguiente:

Se encontró que la inulina compite más por el agua disponible durante la experimentación para la estandarización del proceso de elaboración del yogurt, ya que al agregar primero la maltodextrina y en segundo lugar la inulina, ésta no podía dispersarse adecuadamente y se formaban grumos, por lo que fue necesario, en primer lugar, adicionar la inulina. De las seis formulaciones, se constató que, al incrementar la concentración de inulina y maltodextrina, la apariencia y el color del yogurt se presentaban ligeramente más turbios y opacos. El índice de grasa se elevó al 0,46%, mientras que la fibra dietética se incrementó al 5,41%, lactosa 2,985 y proteína 3.94%.

(Arango & Parra, 2017) en su trabajo “Efecto del concentrado de cubio (*Tropaeolum tuberosum*) en las características fisicoquímicas y reológicas del yogur” concluyeron:

Un sustituto viable para desarrollar compuestos alimentarios es la adición de cubio en diferentes cantidades. Mientras que los valores de pH variaron de 2 a 4,6, los valores de acidez de los tres procedimientos de tratamiento, es decir, 3,7 y 10%, se elevaron en un valor superior al 0,9% de ácido láctico. En las operaciones de tratamiento, la presencia de sinéresis tuvo un valor del 51%. Reológicamente hablando, el yogur experimentó una actitud particular de tipo pseudoplástico en cada uno de sus tres tratamientos. Los tres tratamientos no sólo cumplieron los requisitos técnicos de proteína y acidez titulable, sino que además no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Los tratamientos con menor concentración de cubitos fueron los más eficaces.

(Castilla & Muñoz, 2017) en su tesis “Elaboración de un yogur cuchareable fortificado con zumo de vegetales encapsulado y cáscara de piña pulverizada para población infantil” concluyeron lo siguiente:

Se creó una estrategia experimental que consistía en añadir zumo encapsulado en alginato de sodio de forma continua mientras se ajustaba la cantidad de CPP

(cáscara de piña pulverizada) en concentraciones de 5, 7 y 9% (T1, T2 y T3), además de atenerse a una norma predeterminada. Con un porcentaje de sinéresis del 18,34%, el T2 fue el tratamiento que mejor respondió. Se observaron variaciones notables entre los tratamientos y la norma. También quedó claro que las cápsulas ayudaban a controlar este parámetro absorbiendo agua. La norma mostró la mejor reacción en términos de viscosidad (3812,3 cP). Sin embargo, T1 y T2 también se ajustan a la norma del yogur de cuchare. Sin embargo, se ha descubierto que la fuente T2 es apropiada para

(Máximo & Serquen, 2020) en su tesis "ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DEL YOGURT DE TUNA (*Opuntia ficus indica*) CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LECHE DE CABRA (*Capra hircus*)" concluyeron lo siguiente:

Se crearon tres tratamientos (30% de leche de cabra y 70% de leche de vaca para T1, 50% de leche de cabra y 50% de leche de vaca para T2, y 70% de leche de cabra y 30% de leche de vaca para T3). De ellos, el análisis T3, compuesto por un 70% de leche de cabra y un 30% de leche de vaca, destacó por su composición sensorial, así como por su composición de 87%, 5,10% de hidratos de carbono, 3,92% de proteínas, 1,00% de grasas y 1,40% de cenizas.

2.2 La Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón)

2.2.1 Generalidades

El reto sigue siendo fuerte, sobre todo en las regiones altoandinas de la sierra peruana, como Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Pasco y La Libertad, cuyos distritos más pobres se ubican en los tres primeros grupos de pobreza monetaria, a pesar de que se ha avanzado en la reducción de la pobreza monetaria en 1119 distritos entre 2013 y 2018. (INEI, 2020). No obstante, una parte importante de la agrobiodiversidad peruana se encuentra en estas zonas, donde se pueden encontrar diversos cultivos como la Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón), que tienen potencial para integrarse con modelos de cultivo agroecológicos y diversidad productiva en sistemas agroforestales. (Dilas-Jiménez & Ascurra-Toro, 2020), lo que puede ser sustentable, pero que en la actualidad son subutilizados (Pastor et al., 2006); además en estas regiones son predominantemente de pequeña agricultura, que en el mundo es la principal fuente de alimentación (Migliorini & Wezel, 2017).

Conocido como mashua o maswa en Perú, este tubérculo también recibe diversos nombres, como "añu", "isaño" y "cubio" en otros países. Este tubérculo, que se cultiva en la región andina y se llama mashua o maswa en Perú, también se conoce con distintos nombres en otros países, como "añu", "isaño" y "cubio". Desde la Edad Media, este tubérculo se consume en Sudamérica junto con otros tubérculos como la oca y el ullucu. Debido a sus propiedades antifrodisíacas, el ejército inca debía utilizar el añu o mashua como alimento durante las largas campañas. (Fernandez, 1973).

¹² La mashua es posiblemente originaria de la región del Altiplano de Perú y Bolivia. No obstante, especies silvestres se encuentran habitualmente en diversas áreas elevadas de los valles interandinos. Los cronistas señalan al grupo étnico Múiscos del reino Chibcha, en Colombia, como pobladores que la consumían. El cultivo se concentra a partir de 1500 hasta 4200 msnm y su distribución geográfica es desde Colombia hasta Bolivia. La planta presenta una capacidad de acomodar óptimas condiciones climáticas (Tapia y Fries, 2007).

¹³ La mashua tiene un sabor ocre y picante porque contiene la sustancia química isotiocianatos. Sin embargo, cuando se cocina, su sabor se vuelve dulce, y tiene un alto contenido en almidón que la hace más nutritiva que cereales como el arroz o las patatas. (Del Águila, 2018).

La mashua pertenece a la categoría de los tubérculos comestibles andinos. Comparada con otros tubérculos altoandinos, su conocimiento económico es mucho menor. El potencial nutricional de este tubérculo será revelado en este estudio, junto con otros factores recientemente descubiertos que pueden tener el potencial de conducir a un uso más amplio del tubérculo tanto dentro como fuera de su área de distribución original. (Taipe, 2017).

Figura 1

La mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón)



Fuente: (PROMPERÚ, 2017)

2.2.2 Taxonomía

Según, Temoche et al., (2004), la clasificación taxonómica de las mashua es la siguiente:

Reino: Vegetal.

Clase: Angiospermas.

Sub clase: Dicotiledoneas.

Orden: Geraniales.

Familia: Tropaeolaceae.

Género: *tropaeolum*.

Especie: *tuberosum* R. et P.

Nombre Científico: *tropaeolum tuberosum* R. et P.

Nombres Comunes: "mashua", "añu", "cubios", "navios", "isaño", "isañu"

2.1.3. Composición química

En 1987, King & Gershoff realizaron un examen nutricional de los cultivos andinos y descubrieron que la mashua incluía los siguientes nutrientes: humedad (78,3% - 92,4%), proteínas (6,9% - 15,7%), carbohidratos (69,7% - 79,5%), grasas (0,1% - 0,4%), cenizas (4% - 6,5%), fibra (7,8% - 8,6%) y calorías/100g (342,0 - 350,0)..

La composición química de la mashua viene determinada principalmente por rasgos hereditarios. La composición química de los tubérculos de una misma planta puede variar significativamente en función de una serie de parámetros como la accesión, las zonas de crecimiento, las técnicas de cultivo, el almacenamiento, la madurez de

la cosecha, etc. En la mashua se han detectado concentraciones significativas de carotenos (un tipo de vitamina A) y vitamina C (77 mg por 100 gramos de materia fresca comestible), cuatro veces superiores a las de la patata (Tapia y Fries, 2007)..

3

Tabla 1

Composición química de la mashua (En 100 gramos de parte comestible)

Componente	Unidad	Contenido	
		1	2
Energía	Kcal	32	76
Humedad	g	88	80
Proteínas	g	0,7	9,17
Grasa	g	0,1	0,7
Carbohidratos	g	10,6	75,40
Fibra	g	2,9	5,86
Cenizas	g	0,5	0,80
Calcio	mg	-	0,006
Fósforo	mg	-	0,32
Hierro	mg	0,37	0,42
Vitamina A	mg	12	--
Tiamina	mg	0,02	--
Vitamina C	mg	42,06	--
Almidón	g	--	46,96

Fuente: ¹(Reyes et al., 2017), ²(Del Águila, 2018)

Dependiendo del cultivar, la mashua puede tener un contenido proteico del 15% o menos (Aguado, 2017). La mashua tiene cualidades antioxidantes como el ácido ascórbico y es rica en betacaroteno y minerales como K, P, Fe, Mn, Zn y Cu. Los almidones se hidrolizan en azúcar, por lo que almacenarla la hace más dulce. El componente primordial de las tropeoláceas es el glucosinolatos, los cuales poseen múltiples propiedades medicinales de la especie (Beltrán & Mera, 2014).

2.1.4. Compuestos bioactivos en la mashua

Las frutas, las verduras y las bacterias "lácticas" que se encuentran en los productos lácteos elaborados por fermentación láctica son fuentes ricas en sustancias bioactivas, a menudo conocidas como fitonutrientes o fitoquímicos, que tienen beneficios para la salud más allá de los de la nutrición básica (León, 2018). Debido a sus múltiples usos, potencial antioxidante y potencial para prevenir el cáncer, las sustancias bioactivas como los polifenoles y flavonoides han sido estudiadas en los campos de la nutrición y el negocio de los alimentos (Valencia et al., 2017). Dado que los antioxidantes trabajan para proteger a las células de sustancias químicas que podrían dañarlas, tener suficiente capacidad antioxidante es esencial para mantener una dieta saludable para el organismo (Ibarra, 2020).

Tabla 2

Capacidad antioxidante de algunos tubérculos

Tubérculo	Mg Trolox Eq. /g
Camote	2119-15573
Mashua	1179-10002
Oca	1738-8092
Yacón	832-5082
Papas nativas	2366-3499
Olluco	432-1524

Fuente: Campos et al. (2006)

Huaccho (2016) realizó un análisis exhaustivo del potencial antioxidante, concentración de componentes fenólicos, antocianinas y carotenoides de 84 variedades de mashua cusqueña. Sobre la base de tres técnicas de ensayo diferentes (ABTS, FRAP y ORAC), los resultados mostraron que la mashua tiene una amplia capacidad antioxidante (20,6 128,2, 22,7-173,2 y 35,1-158,8 $\mu\text{mol TE/g}$ (b.s.), respectivamente. Varios cultivos mostraron valores superiores a los de frutas y hortalizas específicas con fuerte potencial antioxidante. El rango de antocianinas fue de 0,9 a 2,68 mg de cianidina-3-glucósido equivalente (CGE)/g (b.s.), y el rango de compuestos fenólicos fue de 5,5 a 16,7 mg de ácido gálico equivalente/g (b.s.) y el rango de carotenoides (b.s.) fue de 0,48 a 15,09 mg β -caroteno/100 g. Los cultivares amarillos destacaron por su concentración de antocianinas y componentes fenólicos, mientras que los cultivares morados destacaron por su contenido de carotenoides.

Según Díaz (2019), la mashua morada tiene un alto contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante. Esto se debe a que se utilizó el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) para determinar la actividad antioxidante, y el método Folin Ciocalteu (que examinó la concentración de ácido gálico (AG)) para determinar el contenido de compuestos fenólicos. Los resultados mostraron que el contenido de compuestos fenólicos era de $779,14 \pm 32,81$ $\mu\text{g AG/ml}$ de extracto para la actividad antioxidante.

Se demostró que la capacidad antioxidante de la mashua es potenciada por los compuestos fenólicos, como lo demuestra su moderada y buena correlación con las diversas capacidades antioxidantes y su moderada y baja asociación con las antocianinas (Huaccho 2016).

2.1.5. Formas de uso de la mashua

Debido a que la mashua tiene tantos beneficios nutricionales, es un alimento de consumo común. En la industria, la harina de mashua puede comprarse como punto de partida para la creación de diferentes productos, lo que evita la necesidad de caracterizar adecuadamente la harina y estandarizar los métodos. Después de las pruebas y la caracterización, el estudio colombiano descubrió usos potenciales para la mashua, incluyendo espesantes, mezclas de bebidas, productos de panadería y embutidos de carne (Tuiran, 2017). La mashua también se consume en las zonas de producción en guisos que contienen huevos, carnes, verduras y otros ingredientes (King & Gershoff, 1987). Además de utilizarla medicinalmente para disminuir inflamaciones en las regiones renal y prostática, los productores de las zonas productoras consumen la mashua hervida o cosida al fuego. (Aruquipa et al., 2017).

2.2 El yogurt

2.2.1 Generalidades

El yogurt, un producto lácteo coagulado, se produce cuando fermentan dos bacterias termófilas. El yogurt obtiene su acidez y aroma característicos de estas bacterias (Silva et al., 2014). Según Moreira et al. (2017), es una buena fuente de nutrientes con beneficios para la salud como reforzar el sistema inmunitario, prevenir el cáncer y reducir el colesterol.

Según Fu et al. (2018), el yogurt es una combinación viscoelástica en forma de gel formada por una estructura de red heterogénea generada principalmente por miscelas de caseína y soportada por agregados de proteína de suero.

El yogur es un alimento muy nutritivo porque contiene multitud de nutrientes que el organismo necesita para funcionar correctamente, como el calcio, que favorece la salud ósea, el potasio, que reduce la presión arterial, la vitamina D, la proteína de la leche, que ayuda al consumo y la reparación de la masa muscular, y los probióticos, que favorecen la salud digestiva (Enciso, 2016).

Uno de los alimentos más populares del mercado es el yogur, que posiblemente sea también el producto saludable más antiguo. Debido a sus numerosas ventajas para la salud, se ha investigado mucho para crear nuevas variedades de yogur, como las enriquecidas con fibra, vitaminas, calcio y otros nutrientes de origen vegetal o animal (Córdova et al., 2018).

Según Hashemi, Hadi, Mesbahi & Amin (2015), la reforzamiento de productos como el yogur es una buena forma de mejorar la ingesta de nutrientes en los alimentos diarios.

2.2.2 Clasificación del yogurt

La clasificación del yogur, según Alcázar (2002) es como sigue:

a) Por el método de elaboración

Yogurt batido: Este producto tiene una consistencia viscosa, espesa y suave. Su contenido en sólidos es superior al 12-14% del contenido total en sólidos. En la fabricación de yogures batidos, se utiliza un proceso específico conocido como batido de la cuajada para dar al producto final su textura aterciopelada.

Yogur bebible: La leche pasteurizada sometida a coagulación tiene un contenido total de sólidos del 8 al 9%. El resultado es una bebida fluida.

Yogur aflanado: Este tipo de yogur tiene una consistencia sólida y gelificada y se asemeja a las natillas. En cuanto se inyecta el cultivo lácteo, se envasa el producto incluyendo la leche pasteurizada procedente de la inoculación, lo que favorece la coagulación en el envase.

b) **Por el sabor**

Yogurt natural: Se trata de aquellos que carecen de azúcar, fruta, saborizantes y colorantes, lo que solo permite la adición de estabilizantes y conservadores.

Yogurt saborizado o aromatizado: Se trata de un individuo que posee productos de sabor natural y artificial y otros aditivos autorizados por la autoridad sanitaria.

Yogurt frutado: Se trata de la entidad que alberga la composición de frutas jaraheadas, ya sea en forma de trozos o en forma de pulpa y/o zumo.

c) **Por el contenido en grasa**

Yogurt entero: Composición de grasa es igual o más del 3%.

Yogurt semidescremado: Composición de grasa se encuentra entre 1 y 2,9 %.

Yogurt descremado: Composición de grasa es menor a 1%.

2.2.3 **Proceso de elaboración de yogurt**

Recepción de la leche. - La leche que llega a la planta procesadora se le realizan los análisis pertinentes, tales como densidad, acidez, pH, %grasa y microbiológicos; sin inhibidores para el desarrollo de las bacterias lácticas (Illescas, 2001)

Filtración. - La filtración se realiza con el objetivo de eliminar la mayoría de las partículas gruesas y extrañas que se encuentran en la leche. La materia prima se procede a la filtración con el propósito de eliminar las impurezas macroscópicas que pueden ser almacenadas mediante la utilización de un lienzo (Illescas, 2001)

Estandarización. - La función de esta operación es conferir a la leche la densidad adecuada añadiendo a la leche fresca, leche entera en polvo, en la proporción de 30 a 50 gramos por cada litro de leche. En esta acción se procede a la incorporación de azúcar en la proporción de 90 gramos por litro, mientras que pulpa de fruta en la proporción de 50 gramos por litro. Early, 1998, citado por Guzmán, 2018), (Early, 1998 citado por Guzmán, 2018)

Homogenización. - La homogeneización se basa en disminuir de tamaño y dispersar las partículas emulsionadas de manera muy fina en una mezcla líquida. La mezcla obtiene una estabilidad prolongada, lo que conduce a la disminución del tamaño de los glóbulos grasos mediante el proceso (Tamime y Robinson, 1991 y Guzmán, 2018).

Pasteurización. - Consiste en calentar la leche por debajo del punto de ebullición, sin embargo, a una temperatura suficientemente elevada para lograr la eliminación de todos los microorganismos patógenos que puedan contener, sin alterar significativamente su composición, sabor y valor nutricional.

El paso donde se logra la calidad del yogur es crucial porque involucra la desnaturalización de las proteínas de la leche, lo que libera péptidos que apoyan el crecimiento de los microorganismos inoculados al mejorar ciertos elementos de la viscosidad y separación del yogur del suero de leche.

Cabe recordar que un calentamiento suave produce yogur de baja viscosidad, pero un calentamiento excesivo puede resultar en una textura arenosa y propensión al suero a separarse (Hernández, 2003 citado por Guzmán, 2018).

²³ Se puede realizar distintos tratamientos de acuerdo con el proceso de fabricación del yogurt.

- 90° a 95° durante un tiempo de 5 a 10 segundos
- 80° a 85° durante un tiempo de 5 a 15 minutos.
- 72° a 75° durante un tiempo de 10 minutos

Enfriado. - Para que los microbios proliferen lo mejor posible ⁴ después de la pasteurización, la leche debe enfriarse hasta la temperatura de incubación de 45 °C. Además de trabajar con rapidez, se aconseja que este procedimiento se realice de la forma más higiénica posible para evitar contaminar la combinación. (Alais, 2018).

Siembra de las bacterias lácticas. - El proceso de emisión de fertilizantes implica la inoculación de determinados microorganismos del yogur, como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*. Al agregar el cultivo, se debe mezclar bien e intentar seguir todas las precauciones higiénicas para prevenir infecciones.

Incubación. - El mejor rango de temperatura para la incubación es entre 40 y 45 °C durante tres a cuatro horas, o hasta que se produzca la coagulación. La cantidad de inóculo, la temperatura y la duración de la incubación afectan no sólo la acidez final sino también las relaciones bacterianas. (Tamime y Robinson, 1991 citado por Guzmán, 2018).

Enfriamiento. - Tan pronto como el producto alcanza su acidez ideal, que es aproximadamente 4,6 pH o 0,9% de concentración de ácido láctico, dependiendo del tipo de yogur elaborado, el coágulo comienza a enfriarse (Tamime y Robinson, 1991 citado por Guzmán, 2018). Para evitar que el yogur se vuelva ácido se realizará el proceso de enfriamiento lo antes posible (Illescas, 2001). ² Uno de los métodos más populares para controlar la actividad metabólica de los cultivos

iniciales y sus enzimas es el enfriamiento..

Batido. - El proceso de romper el coágulo y volver a agregar el suero solo se realiza cuando se prepara yogur para beber en forma líquida. En general, se requiere agitación continua (con una velocidad de paleta de 2 a 4 rpm) durante 5 a 10 minutos para lograr un gel homogéneo. Además, la agitación reduce la síntesis de ácido láctico y tiene una influencia inhibidora sobre la actividad del cultivo. (Early, 1998 y Guzmán, 2018).

Envasado. - Se utilizan varios métodos de llenado durante todo el proceso de envasado del yogur. Los tamaños de los contenedores difieren de un mercado a otro. Para lograr condiciones operativas ideales para todo el sistema de proceso, la capacidad general de envasado generalmente debe exceder la capacidad de la planta de pasteurización. (Luquet, 1993 y Guzmán, 2018).

Almacenado y comercialización. - Tras haber sido ejecutado el proceso de empacamiento, el producto se ubica en cámaras frigoríficas con una temperatura de 5 °C, donde se mantendrá hasta la distribución a los consumidores (Alais, 2018).

2.2.4 Aspectos bioquímicos que suceden en el proceso de elaboración

Los microbios fermentadores ST y LB exhiben altos niveles de actividad metabólica al convertir la leche en yogur. El yogur es un producto especial que proporciona al usuario todos los nutrientes esenciales que se encuentran en la leche, junto con muchas plantas vivas y activas que cultivan el yogur y los productos metabólicos de la fermentación. Las características químicas, físicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y fisiológicas del medio lácteo básico están cambiando como resultado del aumento del cultivo. Los diversos y significativos cambios que tienen lugar durante la fermentación tienen un impacto en los beneficios para la salud del yogur. (Chandan y Kilara, 2013).

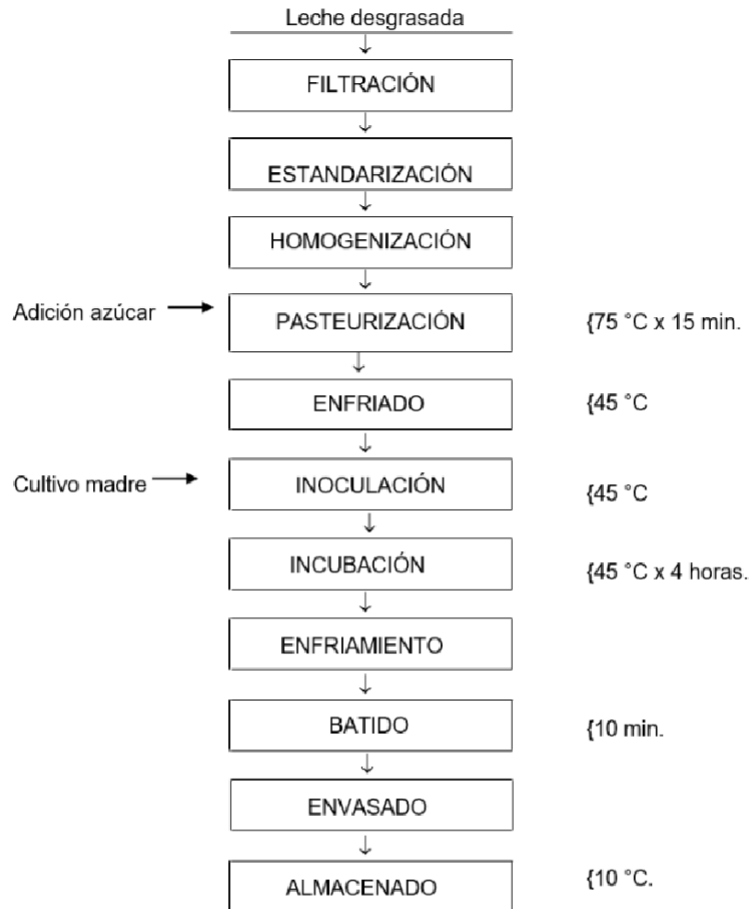
2.2.5 Aspectos fisicoquímicos del yogurt

Las bacterias del ácido láctico, que se generan cuando se utilizan grasas, convierten la lactosa en ácidos láctico, acético y propiónico, así como en ácidos grasos y acetona. Los marcadores de putrefacción como el indol son producidos por el metabolismo de las proteínas; La elevada acidez de estos metabolitos puede hacer que la leche se vuelva inestable y fomente el crecimiento de bacterias. (Cotrino y Gaviria, 2006).

En la tabla 3 se presenta los requisitos fisicoquímicos del yogurt.

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt bajo en grasa



Fuente: Ramírez (2010) citado por Guzmán (2018)

Tabla 3

Requisitos fisicoquímicos del yogurt

Componente	Contenido
Materia grasa de leche, % (m/m)	Mínimo 3,0
Sólidos totales no grasos de la leche % (m/m)	Mínimo 8,2
Acidez en gramos de ácido láctico % (m/m)	0,6-1,5

Fuente: NTP 202.092 (2014)

Bacterias lácticas en la elaboración de yogurt

Las bacterias del ácido láctico *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* se emplean en la elaboración de yogurt. La caída del ácido láctico y del pH producida por estas bacterias puede hacer que la leche se mantenga más tiempo en los estantes y proporcione un ambiente inadecuado para el crecimiento de bacterias dañinas. Aplicar la cantidad adecuada de cultivo es esencial porque agregar más cultivo puede acortar la vida útil de la leche.

Streptococcus thermophilus: descompone la lactosa y absorbe glucosa, pero no galactosa; también absorbe fructosa y sacarosa. Es un microbio termófilo que crece en medios salinos que contienen más de 2,4% de sal, es termodúrico (resistente a la pasteurización) y es termófilo a 35-45°C.

Lactobacillus bulgaricus: Este termófilo crece mejor a 45°C, pero no crecerá por debajo de 15°C. No crece en medios salinos que contengan más del 2% de sal; Por lo general, no es resistente al calor y es posible que no resista la pasteurización. Los cultivos disponibles comercialmente se pueden comprar en forma líquida, liofilizada o congelada. Los cultivos congelados pueden permanecer así durante un año (-4 a 0°C). (Máximo y Serquen, 2020).

Tabla 4

Requisitos microbiológicos del yogurt

Microorganismo	Contenido
Coliformes (ufc/g o ml)	10
Hongos (ufc/g o ml)	10
Levaduras (ufc/g o ml)	10

Fuente: NTP 202.092 (2014)

2.3 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial con consumidores constituye una fase crucial que posibilita la selección de una formulación que se ajuste al grado y satisfacción de los consumidores. Para obtener una formulación que se adapte a las preferencias del consumidor, es esencial una comprensión profunda de los aspectos sensoriales y hedonistas del producto, así como de su interacción. En los estudios sensoriales convencionales, las pruebas de consumo se concentran en la medida hedónica y se utilizan técnicas de perfiles sensoriales (que generalmente involucran a un panel de expertos) para determinar cuantitativamente los atributos sensoriales del producto a

través de un análisis descriptivo cuantitativo (QDA), una metodología descriptiva acreditada aplicada a una variedad de alimentos, incluidos los productos lácteos (Varela y Ares, 2012).

El sistema sensitivo del ser humano es una herramienta indispensable para el control de la calidad de los artículos de diversas industrias. En la tecnología agroalimentaria, los elementos visuales, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, aroma, gusto, sabor y textura, ya que contribuyen al óptimo aspecto y calidad del alimento, características propias que los distinguen (Bautista, 2013).

Cada vez se desarrollan más enfoques novedosos para la caracterización sensorial. Estos enfoques producen mapas sensoriales que son bastante similares a un análisis descriptivo tradicional con paneles capacitados, pero también requieren menos tiempo, son más flexibles y pueden utilizarse tanto con consumidores como con evaluadores semi-capacitados. Basados en la evaluación de rasgos específicos, estos nuevos enfoques incluyen la escala de intensidad y la metodología de preguntas CATA (elija todas las que correspondan). (Varela y Ares, 2012).

2.3.1 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas, según Hernández (2005), son aquellas en las que el participante comunica cuánto le gusta, acepta y favorece un producto alimenticio sobre otro. Para las muestras se emplean escalas de valoración. Los siguientes son los distintos tipos de evaluaciones afectivas:

- ✓ Pruebas de satisfacción (prueba de escala hedónica facial, prueba de escala hedónica verbal)
- ✓ Pruebas de preferencia (prueba de preferencia pareada, prueba de ordenamiento).
- ✓

2.3.2 Escala hedónica

La técnica de identificación de grado de satisfacción por atributos es una herramienta eficiente para determinar el nivel de agrado, es decir, cuantificar la preferencia de las personas por un producto, a través de una escala hedónica, conocida como satisfacción, que abarca desde el gustado hasta el disgusto. Se recomienda que las escalas sean impares, con un punto intermedio de ni me agrada ni me disgusta. El uso de escalas hedónicas presenta algunas ventajas, tales como: La escala es clara para los consumidores, exige una mínima

instrucción, es rápida, sencilla de aplicar y responder por parte del informante, y resulta sumamente útil para evaluar atributos (Hernández, 2005).

Las pruebas hedónicas utilizan una escala que el analista proporciona al cliente para calificar el nivel general de satisfacción que genera un producto. Dado que los clientes determinan en última instancia si un producto es un éxito o un fracaso, las pruebas son una herramienta muy útil en el diseño de productos que las empresas utilizan cada vez más. Las pruebas sensoriales se realizan "a ciegas", lo que significa que no se revela ninguna información sobre marcas o precios. Es posible que un producto reciba una alta calificación hedónica del consumidor pero no tenga éxito en el mercado. Pero debido a que el departamento de "marketing" pone tanto trabajo, es difícil que un producto con una valoración hedónica baja tenga éxito en el mercado. (González et al., 2014)

2.3.3 Calidad sensorial del yogurt

La única forma de evaluar los gustos informados por las personas es mediante pruebas sensoriales debido a los avances en el análisis instrumental. Voilley y Etiévant (2006) afirman que estos análisis determinan si los productos difieren de manera notable y caracterizan y cuantifican la naturaleza de esas diferencias, lo que arroja información significativa sobre los atributos sensoriales.

Las cualidades sensoriales del yogur incluyen sabor (sabor y aroma), color, apariencia, textura (incluida la textura oral) y sabor. Se pueden utilizar instrumentos para cuantificar el sabor, que se compone de componentes químicos que se derivan de la leche o materias primas, así como los que ocurren durante el procesamiento y la fermentación. Sharma (2013) afirma que, además del sabor, otros aspectos del sabor, como la acidez, el dulzor, el amargor, etc., pueden evaluarse mediante paneles sensoriales capacitados o no entrenados.

Tres factores afectan el aroma del yogur, un atributo de calidad sensorial crucial: (1) la reactividad química general del sabor; (2) la exposición del producto a la luz y al oxígeno del medio ambiente; y (3) el sistema o matriz alimentaria, que contiene compuestos químicos como proteínas, grasas, carbohidratos, metales de transición, radicales y ciertos polímeros (como las melanoidinas formadas durante el procesamiento) que están presentes en los alimentos.

Tres factores afectan el aroma del yogur, un atributo de calidad sensorial crucial: (1) la reactividad química general del sabor; (2) la exposición del producto a la luz y al oxígeno; y (3) el sistema o matriz alimentaria con sus compuestos químicos, como proteínas, grasas, carbohidratos, metales de transición, radicales y algunos polímeros presentes en los alimentos (por ejemplo). (Weerawatanakorn *et al.*, 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo de investigación fue realizado en el Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial y en la Planta Piloto de Jugos y Conservas de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1 MATERIALES

3.1.1 Materia prima y otros

Se utilizó pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) y leche de vaca desgrasada, la mashua fue adquirida del mercado Nery García Zárate de la ciudad de Ayacucho.

También se utilizaron cultivos lácticos (En el anexo 1 se muestra la ficha técnica).

3.1.2 Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitación
- Fiolas de 25 mL, 50 mL, 100 mL y 1 L.
- Matraces Erlenmeyer de 100, 250, 500 y 1000 mL.
- Probetas de 50, 100 y 250 mL
- Buretas
- Pipetas de 1, 5 y 10 mL.
- Pinzas, espátulas, papel filtro, cuchillos

3.1.3 Reactivos

- Sulfato de potasio
- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio QP
- Fenolftaleína al 1%
- 2,6 Diclorofenolindofenol
- Sulfato de cobre pentahidratado
- N-hexano
- Agua destilada

3.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Para los análisis se utilizaron los siguientes equipos e instrumentos:

- ³ Balanza analítica Marca AND HR 200
- Balanza digital
- Equipo KJELDAHL
- Butirómetro de Gerber
- Determinador de fibra
- Viscosímetro de Brookfield
- Mufla
- Cocina eléctrica
- Ollas de acero inoxidable
- Paletas de madera
- Equipo Soxhlet

³ 3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

3.3.1 Análisis fisicoquímico de la pulpa de mashua.

Determinación de humedad

La determinación del contenido de humedad se realizó según el método de la AOAC (2016).

Determinación de cenizas

Por calcinación directa, (AOAC, 2016)

Determinación de fibra cruda

Por hidrólisis ácida y básica (AOAC, 2016).

Determinación de proteínas

Por el método Kjeldahl, según la AOAC (2016).

Determinación de grasa bruta

Por el método de extracción continua en Soxhlet, según AOAC (2016).

Determinación de carbohidratos

Por diferencia, AOAC (2016).

Determinación de pH

Por el método potenciométrico, AOAC (2016).

3.3.2 ³ Análisis fisicoquímico del yogurt con pulpa de mashua

Determinación de proteínas

Por el método Kjeldahl, según la AOAC (2016).

Determinación de grasa bruta

Por el método butirométrico, según AOAC (2016).

Determinación de pH

Por el método potenciométrico, AOAC (2016).

Determinación de viscosidad

Mediante el método viscosimétrico de Brookfield con el spindle N° 3.

Las propiedades de flujo se determinaron a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, usando un viscosímetro digital Brookfield DV-III, que es un instrumento rotacional, utilizando dos agujas de prueba y el adaptador de muestra pequeña (10-11 mL), a diferentes velocidades de rotación (rpm). Método recomendado por Basiri et al., (2018).

3.3.3 Análisis funcional del yogurt con pulpa de mashua

Determinación de polifenoles totales

Para esta determinación se usó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965) citado en Jurado et al., (2016)

Capacidad antioxidante (DPPH)

Esta prueba se determinó mediante la capacidad captadora del radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) utilizando la metodología de Rojano et al., (2008) citado en Palomino et al., (2009).

3.3.4 Análisis sensorial

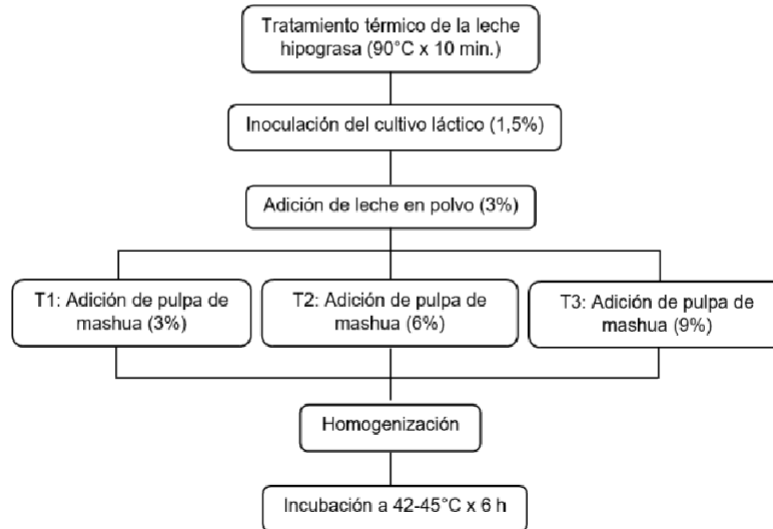
Todas las formulaciones se probaron utilizando el enfoque de escala hedónica, en el que participaron treinta panelistas semientrenados. Se evaluaron el sabor, el aroma, el color, la textura y la aceptación general. A cada muestra se le asignó un código de 3 dígitos y se emplearía un sistema de calificación de 5 puntos, donde 5 representaba el nivel más alto de preferencia (MUY BUENO) y 1 representaba el más bajo (MALO). El documento se muestra en el apéndice 2.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental planteado en la siguiente investigación se realizó como se muestra en la figura 3.

Figura 3

Diseño experimental planteado en este estudio



3.4.1 Obtención de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón)

El proceso de obtención de pulpa de mashua fue adaptado y mejorado de lo recomendado por Parra (2015).

La mashua a utilizar en la obtención de pulpa fue seleccionada de acuerdo con su estado de higiene, es decir los que estén libres de materias extrañas y signos de deterioro, las que fueron transportadas hasta el laboratorio en bolsas o mallas, con el propósito de mantener sus características físicas. Se procedió a lavar por inmersión con agua potable de la red y un agente desinfectante como hipoclorito de sodio 10 ppm durante 5 minutos, luego se redujo de tamaño con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable en trozos pequeños y se procedió a licuar para extraer la pulpa, se filtró con una malla a fin de separar partículas sólidas groseras.

3.4.2 Elaboración de yogurt con adición de pulpa de mashua

Descripción de las operaciones de elaboración de yogurt hipograso con pulpa de mashua.

Recepción de la leche cruda. Se recibió la leche y se realizó el control de calidad determinando la calidad fisicoquímica y microbiológica.

Filtración. Esta etapa consistió en ¹separar sustancias extrañas como pelos u otros.

Pasteurización. Para este proceso se empleó tratamiento térmico de 89°C x 10 min, con la finalidad de inactivar algunos microorganismos como bacterias y enzimas como la lipasa para evitar la oxidación de la grasa mínima presente.

Enfriamiento. Se realizó a una temperatura de 45°C, con la finalidad de temperar para la inoculación de las bacterias fermentadoras lácticas.

Inoculación. Para inocular el cultivo bacteriano se agregaron cultivos liofilizados (Lactobacillus Bulgaricos y Streptococcus Thermophilus) y se mezclaron por un breve período de tiempo. Posteriormente se añadió leche en polvo al 3% y la mezcla se agitó nuevamente para ¹asegurar la homogeneidad.

Adición de pulpa de mashua: Después del enfriado se realizó un agitado del yogurt y se ¹adicionó la pulpa de mashua, según diseño experimental planteado

Incubación. Durante seis horas, este procedimiento se llevó a cabo entre 42°C y 45°C de temperatura. La lactosa de la leche hace que las bacterias inyectadas se vuelvan ácidas durante este proceso.

Enfriamiento. Para permitir que el yogur madurara, desarrollara una textura y produjera compuestos aromáticos, se enfrió durante un día entero.

Envasado. Luego, el yogur resultante se selló en frascos de vidrio y se refrigeró entre 0°C y 5°C para mantener su calidad hasta pruebas adicionales.

3.5. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), ⁶cuyas fuentes de variación serán: Porcentaje de pulpa de mashua (3, 6 y 9%) y un testigo, con tres repeticiones.

El modelo lineal será:

$$Y_i = u + t_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_i = Observación del experimento

U = Media poblacional

t_i = tratamientos de 1 a 4

ϵ_{ij} = Error experimental

Tabla 5

Diseño de investigación a emplear.

% adición pulpa de mashua	R1	R2	R3
T0	R1	R2	R3
T1	R1	R2	R3
T2	R1	R2	R3
T3	R1	R2	R3

Leyenda:

T0: Yogurt desgrasado sin adición de pulpa de mashua

T1: Yogurt desgrasado con 3% de pulpa de mashua

T2: Yogurt desgrasado con 6% de pulpa de mashua

T3: Yogurt desgrasado con 9% de pulpa de mashua

R1, R2 y R3: Repeticiones

Los datos se procesaron estadísticamente siguiendo el método descrito, se determinó el ANOVA, con el valor de $p < 0,05\%$, estableciendo si hay o no significancia estadística diferente, si hubo significancia realizó la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey (0,05), para determinar que tratamiento fue el mejor, para ello se utilizó el software estadístico SPSS v.25.

La evaluación organoléptica se realizó empleando pruebas no paramétricas mediante la prueba de datos no relacionados de Friedman, con significancia y pruebas de comparación múltiple de $p < 0,05$.

CAPÍTULO IV⁵ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la materia prima

4.1.1 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mashua

En la tabla 6 se presenta los resultados de los análisis fisicoquímicos de pulpa de mashua.

Tabla 6

Características fisicoquímicas de la pulpa de mashua (g /100 g parte comestible)

Componente	Valor
Humedad	81,97 ± 2,41
Proteína	2,36 ± 0,08
Grasa	0,49 ± 0,01
Cenizas	0,64 ± 0,02
Fibra	0,83 ± 0,12
Carbohidratos	15,04 ± 1,03
pH	6,32 ± 0,34
Sólidos solubles (°brix)	7,04 ± 0,19

Media de 3 repeticiones ± DS

De la tabla 6 se observa que la mashua presenta un contenido de proteína (2,36%) y carbohidratos (15,04) las que fueron ligeramente superiores a lo reportado por Malpartida et al. (2022); es importante recordar que factores como los métodos culturales, el tipo de suelo y el clima pueden afectar las cualidades fisicoquímicas además de la variabilidad. (Beltran y Mera, 2013).

¹¹ La mashua tiene un alto contenido de proteínas y carbohidratos. Su valor nutritivo supera al de algunos cereales y de la papa, por lo que forma parte de la dieta diaria nutricional. Contiene un balance apropiado de aminoácidos esenciales (Espín et al., 2004; citado por Doylet & Rodríguez, 2018).

¹¹ La base para comprender los procesos físicos y químicos de los alimentos la proporcionan las propiedades fisicoquímicas de un producto alimenticio. (Romero de la Hoz & Prado, 2017). Se observa en la tabla anterior que el valor de pH (6,32) y °brix (7,04) le dan las propiedades suigeneris a este producto.

Los valores fisicoquímicos obtenidos en este estudio le confieren a este producto (mashua amarilla) las propiedades adecuadas para utilizar como complemento en la formulación de productos alimenticios, como el caso del yogurt.

4.1.2 Caracterización funcional de la pulpa de mashua

En la tabla 7 se presenta los resultados del análisis funcional de la pulpa de mashua.

Tabla 7

Características funcionales de la pulpa de mashua

Componente	Valores
Polifenoles totales (mg G.A.E./g)	44,08 ± 0,25
Capacidad antioxidante (μM trolox/100 g)	15,23 ± 0,61

Media de 3 repeticiones ± DS

De la tabla 7 se observa que los valores de polifenoles y capacidad antioxidante fueron 44,08 mg G.A.E./g y 15,23 μM trolox/100g respectivamente, valores superiores a lo reportado por Taípe (2017) de polifenoles totales (10,51 mg G.A.E./g) y capacidad antioxidante (13,7 μM trolox/100g). Estas diferencias se pueden deber a la variedad del fruto, suelo, prácticas de cultivo, clima, entre otros.

También, Cuando Doylet y Rodríguez (2018) midieron los fenólicos totales en la mashua amarilla, encontraron 268,93 mg EAG/100g. Sin embargo, sus hallazgos dependieron de las condiciones ambientales, como la temperatura y la luz, que afectan la maduración óptima y el valor nutricional de la fruta, lo que dicta la presencia de sustancias químicas altamente bioactivas y calidad en términos de estado fisiológico.

Los compuestos fenólicos totales (CPT) y la actividad antioxidante se correlacionan positivamente, como lo demuestran Chirinos et al. (2013). Se reportan valores de actividad antioxidante más altos (DPHH, ABTS y ORAC) para la mashua morada y amarilla, que representan entre 1,2 y 14,7% de TPC y contribuyen significativamente a sus propiedades antioxidantes.

Según Allende et al. (2007), varios factores afectan el contenido de compuestos fenólicos. Entre ellas se incluyen la genética, ya que la composición de diferentes variedades de una misma especie vegetal puede variar significativamente; los factores ambientales, como la luz y la temperatura, también pueden afectar el crecimiento y la calidad del cultivo; y por último pero no menos importante, el estado fisiológico del cultivo, que determina el estado óptimo de madurez del cultivo y la calidad de sus compuestos bioactivos.

4.1.3 Caracterización fisicoquímica de la leche desgrasada

La leche de vaca desgrasada que se utilizó en este estudio fue evaluada en función a sus características fisicoquímicas, valores que se reportan en la tabla 8.

Tabla 8

Características fisicoquímicas de la leche de vaca desgrasada o desnatada (g /100 g parte comestible)

Componente	Valor
Humedad	90,58 ± 2,48
Extracto seco	9,42 ± 1,93
Proteína	3,01 ± 0,07
Grasa	0,18 ± 0,01
Acidez titulable *	0,143 ± 0,02
Densidad (g/mL)	1,031 ± 0,12
pH	6,74 ± 0,29
Viscosidad (cP)	1,26 ± 0,08

Media de 3 repeticiones ± DS, * g ácido láctico/100 mL

En la tabla 8 se observa que los valores de la leche desgrasada, descremada o desnatada tienen una composición similar a los valores estándares comerciales con la única diferencia del contenido graso, que en esta determinación fue de 0,18%. Los valores de humedad (90,58%) y extracto seco (9,42%) fueron similares a lo reportado por Armas (2017) cuyos valores fueron: humedad (91,1%) y extracto seco (8,9%). La viscosidad de la leche desgrasada encontrada en este estudio fue de 1,26 cP ligeramente superior a la reportada por Alais (2018) que fue de 1,22 cP.

El contenido de grasa y, por tanto, el valor calórico de la leche entera y la leche desnatada son las únicas diferencias nutricionales entre ellas. Debido a estas cualidades, se cree que la leche desnatada es una mejor opción para afecciones como diabetes, obesidad, enfermedades cardíacas, trastornos hepáticos o biliares y otras afecciones en las que es necesario regular el nivel de grasas y calorías de la dieta. (Feijóo, 2012). La leche desnatada se digiere mejor por lo que puede resultar interesante para quienes padecen de trastornos digestivos.

La leche desnatada provoca la pérdida de vitaminas liposolubles y ácidos grasos importantes. Por lo general, esto también afecta el sabor. Los niños no deben beber leche descremada a menos que sea recetada específicamente por un médico. Si bien la leche desnatada carece de grasa, un nutriente energético necesario para el funcionamiento saludable y el crecimiento orgánico de los niños pequeños, sí tiene

²² la misma cantidad de proteínas, carbohidratos (lactosa) y calcio que la leche entera. También contiene vitaminas disueltas, denominadas vitaminas liposolubles, como la D y la A. Esta última vitamina, que proviene principalmente de productos lácteos completos pero también se deriva de la capacidad del pelaje para absorber la luz solar en determinadas condiciones, es esencial ²² para la absorción del calcio y su posterior deposición. en los huesos. Aunque la leche de vaca es nutritiva, existen algunas circunstancias específicas en las que no se debe consumir, como la intolerancia a la lactosa, la galactosemia y las alergias a la leche. (Álvarez-Figueroa et al. 2022).

4.2 Caracterización fisicoquímica del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua según diseño planteado

⁸ En la tabla 9 se presenta los valores fisicoquímicos promedio de proteína, grasa, acidez titulable, pH y viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 9

Valores fisicoquímicas del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

Tratamientos	Proteínas (%)	Grasa (%)	Acidez titulable (%)	pH	Viscosidad (cP)
T0(Testigo)	3,20	0,176	0,96	4,69	4550,26
T1 (3%)	3,17	0,189	0,91	4,91	4855,15
T2 (6%)	3,13	0,198	1,14	4,72	4742,14
T3 (9%)	3,11	0,208	1,02	4.81	4639,08

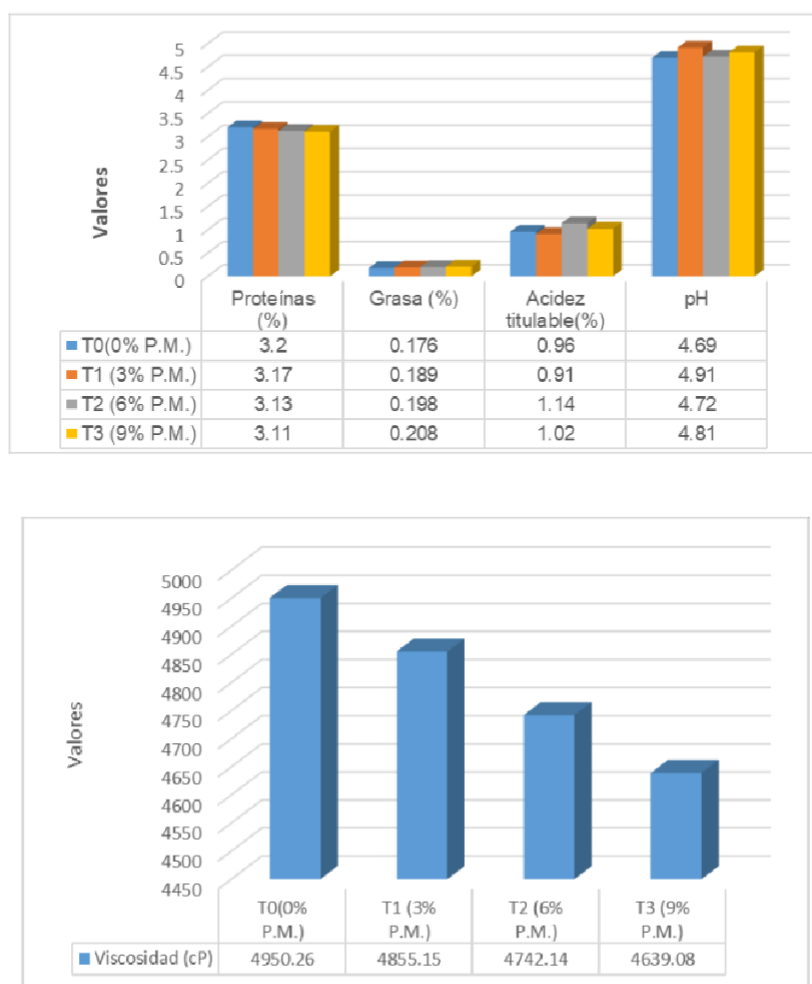
⁵ De la Tabla 9 se observa que los valores de proteína descienden en el yogurt hipograso conforme aumenta la adición de pulpa de mashua (se debe tener en cuenta que el incremento ligero de valores de proteína en el yogurt hipograso fue ¹ por la adición de leche en polvo en su formulación), esto sucede porque los contenidos proteicos de la mashua son inferiores al de la leche, pero según el D.S. N° 007-2017-MINAGRI el contenido mínimo de proteína no debe ser inferior a 2,7%, valores reportados en este estudios cumplen dicha disposición. Para el contenido graso, según el D.S. referido los valores de grasa en el yogur desgrasado o hipograso debe tener valores máximos de 0,5%, en este caso los valores no superan el 0,208%. Los valores de densidad y viscosidad son menores a lo

encontrado por Espinoza (2022) cuyos valores reportados fueron: densidad (1,055 g/ml) y viscosidad (1,88 cP). Las diferencias encontradas se pueden deber a las diferentes proporciones utilizadas en la adición de pulpas en el yogurt.

En la figura 4 se visualiza con más claridad lo reportado en este estudio.

Figura 4

Representaciones gráficas de los valores fisicoquímicos evaluados del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.



Según el D.S. D.S. N° 007-2017-MINAGRI, para el yogurt descremado, los valores de grasa (debe contener máximo 0,5%), acidez titulable (debe contener mínimo 0,6 y máximo 1,5% expresado como ácido láctico) y proteínas (mínimo 2,7%), al visualizar la figura 4 se observa que los resultados obtenidos de cada una de estas características fisicoquímicas se encuentra dentro de la normativa, determinando que la adición de mashua no altera estos parámetros, al contrario aporta otros componentes que hacen de este producto más nutritivo y comercial.

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de las características fisicoquímicas del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua según diseño planteado para comprobar si estadísticamente hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. En el caso de que haya diferencias estadísticas se realizará la prueba de comparación de medias de Tukey, para determinar el mejor tratamiento.

4.2.1 Evaluación estadística de la proteína del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

En la tabla 10 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) del valor proteico del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Al observar la tabla 10, se visualiza que el valor p es mayor a 0,05, por lo que se afirma que los tratamientos son similares desde el punto vista estadístico, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 10

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido proteico del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Valor p
Tratamientos	0,015	3	0,005	1,893	0,209
Error	0,021	8	0,003		
Total	0,035	11			

Al no haber estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamiento evaluados no se puede realizar la prueba de Tukey, dado que todos los promedio estadísticos son iguales.

Los valores de proteína reportados de los tratamientos en estudio en la tabla 9 no están por debajo de 2,7% (Según el D.S. D.S. N° 007-2017-MINAGRI), cuyos

valores fluctúan entre 3,11 y 3,20%; valores superiores a lo exigido en la norma, comprobándose que la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso no tuvo influencia sobre el contenido proteico.

Morales (2020), al estudiar la elaboración de un yogurt tipo III con concentraciones de 3,5 a 7% de lacayote con ajonjolí, encontrando el mejor resultado y mayor aceptación del tratamiento de 5% cuyo valor de proteína fue 3,30 %. Valores ligeramente menores encontrados en este estudio que fluctuó entre 3,11 y 3,20%.

4.2.2 Evaluación estadística del contenido de grasa del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

En la tabla 11 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) del valor proteico del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

32

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido graso del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Valor p
Tratamientos	0,002	3	0,001	554,750	0,000
Error	0,000	8	0,000		
Total	0,002	11			

Al observar la tabla 9, se visualiza que si existe estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, es decir la adición de pulpa de mashua tuvo influencia sobre el contenido graso en el yogurt hipograso, para ello se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey a fin de evaluar que tratamiento es el mejor.

En la tabla 12 se muestra la prueba de Tukey para el contenido graso del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 12

Prueba de Tukey para el contenido graso del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T0(Testigo)	3	0,176			
T1 (3%)	3		0,189		
T2 (6%)	3			0,198	
T3 (9%)	3				0,208
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 12 se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir el mejor tratamiento con mayor contenido graso, es el T3 que corresponde a la adición del 9% de pulpa de mashua al yogurt hipograso, este valor ligeramente mayor de grasa corresponde al que entrega la mashua, por contener mayor porcentaje de grasa en comparación a la leche desgrasada utilizada en la elaboración del yogurt. Se debe tener en cuenta que el porcentaje de grasa obtenida en el yogurt hipograso son aceites cuya composición de ácidos grasos insaturados es muy importante.

Beltrán y Mera (2014) reportaron un 5,18% de extracto etéreo en la mashua en base seca, resaltando que predominan ácidos grasos insaturados en su composición grasa, además Espín et al., (2001) comprobaron que el porcentaje de extracto etéreo o grasa bruta en la mashua en base seca (4,61%) es mayor al de otras raíces y tubérculos andinos, como la oca, el miso, la jicama, el olluco, zanahoria blanca, entre otros.

4.2.3 Evaluación estadística de la acidez titulable del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

En la tabla 13 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) del valor de acidez titulable del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA) de la acidez titulable del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Valor p
Tratamientos	0,088	3	0,029	294,750	0,000
Error	0,001	8	0,000		
Total	0,089	11			

Observando la tabla 13, se puede deducir que existe estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, es decir algún tratamiento se diferencia de los demás, eso implica que la adición de pulpa de mashua en el yogurt hipograso influyó sobre la acidez titulable, para ello se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

En la tabla 14 se muestra la prueba de Tukey para la acidez titulable del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

La acidez titulable, también conocida como acidez titulable, es el resultado de cuatro reacciones. Los tres primeros, la acidez titulable de la caseína, la acidez resultante de las sustancias minerales y la acidez resultante de los fosfatos, representan la acidez natural de la leche; la cuarta reacción se denomina "desarrollada" porque contiene ácido láctico y otros ácidos que se producen cuando los microorganismos descomponen la lactosa. (Craig & Brothers, 2021).

Tabla 14

Prueba de Tukey para la acidez titulable del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1 (3%)	3	0,9100			
T0(Testigo)	3		0,9600		
T3 (9%)	3			1,0200	
T2 (6%)	3				1,1400
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 14 se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir el mejor tratamiento con mayor acidez titulable, es el T2 que corresponde a la adición del 6% de pulpa de mashua al yogurt hipograso, esto se puede deber a que a esas condiciones de adición de pulpa de mashua se obtiene la mayor producción de ácido láctico en el yogurt, disminuyendo considerablemente cuando la sustitución fue de 3% y 9%. La adición de nutrientes en el yogurt puede verse afectado según el porcentaje empleado, esto se pudo comprobar en esta investigación.

Según el D.S. N° 007-2017-MINAGRI el contenido mínimo de acidez titulable (expresado en ácido láctico) en el yogur descremado debe encontrarse en el rango de 0,6 a 1,5%, estos valores se encuentran dentro de los encontrados en este estudio.

4.2.4 Evaluación estadística del pH del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

En la tabla 15 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) del valor de pH del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 15

Análisis de varianza (ANOVA) del pH del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Valor p
Tratamientos	0,089	3	0,030	89,000	0,000
Error	0,003	8	0,000		
Total	0,092	11			

Observando la tabla 15, se puede determinar que existe estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, es decir algún tratamiento se diferencia de los demás, eso implica que la adición de pulpa de mashua en el yogurt hipograso influyó en la variación del pH, para ello se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

En la tabla 16 se muestra la prueba de Tukey para la variación de pH del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 16

Prueba de Tukey para el pH del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T0(Testigo)	3	4,6900		
T2 (6%)	3	4,7200		
T3 (9%)	3		4,8133	
T1 (3%)	3			4,9100
Sig.		0,260	1,000	1,000

* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 16 se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir el mejor tratamiento con valor de pH, es el T1 que corresponde a la adición del 3% de pulpa de mashua al yogurt hipograso, esto se puede deber a que a esas condiciones de adición de pulpa de mashua se obtiene la mayor producción de ácido láctico en el yogurt, disminuyendo considerablemente cuando la sustitución fue de 6% y 9%. La adición de pulpas de tubérculos en el yogurt hipograso influyó en los valores de pH según el porcentaje empleado, esto se pudo comprobar en esta investigación.

Los valores encontrados de pH en el yogurt hipograso con adición de mashua estuvieron entre 4,69 y 4,91; valores similares (4,6) encontró Coronel, (2018) en la producción de yogurt con quinua.

Según De Oliveira (2014), referenciado por Coronel (2018), el contenido de sólidos totales del yogur (12-20%), demostrado científicamente, es crucial ya que afecta la tasa de acidificación, el pH, la acidez final y la consistencia del artículo producido.

Según Aguirre et al. (2008), citado por Coronel (2018), descubrieron que el verdadero beneficio de este tipo de estrategias es la reducción de la fase de retraso de adaptación. Descubrieron que el tiempo total para alcanzar el pH de 4,6 se reducía en una hora cuando se trabajaba con un sistema bajo agitación (200 rpm) durante la fermentación del yogurt.

Según Medeiros (2015), todos los perfiles de variación del pH mostraron tres fases o etapas: primero vino una fase con tendencia a estabilizarse con cambios de pH muy menores, luego un período con tendencia a reducir el pH más rápidamente con inclinación máxima. pH.

4.2.5 Evaluación estadística de la viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

En la tabla 17 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) del valor de viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA) de la viscosidad del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Valor p
Tratamientos	166384,404	3	55461,468	4686,060	0,000
Error	94,683	8	11,835		
Total	166479,088	11			

Observando la tabla 17, se puede visualizar que existe estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, es decir algún tratamiento se diferencia de los demás, eso implica que la adición de pulpa de mashua en el yogurt hipograso influyó en la viscosidad, para ello se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

En la tabla 18 se muestra la prueba de Tukey para la variación de viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

De la tabla 18 se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir el mejor tratamiento con mayor viscosidad, es el T0 (testigo), esto se puede deber a que cuando se adiciona pulpa de mashua se ve afectada la viscosidad del yogurt, disminuyendo considerablemente cuando la sustitución fue de 6% y 9%.

Tabla 18

Prueba de Tukey para la viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T3 (9%)	3	4639,2767			
T2 (6%)	3		4742,71		
T1 (3%)	3			4855,56	
T0(Testigo)	3				4952,59
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

Haque y Ji (2003)¹⁷ reportaron viscosidades aparentes de 2000 a 5000 cP para yogur ajustado con proteínas de suero obtenidas del procesamiento de queso cheddar.

Los valores encontrados de viscosidad en este estudio se encuentran dentro del rango de los autores mencionados, haciendo del yogurt hipograso un producto que se encuentra dentro de los valores reológicos permisibles.

Por su parte, Isleten y Karagul-Yuceer (2006)¹⁷ afirman que al agregar caseinato de sodio y un mejorador de textura al yogurt se obtuvieron viscosidades de 7363 y 7120 cP, respectivamente, las cuales fueron mayores a las reportadas para el tratamiento control (leche en polvo). . Además, estos componentes secos potenciaron las cualidades organolépticas del yogurt (desnatado) 5243 cP..

Caracterización funcional del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua según diseño planteado

¹⁵ En la tabla 19 se presenta los valores fisicoquímicos promedio de proteína, grasa, densidad y viscosidad del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 19

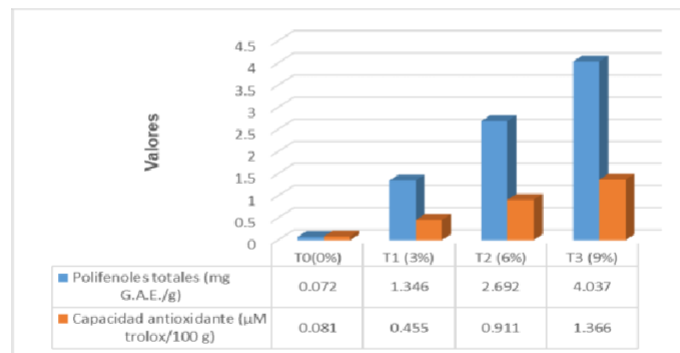
Valores funcionales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

Tratamientos	Polifenoles totales (mg G.A.E./g)	Capacidad antioxidante (μ M trolox/100 g)
T0(Testigo)	0,072	0,081
T1 (3%)	1,346	0,455
T2 (6%)	2,692	0,911
T3 (9%)	4,037	1,366

¹⁵ De la Tabla 19 se deduce que los polifenoles totales y la capacidad antioxidante aumentan en el yogurt hipograso conforme aumenta la adición de pulpa de mashua, esto sucede porque los polifenoles totales de la mashua son superiores al de la leche de vaca desgrasada. Las diferencias encontradas se pueden deber a las diferentes proporciones utilizadas en la adición de pulpa de mashua en el yogurt.

Figura 5

Representación gráfica de los valores de polifenoles totales y capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.



Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de las características funcionales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua según diseño planteado para comprobar si estadísticamente hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

En el caso de que haya diferencias significativas estadísticas se realizará la prueba de comparación de medias de Tukey, para determinar el mejor tratamiento.

4.2.6 Evaluación estadística de los polifenoles totales en el yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

En la tabla 20 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) de los polifenoles totales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 20

Análisis de varianza (ANOVA) de los polifenoles totales del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Valor p
Tratamientos	26,306	3	8,769	339431,694	0,000
Error	0,000	8	0,000		
Total	26,306	11			

Observando la tabla 20, se puede visualizar que existe estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, es decir algún tratamiento se diferencia de los demás, eso implica que la adición de pulpa de mashua en el yogurt

hipograso influyó en el contenido de polifenoles totales, para ello se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

En la tabla 21 se muestra la prueba de Tukey para la variación de polifenoles totales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 21

Prueba de Tukey para los polifenoles totales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tratamientos*	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1 (3%)	3	0,07200			
T0 (Testigo)	3		1,34533		
T2 (6%)	3			2,69200	
T3 (9%)	3				4,03700
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 21 se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir el mejor tratamiento con mayor contenido de polifenoles totales, es el T3 que corresponde a la adición del 9% de pulpa de mashua al yogurt hipograso, esto se debe a que mayor adición mayor será la presencia de polifenoles totales en el yogurt, dado que el yogurt presenta cantidades despreciables de esos compuestos bioactivos, esto se pudo comprobar en esta investigación.

4.2.7 Evaluación estadística de capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

En la tabla 22 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) de los valores de capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 22

Análisis de varianza (ANOVA) de la capacidad antioxidante del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Valor p
Tratamientos	2,781	3	0,927	19082,280	0,000
Error	0,000	8	0,000		
Total	2,782	11			

Observando la tabla 22, se puede visualizar que existe estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, es decir algún tratamiento se diferencia de los demás, eso implica que la adición de pulpa de mashua en el yogurt hipograso influyó en la capacidad antioxidante, para ello se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Tabla 23

Prueba de Tukey para la capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tratamientos*	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1 (3%)	3	0,08433			
T0 (Testigo)	3		0,45500		
T2 (6%)	3			0,91100	
T3 (9%)	3				1,36600
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

En la tabla 23 se muestra la prueba de Tukey para los valores de capacidad antioxidante del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

De la tabla 23 se deduce que el mejor promedio estadístico, es decir el mejor tratamiento con mayor capacidad antioxidante, es el T3 que corresponde a la adición del 9% de pulpa de mashua al yogurt hipograso, esto se debe a que conforme aumenta la adición de pulpa de mashua mayor será la capacidad antioxidante en el yogurt, esto se debe que solamente la mashua incorpora compuestos bioactivos y por tanto esta correlacionado con su capacidad antioxidante, esto se pudo comprobar en esta investigación.

4.3 Evaluación organoléptica del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua según diseño planteado

En la tabla 24 se presenta los resultados de la evaluación organoléptica de los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia general del yogurt hipograso

En la figura 6 se muestra la representación gráfica de los atributos organolépticos del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 24

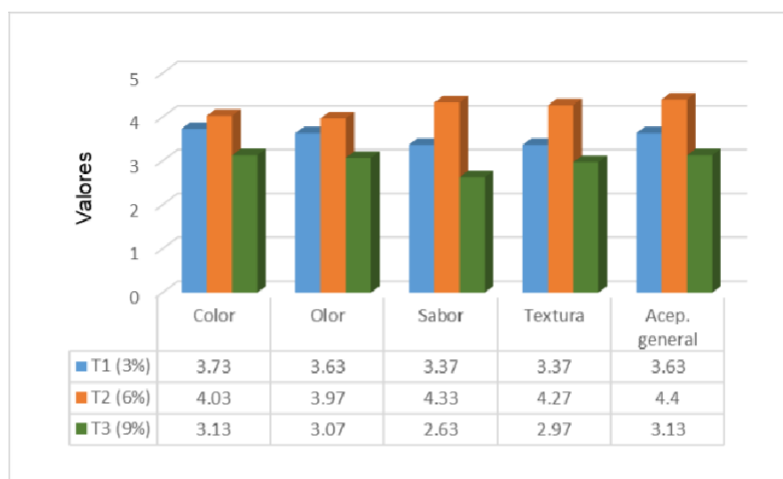
Evaluación organoléptica del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua

Tratamientos	ATRIBUTOS				Aceptabilidad general
	Color	Olor	Sabor	Textura	
T1 (3%)	3,73	3,63	3,37	3,37	3,63
T2 (6%)	4,03	3,97	4,33	4,27	4,40
T3 (9%)	3,13	3,07	2,63	2,97	3,13

Se realizó la prueba de Friedman para cada uno de los atributos organolépticos evaluados según diseño planteado para comprobar si estadísticamente hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. En el caso de que haya diferencias significativas estadísticas se realizará la prueba de comparación de medias de medias para determinar el mejor tratamiento.

Figura 6

Representación gráfica de los valores del análisis organoléptico del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

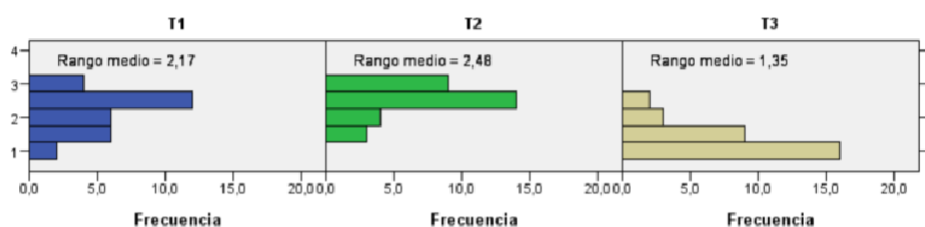


4.3.1 Prueba de Friedman para el atributo COLOR

En la figura 7 se observa que el mejor tratamiento para el atributo OLOR, según el análisis de rangos por Friedman, es el tratamiento 2 que corresponde a una adición de 6% al yogurt hipograso.

Figura 7

Rangos de análisis de Friedman ⁶ del atributo color



En la tabla 25 se muestra los estadísticos de Friedman para el atributo COLOR del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 25

Estadísticos de Friedman para el atributo COLOR

Estadísticos	Valores
N	30
Parámetro de Friedman	28,965
G.L.	2
Valor p	0,000

⁵ Al observar la tabla 25 se comprueba que según el análisis estadístico de Friedman del atributo COLOR del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua muestra diferencias significativas entre tratamientos, por tanto se acepta la hipótesis alternativa; para ello se realizó la prueba de comparación de medias (Tabla 26).

Tabla 26

Prueba de comparación de medias del atributo COLOR según Friedman

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para ²⁸ alfa = 0.05	
		1	2
T3 (9%)	3	1,350	
T1 (3%)	3		2,167
T2 (6%)	3		2,483

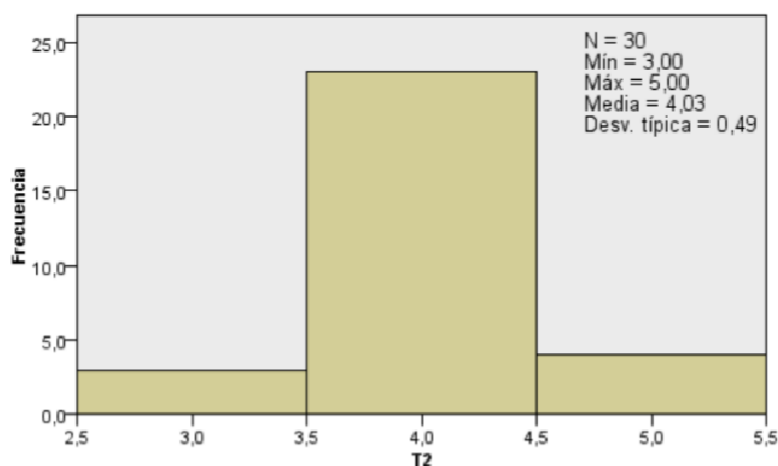
* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 26 se deduce que, según el análisis de Friedman, los tratamientos T1 (3%) y T2 (6%) muestra mejor promedio y el tratamiento T3 (9%) es que presentó el menor promedio, por tanto para el atributo COLOR el que mejor promedio mostró fue el tratamiento T2 (6%) con el calificativo, según la escala hedónica aplicada, de BUENO, que corresponde a un valor de 4.

En la figura 8 se muestra la información de campo continuo para el atributo COLOR del tratamiento T2 (6%) determinando que el valor promedio, según la escala hedónica empleada en la evaluación sensorial, asciende a 4,03 que corresponde al calificativo de BUENO.

Figura 8

Información de campo continuo según Friedman para el atributo color del tratamiento T2 (6%)

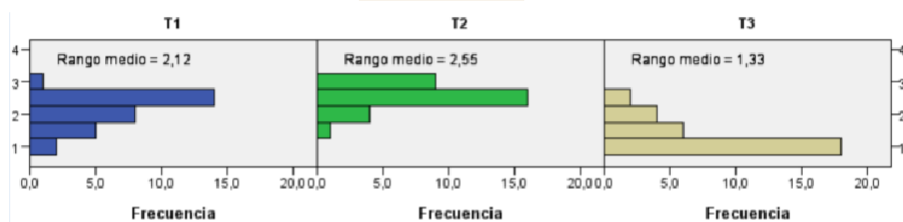


4.3.2 Prueba de Friedman para el atributo OLOR

En la figura 9 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial OLOR, según el análisis de rangos por Friedman, es el tratamiento 2 que corresponde a una adición de 6% al yogurt hipograso.

Figura 9

Rangos de análisis de Friedman ⁶ del atributo olor



En la tabla 27 se muestra los estadísticos de Friedman para el atributo OLOR del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 27

Estadísticos de Friedman para el atributo OLOR

Estadísticos	Valores
N	30
Parámetro de Friedman	33,390
G.L.	2
Valor p	0,000

⁵ Al observar la tabla 27 se comprueba que según el análisis estadístico de Friedman del atributo OLOR del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua muestra diferencias significativas entre tratamientos, por tanto se acepta la hipótesis alternativa; para ello ⁶ se realizó la prueba de comparación de medias.

Tabla 28

Prueba de comparación de medias para el atributo OLOR según Friedman

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3 (9%)	3	1,333	
T1 (3%)	3		2,117
T2 (6%)	3		2,550

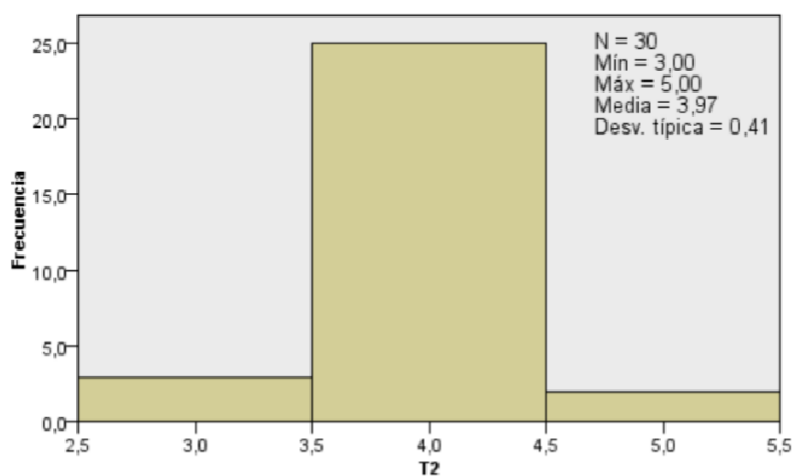
* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 28 se deduce que, según el análisis de Friedman, los tratamientos T1 (3%) y T2 (6%) muestra mejor promedio y el tratamiento T3 (9%) es que presentó el menor promedio, por tanto para el atributo OLOR el que mejor promedio mostró fue el tratamiento T2 (6%) con el calificativo, según la escala hedónica aplicada, de BUENO, que corresponde a un valor de 4.

En la figura 10 se muestra la información de campo continuo para el atributo OLOR del tratamiento T2 (6%) determinando que el valor promedio, según la escala hedónica empleada en la evaluación sensorial, asciende a 3,97 que corresponde al calificativo de BUENO.

Figura 10

Información de campo continuo según Friedman para el atributo olor del tratamiento T2 (6%)

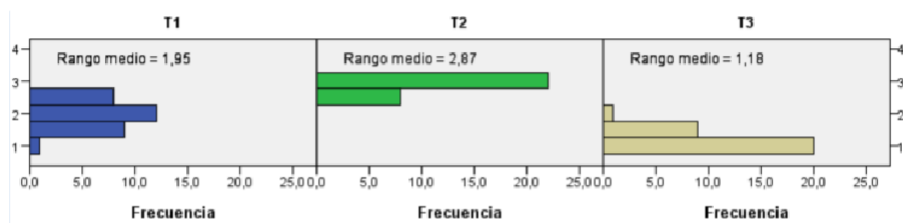


4.3.3 Prueba de Friedman para el atributo SABOR

En la figura 11 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial SABOR, según el análisis de rangos por Friedman, es el tratamiento 2 que corresponde a una adición de 6% al yogurt hipograso.

Figura 11

Rangos de análisis de Friedman del atributo sabor



En la tabla 28 se muestra los estadísticos de Friedman para el atributo SABOR del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 29

Estadísticos de Friedman para el atributo SABOR

Estadísticos	Valores
N	30
Parámetro de Friedman	49,650
G.L.	2
Valor p	0,000

Al observar la tabla 29 se comprueba que según el análisis estadístico de Friedman del atributo SABOR del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua muestra diferencias significativas entre tratamientos, por tanto se acepta la hipótesis alternativa; para ello se realizó la prueba de comparación de medias.

Tabla 30

Prueba de comparación de medias para el atributo SABOR según Friedman

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T3 (9%)	3	1,183		
T1 (3%)	3		1,950	
T2 (6%)	3			2,867

* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

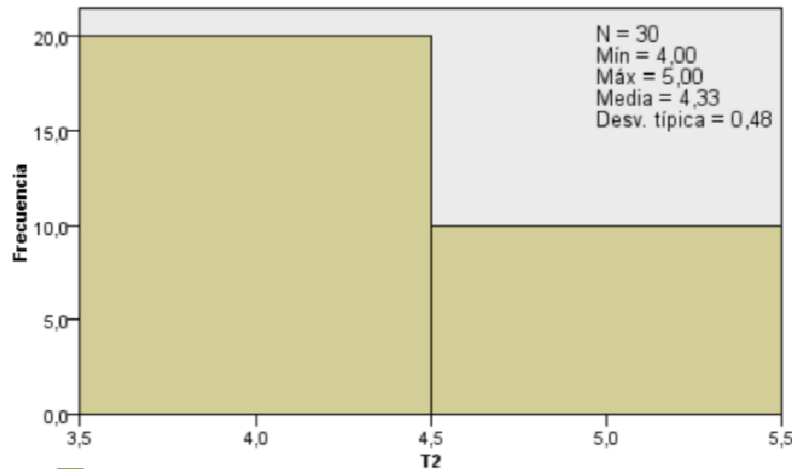
De la tabla 30 se deduce que, según la prueba de comparación de medias según Friedman, los tratamientos T2 (6%) muestra mejor promedio y el tratamiento T3 (9%) es que presentó el menor promedio, por tanto para el atributo SABOR el que

mejor promedio mostró fue el tratamiento T2 (6%) con el calificativo, según la escala hedónica aplicada, de BUENO, que corresponde a un valor de 4.

En la figura 12 se muestra la información de campo continuo para el atributo SABOR del tratamiento T2 (6%) determinando que el valor promedio, según la escala hedónica empleada en la evaluación sensorial, asciende a 4,33 que corresponde al calificativo de BUENO.

Figura 12

Información de campo continuo según Friedman para el atributo sabor del tratamiento T2 (6%)

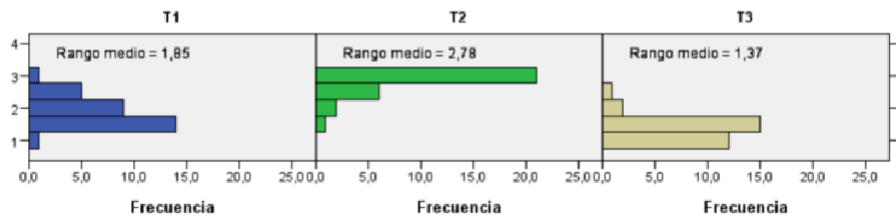


4.3.4 Prueba de Friedman para el atributo TEXTURA

En la figura 13 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial TEXTURA, según el análisis de rangos por Friedman, es el tratamiento 2 que corresponde a una adición de 6% al yogurt hipograso.

Figura 13

Rangos de análisis de Friedman del atributo textura



En la tabla 31 se muestra los estadísticos de Friedman para el atributo TEXTURA del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 31

Estadísticos de Friedman para el atributo: textura

Estadísticos	Valores
N	30
Parámetro de Friedman	41,033
G.L.	2
Valor p	0,000

Al observar la tabla 31 se comprueba que según el análisis estadístico de Friedman del atributo TEXTURA del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua muestra diferencias significativas entre tratamientos, por tanto se acepta la hipótesis alternativa; para ello se realizó la prueba de comparación de medias.

Tabla 32

Prueba de comparación de medias para el atributo TEXTURA según Friedman

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T3 (9%)	3	1,367		
T1 (3%)	3		1,850	
T2 (6%)	3			2,783

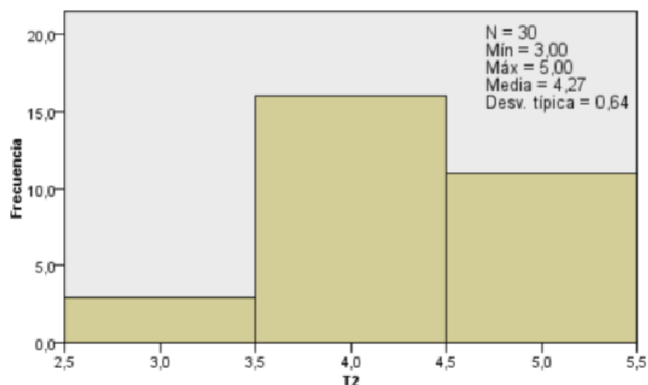
* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 32 se deduce que, según la prueba de comparación de medias según Friedman, los tratamientos T2 (6%) muestra mejor promedio y el tratamiento T3 (9%) es que presentó el menor promedio, por tanto para el atributo TEXTURA el que mejor promedio mostró fue el tratamiento T2 (6%) con el calificativo, según la escala hedónica aplicada, de BUENO, que corresponde a un valor de 4.

En la figura 14 se muestra la información de campo continuo para el atributo TEXTURA del tratamiento T2 (6%) determinando que el valor promedio, según la escala hedónica empleada en la evaluación sensorial, asciende a 4,33 que corresponde al calificativo de BUENO.

Figura 14

Información de campo continuo según Friedman para el atributo textura del tratamiento T2 (6%)

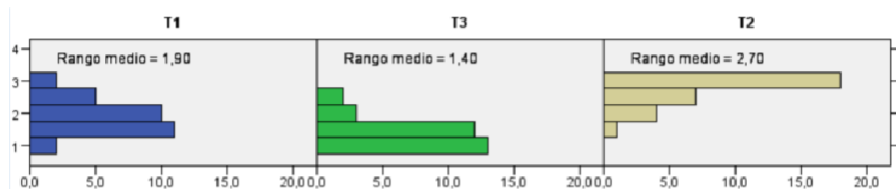


4.3.5 Prueba de Friedman para el atributo ACEPTABILIDAD GENERAL

En la figura 15 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial ACEPTABILIDAD GENERAL, según el análisis de rangos por Friedman, es el tratamiento 2 que corresponde a una adición de 6% al yogurt hipograso.

Figura 15

Rangos de análisis de Friedman del atributo: Aceptabilidad general



En la tabla 33 se muestra los estadísticos de Friedman para el atributo ACEPTABILIDAD GENERAL del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua.

Tabla 33*Estadísticos de Friedman para el atributo: Aceptabilidad general*

Estadísticos	Valores
N	30
Parámetro de Friedman	34,787
G.L.	2
Valor p	0,000

Al observar la tabla 33 se comprueba que según el análisis estadístico de Friedman del atributo ACEPTABILIDAD GENERAL del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua muestra diferencias significativas entre tratamientos, por tanto se acepta la hipótesis alternativa; para ello se realizó la prueba de comparación de medias.

Tabla 34

Prueba de comparación de medias para el atributo ACEPTABILIDAD GENERAL según Friedman

TRATAMIENTOS*	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T3 (9%)	3	1,40		
T1 (3%)	3		1,90	
T2 (6%)	3			2,70

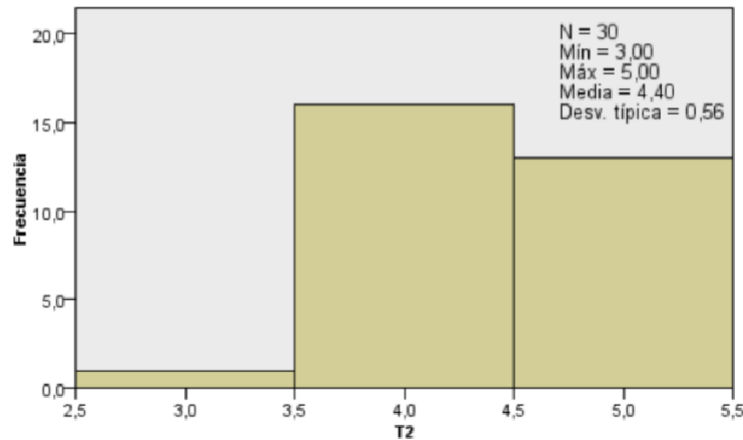
* Los valores de porcentaje son referidos a la adición de pulpa de mashua al yogurt hipograso

De la tabla 34 se deduce que, según la prueba de comparación de medias según Friedman, los tratamientos T2 (6%) muestra mejor promedio y el tratamiento T3 (9%) es que presentó el menor promedio, por tanto para el atributo ACEPTABILIDAD GENERAL el que mejor promedio mostró fue el tratamiento T2 (6%) con el calificativo, según la escala hedónica aplicada, de BUENO, que corresponde a un valor de 4.

En la figura 16 se muestra la información de campo continuo para el atributo ACEPTABILIDAD GENERAL del tratamiento T2 (6%) determinando que el valor promedio, según la escala hedónica empleada en la evaluación sensorial, asciende a 4,40 que corresponde al calificativo de BUENO.

Figura 16

Información de campo continuo según Friedman para el atributo aceptabilidad general del tratamiento T2 (6%)



4.4 Contrastación de hipótesis del diseño planteado

Las hipótesis del diseño planteado fueron:

H₀: No existe diferencia estadística significativa entre la media porcentual de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) en las características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales del yogurt hipograso.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_a: Si existe diferencia estadística significativa entre la media porcentual de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) en las características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales del yogurt hipograso.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

El nivel de significancia fue de $\alpha = 0,05$

Tabla 35

Resultados de la evaluación estadística del yogurt hipograso con la adición de pulpa de mashua.

Características	p<0,05	Significancia	Decisión
Fisicoquímicas			
Proteína	0,209	¹ No	Se acepta Ho
Grasa	0,000	Si	Se acepta Ha
Acidez titulable	0,000	Si	Se acepta Ha
pH	0,000	Si	Se acepta Ha
Viscosidad	0,000	Si	Se acepta Ha
Funcionales			
Polifenoles totales	0,000	Si	Se acepta Ha
Capacidad antioxidante	¹ 0,000	Si	Se acepta Ha
Organolépticas			
Color	0,000	Si	Se acepta Ha
Olor	0,000	Si	Se acepta Ha
Sabor	0,000	Si	Se acepta Ha
Textura	0,000	Si	Se acepta Ha
Aceptabilidad general	0,000	Si	Se acepta Ha

Como se observa en la tabla 35 en las características organolépticas se acepta la hipótesis alternativa (Ha) esto implica que la adición de pulpa de mashua en el yogurt hipograso tuvo influencia estadística significativa determinando para todos los casos aceptación del producto obtenido.

Las características fisicoquímicas, excepto el contenido proteico, también tuvieron influencia estadística significativa al adicionar pulpa de mashua en el yogurt hipograso, determinando que estas características mejoran su composición haciendo de este producto más nutritivo y aceptable.

Las características funcionales también fueron influenciadas estadísticas significativas al adicionar pulpa de mashua en el yogurt hipograso.

El yogurt hipograso con pulpa de mashua en un porcentaje de 6% (T2) tuvo aceptabilidad general con un calificado de BUENO (4 puntos) según la evaluación de los jueces en la escala hedónica aplicada, también tuvieron igual puntuación en los atributos: color, olor, sabor y textura, siendo respaldados con las características

fisicoquímicas⁵ y funcionales, que hacen del producto más nutritivo, funcional y con aceptabilidad²¹ que puede ser consumido por niños y adultos.

Craig & Brothers (2021) refieren que el yogurt es uno de los derivados lácteos más consumidos en el mundo y cuya elaboración se realiza con leche tratada térmicamente y bacterias vivas, las mismas que aportan beneficios importantes siendo uno de estos el renovar la flora intestinal y en muchos estudios se ha informado que el yogurt posee efectos anticancerígenos y antimutagénicos.

8 CONCLUSIONES

- ✓ Los valores fisicoquímicos de la pulpa de mashua (PM) fueron: humedad ($81,97\% \pm 2,41$), proteína ($12,36\% \pm 0,08$), grasa ($0,49\% \pm 0,01$), cenizas ($0,64\% \pm 0,02$), fibra bruta ($0,83\% \pm 0,12$), carbohidratos ($15,04\% \pm 1,03$), pH ($6,32 \pm 0,34$) y °brix ($7,04 \pm 0,19$).
- ✓ Los valores del análisis de compuestos bioactivos de la pulpa de mashua fueron: Polifenoles totales ($44,08 \pm 0,25$ mg G.A.E./g) y Capacidad antioxidante ($15,23 \pm 0,61$ μ M trolox/100 g).
- ✓ Los valores fisicoquímicos de la leche fresca descremada fueron: humedad ($90,58\% \pm 2,48$), proteína ($3,01\% \pm 0,07$), grasa ($0,18\% \pm 0,01$), extracto seco ($9,42\% \pm 1,93$), acidez titulable ($0,143\% \pm 0,02$), densidad ($1,031$ g/ml $\pm 0,12$), pH ($6,74 \pm 0,29$) y viscosidad ($1,26$ cP $\pm 0,08$).
- ✓ Las características fisicoquímicas del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) en su contenido graso, acidez titulable, pH y viscosidad cuyos rango estuvieron entre 0,176 a 0,208%; 0,91 a 1,14%; 4,69 a 4,81 y 4550,26 a 4639,08 cP respectivamente; no mostrando significancia el valor proteico (3,11 a 3,20%).
- ✓ Las características funcionales del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), cuyos valores de polifenoles totales y capacidad antioxidante fluctuaron entre 1,346 a 4,037 mg GAE/g y 0,455 a 1,366 μ M trolox/100 g respectivamente.
- ✓ Los atributos sensoriales del yogurt hipograso con pulpa de mashua que fueron evaluados por los panelistas, mostraron valores de: color (4,03) olor (3,97), sabor (4,33), textura (4,27), aceptabilidad general (4,40) cuando se adicionó 6% de pulpa de mashua, valores que según escala hedónica corresponde entre "bueno" y "muy bueno".
- ✓ El yogurt hipograso con pulpa de mashua tuvieron aceptabilidad general organoléptica y de acuerdo a la escala hedónica corresponde al calificativo de "bueno", además los parámetros fisicoquímicos encuadran al producto como nutritivo y saludable, que puede ser consumido por la población en general.

RECOMENDACIONES

- Evaluar las características reológicas del yogurt hipograso con adición de pulpa de mashua obtenido.
- Evaluar el uso de harinas de subproductos agroindustriales, como cascarilla de cacao, cáscara de plátano, entre otros en la producción de yogurt a fin de evaluar sus propiedades tecnológicas, funcionales y reológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, B. (2017). Influencia del tiempo de soleado sobre la concentración de azúcares reductores y capacidad antioxidante de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) ecotipo negra. Tesis Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2324>.
- Alais, C. (2018). Ciencia de la Leche: Principios de Técnica Lechera. Barcelona, España: Reverté, S.A
- Alcázar, J (2002). Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias. Cuzco, Perú: Cibercopy.
- Álvarez-Figueroa, María & Chacón, Alejandro & Pineda-Castro, María & Cubero, Elba. (2022). Características fisicoquímicas y sensoriales de leches caprina y bovina enteras, descremadas y deslactosadas. Agronomía Mesoamericana. 33. Artículo 47039. 10.15517/am.v33i2.47039.
- Andrade, R. D., Arteaga, M. R., & Simanca, M. M. (2010). Efecto del salvado de trigo en el comportamiento reológico del yogurt de leche de búfala. Información Tecnológica, 21(5), 117–124.
<https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.42771it.09>.
- Arango Reyes, M., & Parra Huertas, R. (2017). Efecto del concentrado de cubio (*tropaeolum tuberosum*) en las características fisicoquímicas y reológicas del yogur. Conexión Agropecuaria JDC, 7(2), 57–67. Recuperado a partir de <https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/607>.
- Armas Alba, S. (2017). Determinación de parámetros fisicoquímicos en leche [Tesis de Licenciatura, Universidad de La Laguna]. RIULL Repositorio Institucional. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6815/Determinacion%20de%20parametros%20fisicoquimicos%20en%20leche.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Aruquipa, R., Trigo, R., Bosque, H., Mercado, G., & Condori, J. (2017). El Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) un cultivo de consumo y medicina tradicional en Huatacana para el beneficio de la población boliviana. RIIARn, 3(2), 146–151. http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/riiarn/v3n2/v3n2_a04.pdf
- Bautista, K. (2013). Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (*Spirulina platensis*), y mora (*Morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio) (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Lacatunga, Ecuador.

- Basiri, S., Haidary, N., Shekarforoush, S. S., & Niakousari, M. (2018). Flaxseed mucilage: A natural stabilizer in stirred yogurt. *Carbohydrate Polymers*, 187, 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.01.049>.
- Beltran, A., & Mera, J. (2014). Elaboración del tuberculo mashua (*tropaeolum tuberosum*) troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3504>.
- Campos, D., Noratto, D., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: Native potato (*Solanum sp.*), mashua (*Tropaeolum Tuberosum* Ruiz y Pavón), oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ollucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1481-1788.
- Castilla Ramírez, C. A., & Muñoz Peña, W. A. (2017). Elaboración de un yogur cuchareable fortificado con zumo de vegetales encapsulado y cáscara de piña pulverizada para población infantil. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/72.
- Chandan, R., y Kilara, A. (2013). *Manufacturing yogurt and fermented milks*. USA: John Wiley y Sons.
- Chirinos, R., Pedreschi, R., Rogez, H., Larondelle, Y., & Campos, D. (2013). Phenolic compound contents and antioxidant activity in plants with nutritional and/or medicinal properties from the Peruvian Andean region. *Industrial Crops and Products*, 47, 145-152. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.02.025>.
- CIP. (2013). *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP) (Primera Ed). Centro Internacional de la Papa. shorturl.at/nIOV0.
- Córdova J, Gonzáles U & Cerrón L. (2018). Physicochemical and sensory properties of yogurt as affected by the incorporation of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) poder. *LWT – Food Science and Technology* 93:506-510
- Coronel Feijo, M. A. (2018). Estudio de las características físico-químicas y sensoriales de yogurt enriquecido con quinua ("*Chenopodium quinoa*" Willd). Universidad de Extremadura. Retrieved from http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/9273/TDUEX_2019_Coronel_Feijo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Cotrino, V., y Gaviria, B. (2006). Como se determina la calidad microbiológica de la leche cruda. Recuperado de <http://lmvltda.com/programas/index.%20html#articulos>.
- Craig, W. J., & Brothers, C. J. (2021). Nutritional content and health profile of non dairy plant-based yogurt alternatives. *Nutrients*, 13(11), 4069. Doi: 10.3390/nu13114069.
- Del Águila, S. (2018). El cultivo e importancia socio-económico-cultural del cultivo de la Mashua. Página 27-29.
- Díaz, A. (2019). Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada *Tropaeolum tuberosum*, Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en Nutrición. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo. Perú.
- Dilas-Jiménez, J. O., & Ascurra-Toro, D. (2020). Agroecología: Una alternativa sostenible para la pequeña agricultura en un escenario post COVID19. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 1(2). <http://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista/article/view/9>.
- Doylet, R., & Rodríguez, L. (2018). Estudio comparativo de la composición química y carácter reductor de dos variedades de *Tropaeolum tuberosum* (Ruíz y Pavón, Kuntze) mashua [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28380>.
- Enciso, C. (2016). Yogur: un alimento nutritivo y versátil. *Alsec S.A.S.*, 18, 1-3.
- Espín, S. (2001). Composición química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos. *SENACYT-FUNDACYT*, 1, 63. Retrieved from <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/1045>.
- Espinoza, 2022. Elaboración de yogur batido enriquecido con fibra de tuna (*Opuntia ficus-indica*) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*). Tesis de pregrado. UNHEVAL. Huánuco. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7821>.
- Fabela D. (2013). Desarrollo de un producto lácteo bajo en grasa y adicionado de fibra dietética mediante el uso de inulina y maltodextrina. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/389330>.
- Feijóo, J. (2012). Estudio de la calidad de leche fresca que se comercializa en la ciudad de piñas. Tesis para optar el título. Universidad de Loja. Loja. Ecuador. Disponible en <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5411>.

- Fernandez, J. (1973). Sobre la dispersion meridional de *tropaeolum tuberosum* r. Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica, 15(Enero), 106–112. <https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/106-112011pdf>.
- Fu R, Li J, Zhang T, Cheng R, Wang S & Zhang J. (2018). Salecan stabilizes the microstructure and improves the rheological performance of yogurt. Food Hydrocolloides 81:474-480. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.034>.
- González Cabrera, M. V., Moreno Andrade, G. I., & López Sampedro, S. E. (2020). Caracterización nutricional y funcional de la harina de mashua. ConcienciaDigital, 3(3), 199-214. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1299>.
- González Regueiro, Verónica, Carlos Rodeiro, Carmen Sanmartín y Sergio Vila. 2014. Introducción al Análisis Sensorial: Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos. Tesis de Licenciatura. España. IES de Mugardos.
- Guzmán Poma, Y. Y. (2018). *Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del yogurt batido enriquecido con extracto de basul (Erythrina edulis)*. <https://hdl.handle.net/20.500.14168/695>.
- Haque, Z., & Ji, T. (2003). Cheddar whey processing and source: II. Effect on non-fat ice cream and yoghurt. International Journal of Food Science and Technology, 38, 463-473.
- Hashemi, H., Hadi, M., Mesbahi, G & Amin, M. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: a review. Food Science and Human Wellness. Vol. 4, 1 - 8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fshw.2015.03.002>.
- Hernández E. (2005). Evaluación Sensorial. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Bogotá: UNAD.
- Huaccho, C. (2016). Capacidad Antioxidante, Compuestos Fenólicos, Carotenoides Y Antocianinas De 84 Cultivares De Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz Y Pavón) (Tesis de maestría). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2844>.
- Ibarra, J. (2020). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el tuberculo *Tropaeolum tuberosum* (mashua naranja). ULADECH. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/15784>.
- Illescas, C. E. 2001. Curso teórico practico sobre lactología. Pp 13-17, 67-73.
- INEI. (2020). Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2018. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1718/Libro.pdf.

- Isleten, M., & Karagul-Yuceer, Y. (2006). Effects of Dried Dairy Ingredients on Physical and Sensory Properties of Nonfat Yogurt. *Dairy science*, 89(8), 2865-2872.
- Jurado B, Aparcama I, Villarreal L, Ramos E, Calixto M, Hurtado P Acosta K. (2016). Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Rev. Soc. Quím. Perú.* 82(3). <https://doi.org/10.37761/rsqp.v82i3.58>
- King, S. R., & Gershoff, S. N. (1987). Nutritional evaluation of three underexploited andean tubers: *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae), *Ullucus tuberosus* (Basellaceae), and *Tropaeolum tuberosum* (Tropaeolaceae). *Economic Botany*, 41(4), 503–511. <https://doi.org/10.1007/BF02908144>.
- León, C. (2018). Determinación de compuestos bioactivos en la mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Tesis, Universidad Nacional del Callao, Callao. Perú.
- Malpartida Yapias, R. J., Adama Astete, J. M., Cajachagua Uscuchagua, Y. Y., & Rosales Sánchez, M. C. (2022). Características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón): Una revisión. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 34(2), 41–51. <https://doi.org/10.37815/rte.v34n2.891>.
- Máximo K y Serquen K. (2020). Elaboración y evaluación del yogurt de tuna (*Opuntia ficus indica*) con sustitución parcial de leche de cabra (*Capra hircus*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8635>.
- Medeiros, A. C., Souza, D. F., & Correia, R. T. P. (2015). Effect of incubation temperature, heat treatment and milk source on the yoghurt kinetic acidification. *International Food Research Journal*, 22(3), 1030-1036.
- Migliorini, P., & Wezel, A. (2017). Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(6). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0472-4>.
- Morales, A. (2020). Desarrollo de yogur tipo III con zapallo y ajonjolí como aporte de fibra y antioxidantes (Tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, Ecuador. In Conciencia Digital. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15498>.

- Moreira T, Transfeld A & Fagundes C. (2017). Elaboration of yogur with reduced level of lactose added of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Food Science and Technology* 76: 326-329.
- Norma Técnica Peruana 202.092:2014. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leches fermentadas. Yogurt. Requisitos
- Organización Mundial de la Salud, (2019). Plan de acción para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles en las Américas. Recuperado de: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/plan-accion-prevencion-control-ent-americas.pdf>
- Palomino, L., García C., Gil. J., Rojano, B., Durango, R. (2009). Determinación del contenido de fenoles y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento de Antioquia (Colombia). *Vitae*, 16(3):388-395. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042009000300013.
- Romero de la Hoz, D., & Prado, L. (2017). Caracterización fisicoquímica, funcional, reológica y composicional de la harina precocida de cubio (*Tropaeolum tuberosum* R&P) cultivado en diferentes fuentes de fertilización. *Ingeniería de Alimentos*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/74.
- Sandoval Castilla, O., Lobato Calleros, C., Aguirre Mandujano, E., & Vernon Carter, E. J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(2), 151–159. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00166-3](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00166-3).
- Sharma, R. (2013). Sensory Quality Aspects of Yoghurt. *Dairy Australia/NCDEA, Webinar*.
- Silva B, Resende S, Souza A, Silva M, Plácido G & Caliarí M. (2014). Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored yogurt. *African Journal Biotechnology* 13(37):397-3804.
- Suarez Diéguez, T., Gonzáles Escalante, E., Martínez, Reséndez, Y., & Sánchez Martínez, D. (2014). La importancia de los aditivos alimentarios en los alimentos industrializados. Retrieved from <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n4/e5.html>.
- Taipe, L. (2017). La agricultura precolombina en Chile y países vecinos. Universidad Nacional de Chile.
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Lima, Perú: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú (ANPE).

- Temoche, M., Campos, D., Chirinos, R. y Cisneros, L. (2004). Evaluación de los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante presente en 30 genotipos de mashua. *Revistas Científicas UNALM*.
- Tuiran, L. (2017). Caracterización fisicoquímica, funcional, reológica y composicional de la harina precocida de cubio (*Tropaeolum tuberosum* R&P) cultivado en diferentes fuentes de fertilización. 1, 26–31.
- Valencia, Z., Cámara, F., Ccapa, K., Catacora, P., & Quispe, F. (2017). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(1), 16-29.
- Varela, P. y Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48 (1): 893–908.
- Voilley, A., & Etiévant, P. (2006). *Flavour in food*. Taylor & Francis US.
- Weerawatanakom, M., Wu, J., Pan, M., & Ho, C. (2015). Reactivity and stability of selected flavor compounds doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.02.001>

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA TÉCNICA DE CULTIVOS LÁCTICOS PARA YOGURT



Producto	Nombre comercial	Marca
Cultivo iniciador concentrado congelado para yogur	FARGO 404	KERRY
Registros	Origen	
SENASA Reg. N° A-1856	RNPA N° 520015	USA
Características del producto	Composición	
Libre de organismos genéticamente modificados. Certificado Kosher y Halal Libre de alérgenos excepto leche y derivados. Sin TACC	Streptococcus thermophilus Lactobacillus bulgaricus	

Funcionalidad:

Esta selección de cepas, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, generan simbióticamente una muy buena estimulación para el desarrollo de ácido y sabor en el yogur. El uso de FARGO 404 produce un yogur con buen cuerpo y sabor intenso.

Aplicaciones:

Yogur

Dosis:

Consultar con el técnico de Laboratorios Amerex Argentina S.A.

Modo de uso:

Colocar el cultivo congelado directamente en la mezcla pasteurizada y enfriada a una temperatura de 43°C, agitar a baja velocidad durante 30 min.

Especificaciones:

Viabilidad de cepas	Concentración	Min. $7,5 \times 10^7$ ufc/ml
Microbiológicas	Coliformes	Negativo en 1g
	<i>Escherichia coli</i>	Negativo en 1g
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Negativo en 1g
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo en 1g
	<i>Bacillus cereus</i>	Negativo en 1g
	<i>Salmonella</i> sp.	Negativo en 25g
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Negativo en 25g
	Hongos y Levaduras	Negativo en 1g

Nota: Amerex enviará a sus clientes, por cada lote, el certificado de análisis original emitido por Kerry.

Envase:

Pote de polipropileno con tapa de aluminio termosellada

Presentación:

Pote x 170 g

Caja de cartón corrugado x 12 potes

Medidas externas de la caja: 43 x 29,5 x 7 cm

Vida útil y Condiciones de almacenamiento:

15 meses desde la fecha de elaboración, almacenado a temperatura constante inferior o igual a -26° C en envase original bien cerrado.

ANEXO 2

FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGURT HIPOGRASO CON PULPA DE MASHUA

Nombre:.....**Edad:**.....

Fecha:.....

- I. Estás recibiendo muestras codificadas de **YOGURT**. Por favor, indique según la escala abajo indicada, cuánto le gustó o disgustó el **COLOR** de la muestra:

- 5. Muy bueno
- 4. Bueno
- 3. Aceptable
- 2. Deficiente
- 1. Malo

Muestra	COLOR
T1	
T2	
T3	

- II Por favor, ahora pruebe la muestra e indique según la escala de abajo, cuánto le gustó o disgustó el **OLOR** de la muestra:

- 5. Muy bueno
- 4. Bueno
- 3. Aceptable
- 2. Deficiente
- 1. Malo

Muestra	COLOR
T1	
T2	
T3	

- III. Por favor, indique según la escala de abajo, cuánto le gustó o disgustó el **SABOR** de la muestra.

- 5. Muy bueno
- 4. Bueno
- 3. Aceptable
- 2. Deficiente
- 1. Malo

Muestra	COLOR
T1	
T2	
T3	

- IV. Por favor, pruebe nuevamente la muestra e indique según la escala abajo indicada en cuánto le gusta o disgusta la **TEXTURA** de la muestra:

- 5. Muy bueno
- 4. Bueno
- 3. Aceptable
- 2. Deficiente
- 1. Malo

Muestra	COLOR
T1	
T2	
T3	

- V. Por favor, pruebe nuevamente la muestra e indique según la escala abajo indicada en cuánto le gusta o disgusta la **ACEPTABILIDAD GENERAL** de la muestra:

- 5. Muy bueno
- 4. Bueno
- 3. Aceptable
- 2. Deficiente
- 1. Malo

Muestra	COLOR
T1	
T2	
T3	

.....
FIRMA

ANEXO 3

EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGURT HIPOGRASO CON ADICIÓN DE PULPA DE MASHUA

ATRIBUTO: COLOR

PANELISTA	3%	6%	9%
1	4	4	3
2	3	5	2
3	3	4	3
4	4	4	3
5	4	4	4
6	4	4	3
7	4	4	3
8	3	4	3
9	3	4	3
10	4	4	3
11	4	3	3
12	4	4	4
13	4	5	3
14	4	4	3
15	5	4	3
16	4	4	3
17	5	4	4
18	3	3	3
19	3	4	4
20	3	4	3
21	3	5	3
22	4	4	3
23	3	4	2
24	4	5	4
25	3	4	4
26	4	4	3
27	4	4	3
28	4	4	3
29	4	4	3
30	4	3	3
SUMA	112	121	94
PROMEDIO	3,73	4,03	3,13

ATRIBUTO: OLOR

PANELISTA	3%	6%	9%
1	4	4	3
2	3	4	2
3	4	4	3
4	4	4	3
5	4	4	4
6	4	5	3
7	4	4	3
8	3	4	3
9	4	4	3
10	4	4	3
11	4	4	3
12	3	4	4
13	4	4	3
14	4	4	3
15	3	4	3
16	4	5	3
17	5	4	4
18	3	3	3
19	4	4	4
20	3	4	3
21	3	3	3
22	4	4	3
23	3	4	2
24	4	4	3
25	3	4	4
26	3	4	3
27	4	4	3
28	3	4	3
29	3	3	2
30	4	4	3
SUMA	109	119	92
PROMEDIO	3.63	3.97	3.07

ATRIBUTO: SABOR

PANELISTA	3%	6%	9%
1	3	4	3
2	3	5	2
3	3	4	3
4	4	4	3
5	3	5	2
6	4	4	3
7	3	4	2
8	3	5	3
9	3	4	3
10	4	4	2
11	4	5	3
12	4	4	2
13	3	5	3
14	4	4	3
15	2	4	3
16	3	4	3
17	3	4	2
18	4	5	3
19	3	4	3
20	3	4	3
21	3	5	2
22	4	4	3
23	3	4	2
24	4	5	3
25	3	4	3
26	4	4	2
27	4	5	3
28	3	4	2
29	4	4	3
30	3	5	2
SUMA	101	130	79
PROMEDIO	3.37	4.33	2.63

ATRIBUTO: TEXTURA

PANELISTA	3%	6%	9%
1	4	5	3
2	3	5	2
3	3	5	3
4	4	4	3
5	4	5	4
6	4	4	3
7	4	5	3
8	3	4	3
9	3	5	3
10	4	4	3
11	4	3	3
12	3	4	4
13	4	5	3
14	4	4	3
15	3	5	3
16	3	4	3
17	3	5	3
18	3	3	3
19	3	4	3
20	3	4	3
21	3	4	3
22	3	4	3
23	3	4	2
24	4	5	3
25	3	4	2
26	3	4	3
27	4	4	3
28	3	5	3
29	3	4	3
30	3	3	3
SUMA	101	128	89
PROMEDIO	3.37	4.27	2.97

ATRIBUTO: ACEPTABILIDAD GENERAL

PANELISTA	3%	6%	9%
1	4	4	3
2	3	5	2
3	3	4	3
4	4	5	3
5	4	4	4
6	4	5	3
7	4	4	3
8	3	5	3
9	3	4	3
10	4	4	3
11	5	3	3
12	4	4	4
13	4	5	3
14	4	5	3
15	3	5	3
16	4	4	4
17	5	4	3
18	3	5	3
19	3	4	4
20	3	4	3
21	3	5	3
22	4	5	3
23	3	4	3
24	4	5	4
25	3	4	4
26	4	5	3
27	4	4	3
28	3	5	3
29	4	4	2
30	3	4	3
SUMA	109	132	94
PROMEDIO	3.63	4.40	3.13

Efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt hipograso

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

22 %

FUENTES DE INTERNET

5 %

PUBLICACIONES

9 %

TRABAJS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe	3 %
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	2 %
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	2 %
	Trabajo del estudiante	
4	docplayer.es	2 %
	Fuente de Internet	
5	repositorio.uns.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	1 %
	Trabajo del estudiante	
7	journalalphacentauri.com	1 %
	Fuente de Internet	
8	repositorio.unsch.edu.pe	

Fuente de Internet

1 %

9

dehesa.unex.es

Fuente de Internet

1 %

10

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

11

www.rte.espol.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

12

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

13

revistas.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

14

1library.co

Fuente de Internet

< 1 %

15

es.scribd.com

Fuente de Internet

< 1 %

16

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

17

documents.mx

Fuente de Internet

< 1 %

18

repositorio.espam.edu.ec

Fuente de Internet

< 1 %

19

ciencia.lasalle.edu.co

Fuente de Internet

< 1 %

20	Submitted to Fundacion Universitaria Juan de Castellanos Trabajo del estudiante	< 1 %
21	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
22	nutricionydieteticanuria.wordpress.com Fuente de Internet	< 1 %
23	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
24	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
25	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
26	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
27	www.scielo.cl Fuente de Internet	< 1 %
28	repositorio.unam.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
29	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
30	dspace.pucesi.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
31	vsip.info	

Fuente de Internet

<1 %

32

apirepositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jhony Salcedo Osorio
Título del ejercicio: Con depósito
Título de la entrega: Efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum tuber...*
Nombre del archivo: Tesis_Final_JSO_ok.doc
Tamaño del archivo: 1.52M
Total páginas: 84
Total de palabras: 18,228
Total de caracteres: 96,959
Fecha de entrega: 20-mar.-2024 09:28a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2325785734

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



Efecto de la adición de pulpa de mashua (*Tropaeolum
tuberosum* Ruiz & Pavón) sobre las características
físicoquímicas y sensoriales del yogurt hipograso

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Presentado por:

Bach. Jhony Salcedo Osorio

Asesor:

Dr. Saúl Ricardo Chuqui Diestra

AYACUCHO - PERÚ
2024