

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

---

**Efecto de la concentración de masa de tarwi y de agar agar sobre las  
proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general de queso tipo mozzarella  
de tarwi (*Lupinus mutabilis*)**

---

**Área de Investigación:**

Tecnología de Alimentos

**Autor:**

Zare Valdez, Karlita Jesús

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Rodríguez Avalos, Fernando

**Secretario:** Villacorta Márquez, Luis Francisco

**Vocal:** Ferradas Horna, Ana Cecilia

**Asesor:**

Rodríguez Zevallos, Antonio Ricardo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5797-6635>

**TRUJILLO – PERÚ**

**2023**

**Fecha de sustentación:** 04/12/2017

# “Efecto de la concentración de masa de tarwi y de agar agar sobre las proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general de queso tipo mozzarella de tarwi (Lupinus mutabilis)

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Durand Villarroel, Advelí, Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. "Elaboración de un análogo de queso fresco por sustitución de la grasa láctea con emulsiones de aceites vegetales ricos en omega 3 y 6 con incorporación de aceites esenciales /", 2019 Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.iniap.gob.ec">repositorio.iniap.gob.ec</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://bdigital.zamorano.edu">bdigital.zamorano.edu</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	1%

7	<a href="http://myslide.es">myslide.es</a> Fuente de Internet	1 %
8	<a href="http://repository.lasalle.edu.co">repository.lasalle.edu.co</a> Fuente de Internet	1 %
9	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
10	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.oocities.org">www.oocities.org</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.uc.cl">repositorio.uc.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Fundacion Universidad de America Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="http://biblio.unvm.edu.ar">biblio.unvm.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %

18	<a href="http://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
20	Arango Bedoya, Oscar, Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. "Aplicación de dispersión de luz de infrarrojo próximo en la producción de derivados lácteos bajos en grasa con inulina", [Barcelona] : Universitat Autònoma de Barcelona,, 2015 Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Estatal de Milagro Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad de León Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Universidad de Alcalá Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %

27	<a href="http://www.voltairenet.org">www.voltairenet.org</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
30	Jorge Díaz-Sánchez, Mercedes Caridad García-González, Gustavo Yasser Lorente-González, Lianet Cardoso-Paneque. "PROPORCIÓN ADECUADA DE SALES FUNDENTES PARA ALCANZAR LA TEXTURA REQUERIDA DE QUESO FUNDIDO UNTABLE", REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA "YACHASUN", 2021 Publicación	<1 %
31	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://www.uaaan.mx">www.uaaan.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://rdu.unc.edu.ar">rdu.unc.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://repositorio.ute.edu.ec">repositorio.ute.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

36	Helena Dvořáčková, Paloma Hueso González, Jaroslav Záhora, RS Ruiz Sinoga. "El efecto de los polímeros absorbentes en la actividad microbiológica del suelo bajo condiciones mediterráneas", Revista MVZ Córdoba, 2018 Publicación	<1 %
37	agraria.pe Fuente de Internet	<1 %
38	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
39	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
40	roderic.uv.es Fuente de Internet	<1 %
41	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
42	doczz.net Fuente de Internet	<1 %
43	P Alcântara, A Cravo, J Jacob. "Variability of nutrients and chlorophyll a in Ancão Inlet during a spring tidal cycle in April 2009", Ciencias Marinas, 2011 Publicación	<1 %
44	EDUARDO FAGES SANTANA. "INVESTIGACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO ADITIVADAS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA PARA LA	<1 %

# MEJORA DE PROPIEDADES BIOACTIVAS EN EL SECTOR TEXTIL", Universitat Politecnica de Valencia, 2012

Publicación

45

[repositorio.puce.edu.ec](http://repositorio.puce.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

46

[intranet.comunidadandina.org](http://intranet.comunidadandina.org)

Fuente de Internet

<1 %

47

[www.idexlab.com](http://www.idexlab.com)

Fuente de Internet

<1 %

48

Submitted to Corporación Universitaria del Caribe

Trabajo del estudiante

<1 %

49

Luis Carlos Ramírez Villa, María Ligia Roa Vega, Adrián Felipe Coronado Blanco, Camilo Andrés Díaz Arias et al. "Memorias tercer encuentro de investigadores Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Universidad de Los Llanos", Revista Sistemas de Producción Agroecológicos, 2020

Publicación

<1 %

50

[cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

51

[repositorio.unapiquitos.edu.pe](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

52

[repositorio.uncp.edu.pe](http://repositorio.uncp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

53

[repositorio.unfv.edu.pe](https://repositorio.unfv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

54

[rraae.cedia.edu.ec](https://rraae.cedia.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

55

[www.scribd.com](https://www.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

56

[prezi.com](https://prezi.com)

Fuente de Internet

<1 %

57

[ri-ng.uaq.mx](https://ri-ng.uaq.mx)

Fuente de Internet

<1 %

58

[www.gruposophia.org.ar](https://www.gruposophia.org.ar)

Fuente de Internet

<1 %

59

María José Jijón, Teresa Guerrero Villegas, Adriana Barahona, Pablo Aguilar Barriga. "El efecto visual y la necesidad de la determinación de un método de blanqueamiento superficial de la nuez de macadamia", Enfoque UTE, 2017

Publicación

<1 %

60

Pascual-Ezama, David, Beatriz Gil-Gómez de Liaño, and Bárbara Scandroglio. "The role of emotions arising from instability in investment behaviour / El papel de la carga emocional de la inestabilidad en el

<1 %

# comportamiento de inversión", Estudios de Psicología, 2015.

Publicación

---

61	<a href="http://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
62	<a href="http://datos.unjfsc.edu.pe">datos.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
63	<a href="http://eprints.ucm.es">eprints.ucm.es</a> Fuente de Internet	<1 %
64	<a href="http://handbook.usfx.bo">handbook.usfx.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
65	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
66	<a href="http://redpav-fpolar.info.ve">redpav-fpolar.info.ve</a> Fuente de Internet	<1 %
67	<a href="http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080">repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
68	<a href="http://www.aces.uiuc.edu">www.aces.uiuc.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
69	<a href="http://www.biologia.edu.ar">www.biologia.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
70	<a href="http://www.nodo50.org">www.nodo50.org</a> Fuente de Internet	<1 %
71	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

---

---

72

[www.tecal.net](http://www.tecal.net)

Fuente de Internet

<1 %

---

73

[archive.org](http://archive.org)

Fuente de Internet

<1 %

---

74

[ifst.pericles-prod.literatumonline.com](http://ifst.pericles-prod.literatumonline.com)

Fuente de Internet

<1 %

---

75

[www.clubensayos.com](http://www.clubensayos.com)

Fuente de Internet

<1 %

---

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 5 words

Excluir bibliografía

Activo

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos, docente del Programa de Estudio de ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: "Efecto de la concentración de masa de tarwi y de agar agar sobre las proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general de queso tipo mozzarella de tarwi (*Lupinus mutabilis*)", autora Karlita Jesús Zare Valdez, dejo constancia lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (28 de diciembre de 2022).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

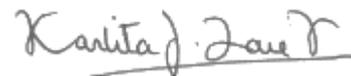
Trujillo, 02 de diciembre de 2023

Asesor: Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos  
DNI: 17524134  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5797-6635>  
Firma:



Autor: Karlita Jesús Zare Valdez  
DNI: 42507776

Firma:



La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



---

Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos  
PRESIDENTE



---

Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta  
SECRETARIO



---

Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna  
VOCAL



---

Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos  
ASESOR

## DEDICATORIA

*A Dios porque sin él nada hubiera sido posible.*

*A mi padre Carlos, mi héroe, quien me dio la vida, cuida y cuida de ella por siempre desde donde este.*

*A mi madre Jesús, por su paciencia, cariño, comprensión y protección para culminar mis metas.*

*A mis hermanos Diego y Fabriccio que siempre me aconsejan y dan ánimos para ser cada día mejor persona, pero sobre todo madre.*

*A mis hijas Diana y Maju, que gracias a ellas decidí continuar con este proyecto y demostrarles que caer no es malo, lo importante es volver a levantarse, y seguir luchando, es la única forma de lograr nuestros sueños y sonreír nuevamente a la vida.*

*A mi esposo Ricardo por confiar en mí, por su amor incondicional, por ser un apoyo muy importante en mi vida y en la de mis hijas.*

*Finalmente, a mis amigos y docentes que siempre estuvieron allí para apoyarme con su tiempo, y moralmente animándome con sus consejos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi asesor, el doctor Ricardo Rodríguez Zevallos que tuve la oportunidad de conocerlo más como amigo y guía en el programa de apoyo al ansiado título.*

*A mi compañero Héctor Luis que a pesar de conocerlo muy poco tiempo se lleva mi admiración, cariño por su apoyo y ánimo para terminar mi trabajo de tesis.*

*Y a todos quienes de alguna forma me dieron mediante sus sugerencias más ganas de seguir buscando la formulación para concretizar mi trabajo de tesis.*

## ÍNDICE GENERAL

Pág.

CARÁTULA .....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	3
2.1. TARWI .....	3
2.1.1. Definición y características.....	3
2.1.2. Variedades de tarwi.....	4
2.1.3. Composición y valor nutricional del tarwi.....	4
2.1.4. Desamargado del tarwi.....	5
2.1.5. Producción nacional del tarwi.....	6
2.2. AGAR AGAR .....	7
2.3. QUESOS ANÁLOGOS O DE IMITACIÓN .....	8
2.3.1. Ingredientes para la elaboración de quesos análogos .....	9
2.3.2. Firmeza del queso análogo .....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	13
3.2. MATERIALES.....	13
3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	13
3.4. METODOLOGÍA.....	14
3.4.1. Esquema experimental para la elaboración del queso tipo mozzarella de tarwi .....	14
3.4.2. Procedimiento para el desamargado del tarwi.....	14

	Pág.
3.4.3. Procedimiento para la elaboración del queso tipo mozzarella de tarwi.....	17
3.4.4. Formulación del queso tipo mozzarella con masa de tarwi y agar agar .....	17
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	19
3.5.1. Humedad .....	19
3.5.2. Proteínas .....	19
3.5.3. Firmeza.....	20
3.5.4. Color .....	20
3.5.5. Aceptabilidad general .....	21
3.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS .....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre las proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi .....	23
4.2. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre la firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi .....	27
4.3. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre el color (L*, a* y b*) en queso tipo mozzarella de tarwi .....	31
4.4. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre la aceptabilidad general en queso tipo mozzarella de tarwi .....	36
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES .....	41
VII. REFERENCIAS .....	42
VIII. ANEXOS .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición química del tarwi .....	5
Cuadro 2. Producción nacional del tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> S.) .....	7
Cuadro 3. Formulación del queso tipo mozzarella de tarwi .....	19
Cuadro 4. Prueba de Levene para las proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	25
Cuadro 5. Análisis de varianza de proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	26
Cuadro 6. Prueba de Duncan para proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	26
Cuadro 7. Prueba de Levene para la firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	29
Cuadro 8. Análisis de varianza para la firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	30
Cuadro 9. Prueba de Duncan para la firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	30
Cuadro 10. Prueba de Levene para el color ( $L^*$ , $a^*$ y $b^*$ ) en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	34
Cuadro 11. Análisis de varianza para el color ( $L^*$ , $a^*$ y $b^*$ ) en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	35

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el color ( $L^*$ , $a^*$ y $b^*$ ) en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	36
Cuadro 13. Prueba de Friedman de la aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	39
Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon de la aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración del queso tipo mozzarella con tarwi y agar agar .....	15
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de tarwi desamargado.....	16
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del queso tipo mozzarella con tarwi y agar agar .....	18
Figura 4. Ficha de evaluación para la aceptabilidad general del queso tipo mozzarella con tarwi y agar agar.....	22
Figura 5. Variaciones de proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	23
Figura 6. Variaciones de firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	27
Figura 7. Variaciones de luminosidad en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar.....	31
Figura 8. Variaciones de color (a*) en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar.....	32
Figura 9. Variaciones de color (b*) en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar.....	33
Figura 10. Variaciones de moda de la aceptabilidad general en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar .....	37

## ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Valores de humedad de los quesos tipo mozzarella de tarwi y de agar agar .....	47
Anexo 2. Valores de proteínas de los quesos tipo mozzarella de tarwi y de agar agar .....	47
Anexo 3. Valores de firmeza de los quesos tipo mozzarella de tarwi y de agar agar.....	48
Anexo 4. Valores de color (L*) de los quesos tipo mozzarella de tarwi y de agar agar .....	48
Anexo 5. Valores de color (a*) de los quesos tipo mozzarella de tarwi y de agar agar .....	48
Anexo 6. Valores de color (b*) de los quesos tipo mozzarella de tarwi y de agar agar .....	49
Anexo 7. Calificaciones de la prueba de aceptabilidad general de los quesos tipo mozzarella de tarwi y de agar agar .....	50
Anexo 8. Ficha técnica de agar agar .....	51
Anexo 9. Figuras de la evaluación experimental del queso tipo mozzarella de tarwi y de agar agar .....	52

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos concentraciones de masa de tarwi (30.93 y 38.10%) y de agar agar (11.90 y 15.90%) sobre las proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general en queso tipo mozzarella de tarwi (*Lupinus mutabilis*). La materia prima fue seleccionada, remojada, cocinada, lavada, descascarado, molida, diluida, pasteurizada, enfriada, mezclada y envasada. Se aplicaron cuatro tratamientos que fueron evaluadas en proteínas, firmeza, color como variables paramétricas. Sensorialmente se evaluó la aceptabilidad general con treinta jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de nueve puntos. Los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95%. La prueba de Levene modificada demostró homogeneidad de varianzas para las variables paramétricas y el análisis de varianza indicó efecto significativo de la concentración de tarwi y agar agar sobre el contenido de proteínas, firmeza y color. Las pruebas no paramétricas para la evaluación sensorial aplicadas fueron Friedman y Wilcoxon denotando que el mejor tratamiento en aceptabilidad general fue 38.10% concentración de tarwi y 15.90% agar agar en el queso tipo mozzarella. La concentración de 38.10% masa de tarwi y 15.90% de agar agar presentó la mayor aceptabilidad general (7 puntos) “me agrada moderadamente” en el queso tipo mozzarella de tarwi, mayor contenido de proteínas (12.08%), adecuada firmeza (2.63 N) y color (81.17 L\*, -4.56 a\* y 22.57 b\*).

Palabras clave: queso, mozzarella, tarwi, agar agar

## ABSTRACT

The effect of the concentrations of tarwi masa (30.93 and 38.10%) and of agar agar (11.90 y 15.90%) on the proteins, firmness, color and general acceptability in the production of cheese type mozzarella of lupine was evaluated. The raw material was selected, soaked, cooked, washed, peeled, milled, diluted, pasteurized, cooled, mixed and packaged. Four treatments were evaluated in proteins, firmness, and color as parametric variables. Sensory, the overall acceptability were applied by thirty untrained judges using a hedonic scale of nine points. Statistical analyzes were performed with a confidence level of 95%. The modified Levene test demonstrated homogeneity of variances for the parametric variables and the analysis of variance indicated a significant effect of the concentration of tarwi and agar agar on protein content, firmness and color. The non-parametric tests for sensory evaluation applied were Friedman and Wilcoxon, indicating that the best treatment in general acceptability was 38.10% tarwi concentration and 15.90% agar agar in mozzarella cheese. The concentration of 38.10% tarwi mass and 15.90% agar agar presented the highest general acceptability (7 points) "I like it moderately" in tarwi mozzarella type cheese, higher protein content (12.08%), adequate firmness (2.63 N) and colour (81.17 L\*, -4.56 a\* and 22.57 b\*).

Key words: cheese, mozzarella, tarwi, agar agar

## I. INTRODUCCIÓN

En los países emergentes, existen productos tipo queso análogo o de imitación elaborados a partir de la mezcla de proteína láctea y/o proteínas vegetales derivados de soya, almendras, semillas de girasol, coco y tarwi, con la adición de otros aditivos como; agua, grasa vegetal, estabilizantes, emulsificantes, saborizantes y colorantes; sometidos a un proceso de fusión, obteniéndose un producto semejante al queso normalmente comercializado (Catota, 2017).

Por esta razón, es un desafío para la industria alimentaria desarrollar productos funcionales con ingredientes que ayuden a disminuir enfermedades a causa de una dieta poco nutritiva; siendo el aporte de la sustitución de las proteínas y grasas animales por las vegetales; estos quesos análogos cada vez ganan mayor protagonismo debido a los excelentes beneficios como eliminar el problema para intolerantes a la lactosa, alternativa para consumo como queso vegetariano con características y sabor parecido a un queso sin la utilización de derivados de animales. También se puede considerar como alimento funcional, incrementando notablemente la cantidad de proteínas y, por último, un análogo de queso debidamente formulado para su consumo masivo desde niños y adultos (Peramaz-Matos, Gutiérrez-Aguirre, Jacobo, Vargas y Vejerano, 2018).

El tarwi es uno de los productos vegetales más ricos en proteínas, contiene alrededor del 45 al 50% de proteínas. Es una planta que crece en terrenos semisecos, de muy pocas exigencias agronómicas y el rendimiento es mayor en comparación del resto de cereales; además, es un producto nativo de la zona andina (Carhuallanqui, Ccora, Vilcapoma y Casas, 2022).

Las nuevas tendencias de consumo de alimentos funcionales son causa de una mayor demanda de productos innovadores que mejoran en la digestión y la calidad de vida. Y por sus cualidades nutritivas, el tarwi tiene un alto potencial de consumo, aunque entre sus limitantes es el procesamiento del desamargado y las formas de preparación que han restringido su demanda, por eso es necesario dar nuevas alternativas de consumo como es el caso del queso de tarwi, alimento saludable y nutritivo (Aulla, 2018).

Por lo mencionado, se debe diversificar los quesos a partir de leche de cereales, siendo una gran alternativa de consumo, otorgando propiedades nutricionales y atributos sensoriales (aroma, sabor y olor) para el consumo humano, reemplazando las proteínas de origen animal por origen vegetal y siendo consumido de la mejor forma por la ausencia de la lactosa.

Los objetivos planteados fueron:

- Evaluar el efecto de dos concentraciones de masa de tarwi y dos concentraciones de agar agar sobre el contenido de las proteínas, la firmeza, el color y la aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi.
- Determinar la concentración de masa de tarwi y la concentración de agar agar que permita obtener el mayor contenido de proteínas, adecuada firmeza y color, y la mayor aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. TARWI

#### 2.1.1. Definición y características

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa herbácea de granos comestibles, desarrollado en valles templados y áreas alto andinas de Ecuador, Perú y Bolivia. Crece en las alturas entre 2800 a 3900 msnm en condiciones extremas, donde otras leguminosas de grano no producirían con éxito. Asimismo, varía sobre el contenido de proteínas, aceites, alcaloides, rendimiento, y tolerancia a las plagas y enfermedades. El color del grano, planta y flores es variable. La importancia del grano de tarwi radica en su valor nutricional, alto contenido de proteínas (41 a 51%), aceite rico en ácidos grasos no saturados, fibras y minerales como el calcio, fósforo, hierro, zinc y es considerada como la “soya de los Andes”. Es un cultivo de gran potencial productivo e industrial, en la obtención de aceite para consumo humano y subproductos para la dieta animal (Ortega, Rodríguez, Arturo y Zamora-Barbano, 2017).

Entre las limitantes para su consumo directo del tarwi es la presencia de sustancias amargas denominada alcaloides, responsable del sabor amargo a los granos; por tanto, es necesario un proceso de lavado antes de su consumo (Gutiérrez, Infante, Pascual y Zamora, 2016).

El cultivo de tarwi cumple un rol agronómico en las rotaciones de cultivo destinadas al cuidado de la fertilidad del suelo mediante la fijación de nitrógeno del aire en simbiosis con la actividad de bacterias del género *Rhizobium lupini* presentes en los nódulos de las raíces y que enriquecen el suelo de cultivo (Carhuallanqui y otros, 2022).

### **2.1.2. Variedades de tarwi**

Pinto-Rodríguez (2019) indica que esta planta presenta una gran variabilidad morfológica y de adaptación ecológica en los andes, por lo cual se ha sugerido que pueden incluirse tres subespecies:

- *Lupinus mutabilis*, chocho (norte de Perú y Ecuador), de mayor ramificación, muy tardío, mayor pilosidad en hojas y tallos, algunos eco tipos se comportan como tolerantes a la antracnosis.
- *Lupinus mutabilis*, tarwi (centro y sur de Perú) de escasa ramificación, mediana tardío, algo tolerante a la antracnosis.
- *Lupinus mutabilis*, tauri (altiplano de Perú y Bolivia), de menor tamaño (1.00-1.40m) con un tallo principal desarrollo susceptibles a la antracnosis.

### **2.1.3. Composición y valor nutricional del tarwi**

El chocho o tarwi es una excelente fuente de calcio, fósforo, magnesio, hierro, zinc, y su alto valor de proteínas, hacen comparable a la soya y otras leguminosas. El grano es amargo debido a la presencia de alcaloides, contiene aproximadamente 42% de proteína en base seca; sin embargo, el proceso de desamargado (eliminación de alcaloides), permite concentrar aún más el contenido de ese nutriente, registrando valores de hasta 51% en base seca. El grano tiene un elevado contenido de aceite del 18 al 22%, cuales predominan los siguientes ácidos grasos: oléico: 40.40%, linoleico: 37.10% y linolénico: 2.90% (Gutiérrez y otros, 2016).

El calcio es el mineral predominante en el tarwi, con una concentración del 0.48%. Este elemento es una sustancia blanquecina que los dientes y huesos retienen y conservan para asegurar el crecimiento y mantener la solidez. El calcio se localiza principalmente en la cáscara del grano, recomendado para su consumo de forma integral sin pelar. La concentración de fósforo del grano es 0.43%, este elemento actúa

como controlador de calcio; en el mantenimiento del sistema óseo, actividad del musculo cardiaco y producción de energía. El equilibrio calcio-fósforo es primordial; un exceso de fósforo provoca la formación de fosfato de calcio insolubles y no reabsorbibles, que acaban por ser eliminadas (Carhuallanqui y otros, 2022). En el Cuadro 1, se observa la composición química del grano de tarwi.

Cuadro 1. Composición química y nutricional del tarwi

Componente	Cantidad (%)
Proteínas	44.3
Grasa	16.5
Carbohidratos	22.2
Fibra	6.1
Cenizas	3.3
Humedad	7.7

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de Alimentos, 2017

Entre los micro elementos del tarwi, se encuentra el hierro (75 mg), mineral importante para la producción de hemoglobina, transporte de oxígeno e incremento de la resistencia de enfermedades (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos, 2017).

#### **2.1.4. Desamargado del tarwi**

Para el consumo del tarwi, los campesinos realizaban de forma artesanal un proceso lento de cocción y lavado, obteniendo un grano desamargado con sabor agradable e inodoro. Este procedimiento se debe por la existencia de diferentes alcaloides presentes en el tarwi,

tales como; esparteína, lupina y lupanina; empleados para controlar ectoparásito (Gutiérrez y otros, 2016).

El grano de tarwi grano libre de impurezas se procede a secarlo; mediante método natural que consiste en la utilización de la energía solar hasta llegar entre 8% de humedad. El método artificial es por secado en bandejas mediante secador, con sistema de inyector de calor y aireación hasta llegar a 15% de humedad (Pinto-Rodríguez, 2019).

Para aprovechar el tarwi en la alimentación humana y animal es necesario extraer las sustancias amargas o alcaloides mediante un procedimiento de reducción del contenido total de alcaloides en el tarwi, proceso que inicia con la cocción durante un corto tiempo a ebullición en abundante agua (Ortega y otros, 2017).

#### **2.1.5. Producción nacional del tarwi**

El tarwi es uno de los alimentos más contribuyente a la importancia socioeconómica y ambiental para nuestro país, desarrollado por pequeños productores de la agricultura familiar (Pinto-Rodríguez, 2019).

Es un cultivo de nuestros Andes, con mayor resistencia frente a los problemas climáticos, ante la crisis económica, pandemias y desastres naturales. En 2021, la producción nacional de tarwi alcanzó las 15,790 toneladas, con un incremento del 5.2% frente a lo proyectado del mismo año (Andina, 2022).

Alrededor de 11 mil hectáreas de cultivo de tarwi, ubicadas principalmente en La Libertad (34%), Cusco (19%) y Puno (9%);

haciendo una totalidad de 30 mil familias de agricultores (Andina, 2022). En el Cuadro 2, se presenta la producción nacional del tarwi.

Cuadro 2. Producción nacional del Tarwi

Años	Producción (t)
2015	13277
2016	13879
2017	14161
2018	14668
2019	14511
2020	15230
2021	15790

Fuente: Andina, 2022.

## 2.2. EL AGAR AGAR

Se extrae con agua hirviendo de varios tipos de algas rojas, entre ellas las del género *Gellidium*. A concentraciones del 1-2% forma geles firmes y rígidos, reversibles al calentarlos, pero con una característica peculiar, su gran histéresis térmica. Esta palabra designa la peculiaridad de que exista una gran diferencia entre el punto de fusión del gel (más de 85 °C) y el de su solidificación posterior (según el tipo, menos de 40 °C) (López y Sabogal, 2018).

Se usa en repostería y en la fabricación de conservas vegetales, en derivados cárnicos, en la cuajada, helados y para formar la cobertura de conservas y semiconservas de pescado, así como en sopas, salsas y mazapanes. El gel de agar agar puede soportar temperaturas de 80°C sin perder sus características y no es termorreversible (Ibáñez y Herrero, 2017).

### **2.3. QUESOS ANÁLOGOS O DE IMITACIÓN**

Los quesos análogos también denominados quesos de imitación que consisten en una emulsión de grasa en agua, donde un componente proteico estabiliza la emulsión y contribuye a la estructura del queso (Agudelo, Sepúlveda y Restrepo, 2015).

Es el producto obtenido de la mezcla de la proteína de la leche, en forma de caseinato o caseinatos junto con proteína de soya, agua, aceite o grasa vegetal, saborizante, sal, ácidos comestibles, colorantes y estabilizantes (Villegas y de la Huerta, 2015).

Los productos de queso de imitación y sustitutos son imitaciones o sustitutos de quesos naturales o productos de queso procesado principalmente con la grasa de la leche fresca, con la proteína de la leche o ambas se reemplazan parcial o totalmente por productos semejantes a la leche, primordialmente de origen vegetal. Incluidos dentro de este grupo de productos están los productos de queso análogos. Para la obtención de los productos de queso análogos se inicia con el mismo procedimiento común del queso comercial procesado; precisamente en la formulación dependerá de los diferentes ingredientes, la mezcla y el procesamiento (calentamiento y cizallamiento de la mezcla) hasta obtener una masa fundida uniforme, el llenado en caliente en los recipientes deseados (moldes), y enfriamiento final del producto (Guinea, 2017).

La leche es el principal ingrediente del queso análogo, pero existe la posibilidad de una sustitución parcial o total por leches vegetales como; semillas de ajonjolí, girasol, almendras y granos como la soya, tarwi, almendras, coco, etc. Esta materia prima es primordial para la transformación del queso, obteniendo características similares a las de

un queso tradicional, y hasta la obtención de productos con mejores características nutricionales a menor costo (Jara, 2021).

### **2.3.1. Ingredientes para la elaboración de quesos análogos**

**Agua.** La composición química de los quesos procesados afecta a sus propiedades funcionales que definen la finalidad del producto, concretamente en relación a las características texturales y capacidad de fundido (Jara, 2021).

El agua es importante en este tipo de productos, particularmente por su interacción con las proteínas. La hidratación, disgregación, estabilización de la red proteica y su solubilización tienen lugar en la fase acuosa, lo cual es esencial en una emulsión de grasa en agua. La humedad trabaja en la red proteica como un plastificante haciéndola más elástica (Jara, 2021).

**Grasa.** Proporciona a la mezcla características de textura y fundido, facilita la formación de la emulsión y previene la exudación del producto. El aceite vegetal se ha utilizado con buenos resultados en la elaboración de análogos de queso (Villegas y de la Huerta, 2015).

**Proteínas lácteas.** La mejor fuente de proteína en los análogos es el caseinato. La caseína de calcio es preferida para los análogos de queso semiduros, ya que proporciona mejores cualidades para el rallado y estiramiento que la caseína ácida o los caseinatos de sodio o calcio (Jara, 2021). Además, presenta varias ventajas gracias a su sabor y su estabilidad durante el almacenamiento (Villegas y de la Huerta, 2015). Esta caseína es soluble en agua, y requiere de sales emulsionantes para romper los puentes de calcio entre las moléculas de proteína y ayudar en su hidratación durante la fabricación del queso.

Sales emulsionantes. Con la ayuda del calor y el corte, ocurre cambios fisicoquímicos en la mezcla del queso que, resulta en una rehidratación del agregado de caseína y su conversión en un agente emulsionante activo. Estas sales complementan las propiedades funcionales de la proteína de leche. Sus funciones principales consisten en: secuestrar los iones de calcio de la micela; solubilizar la proteína; hidratar y aumentar la proteína; emulsionar la grasa y estabilizar la emulsión; controlar y estabilizar el pH; y formar una estructura apropiada en el queso procesado después del enfriamiento. La habilidad de las sales emulsionantes para secuestrar el calcio que permita la hidratación de la proteína con la subsiguiente emulsión de la grasa depende del tipo de sal emulsionante y la concentración utilizada en la formulación. Los más comúnmente utilizados son los fosfatos y los citratos (Agudelo y otros, 2015).

Agentes acidificantes. Los agentes acidificantes tienen una amplia variedad de funciones en el queso como son la conservación, desarrollo de textura, ajuste de pH y contribución al sabor. Dentro de los distintos acidificantes, la adición de ácido láctico proporciona buenos resultados en la fabricación de quesos análogos (Agudelo y otros, 2015).

Sal. controla el desarrollo de bacterias, mejora el sabor, selecciona la flora microbiana, regula la humedad y mejora las características de conservación (Villegas y de la Huerta, 2015).

Colorante. Para el queso se utiliza la bixina, como colorante, que es liposoluble y su color puede variar desde los marrones a los amarillos dependiendo de la concentración empleada (Villegas y de la Huerta, 2015).

Almidones. La caseína es la razón que provoca su sustitución parcial por ingredientes de menor coste, siendo el almidón la alternativa más efectiva y barata. El almidón es un polisacárido hidrocarbonado formado por unidades de glucosa unidas entre sí por puentes glucosídicos que se extrae en forma de gránulo de los órganos de ciertas plantas. La mayoría de los almidones contienen dos tipos de polímeros de glucosa: una cadena lineal llamada amilosa y una cadena ramificada denominada amilopectina. Estas dos fracciones se encuentran en diferentes cantidades en los almidones de varias fuentes botánicas. La amilosa abarca entre 15 y 30% de los almidones más comunes (Gutiérrez y otros, 2016).

Los gránulos de almidón son insolubles en agua por debajo de los 50 °C. Cuando la suspensión de almidón en agua es calentada hasta una temperatura crítica o temperatura de gelatinización (55-80 °C), los gránulos absorben agua y aumentan hasta varias veces su tamaño original formando una masa viscosa. Si el calentamiento se prolonga, los gránulos de almidón hinchados empiezan a desintegrarse en agregados de almidón. A temperaturas de 100 a 160 °C existe el fenómeno de retrogradación, formando un precipitado no deseado e irreversible. En su forma nativa, los almidones tienen un uso limitado en la industria alimentaria. En general, los almidones nativos producen cuerpos débiles, pegajosos, pastas gomosas cuando se calientan y geles indeseables cuando se enfrían. Es por esto que los fabricantes de alimentos procesados prefieren almidones con características que ofrezcan mejor comportamiento que aquellas que proporcionan los almidones nativos (Catota, 2017).

### **2.3.2. Firmeza del queso análogo**

Las propiedades de los quesos tienen características relacionadas con el sentido del tacto (reología y textura) y de la vista (apariencia y color).

La textura de un queso es una de las características más importantes que determinan su identidad y calidad. Las propiedades texturales de un queso mozzarella es importante cuando se incorporan a un sistema de alimentos como en pizzas. Las características de importancia es la tenacidad, tritura y desmenuzado moderado, sin embargo, mientras que, en el horno, el fragmento de queso debe liberar suficiente aceite para engullir a otro Ingredientes manteniendo su forma y grado de rigidez (Guinea, 2017).

La capacidad de una proteína para actuar como una matriz para mantener la humedad, grasas, polisacáridos y otros ingredientes es importante en muchas aplicaciones alimentarias. Existe la viabilidad de usar geles de proteína de soja para imitar las propiedades texturales de la mozzarella natural a bajas temperaturas, mientras que, a temperaturas elevadas, el queso mozzarella se presenta como un pseudoplástico. Además, la proteína láctea o la proteína vegetal en polvo, la grasa láctea o el aceite/grasa vegetal, el almidón y los estabilizantes son comúnmente empleados para la preparación de estos productos. Estos insumos determinan la estructura, la funcionalidad y la estabilidad de los productos; por lo tanto, les necesario encontrar los ingredientes y formulaciones adecuados para lograr las funcionalidades y la estabilidad de mayor preferencia para los consumidores (Cumhur y Kilic-Akyilmaz, 2022).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Las pruebas experimentales se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos y los análisis en el Laboratorio de Ciencia de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

#### 3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

##### Material de investigación

- Bolsas Ziploc de polietileno de alta densidad transparente de 28 x 18 cm<sup>2</sup>, planas, calibre 175 y con cierre hermético.
- Moldes redondos de vidrio, capacidad 250 g.

##### Materia prima

- Granos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) adquirido del distrito de Úsqail, provincia Otuzco, regional La Libertad.

##### Insumos

- Agar agar. Marca Linros Interinsumos SRL.
- Vinagre de manzana. Marca Kaita.
- Sal rosada de Maras, fue adquirida del supermercado Wong, Trujillo, Perú.
- Almidón de maíz (maicena). Marca Duryea, fue adquirida del supermercado Wong, Trujillo, Perú.
- Agua de mesa. Marca San Luis.

#### 3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad: 0 a 210 g, sensibilidad aprox. 0.0001 g.

- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión  $\pm 0.01$  °C.
- pH metro. Marca Mettler Toledo. Rango de 0 a 14.
- Texturómetro marca Instron Modelo 342. Capacidad de carga de 0.5 kN. Espacio de ensayo vertical de 651 mm.
- Colorímetro Minolta. Modelo CR-400.
- Equipo microkjeldhal. Marca Selecta.
- Estufa Memmert Boschickong-Loadeng 100-800. Velocidad de aire: 1.5 m/s.
- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8 °C. Precisión + 2 °C.

### **3.4. METODOLOGÍA**

#### **3.4.1. Esquema experimental para la elaboración del queso tipo mozzarella con tarwi y agar agar**

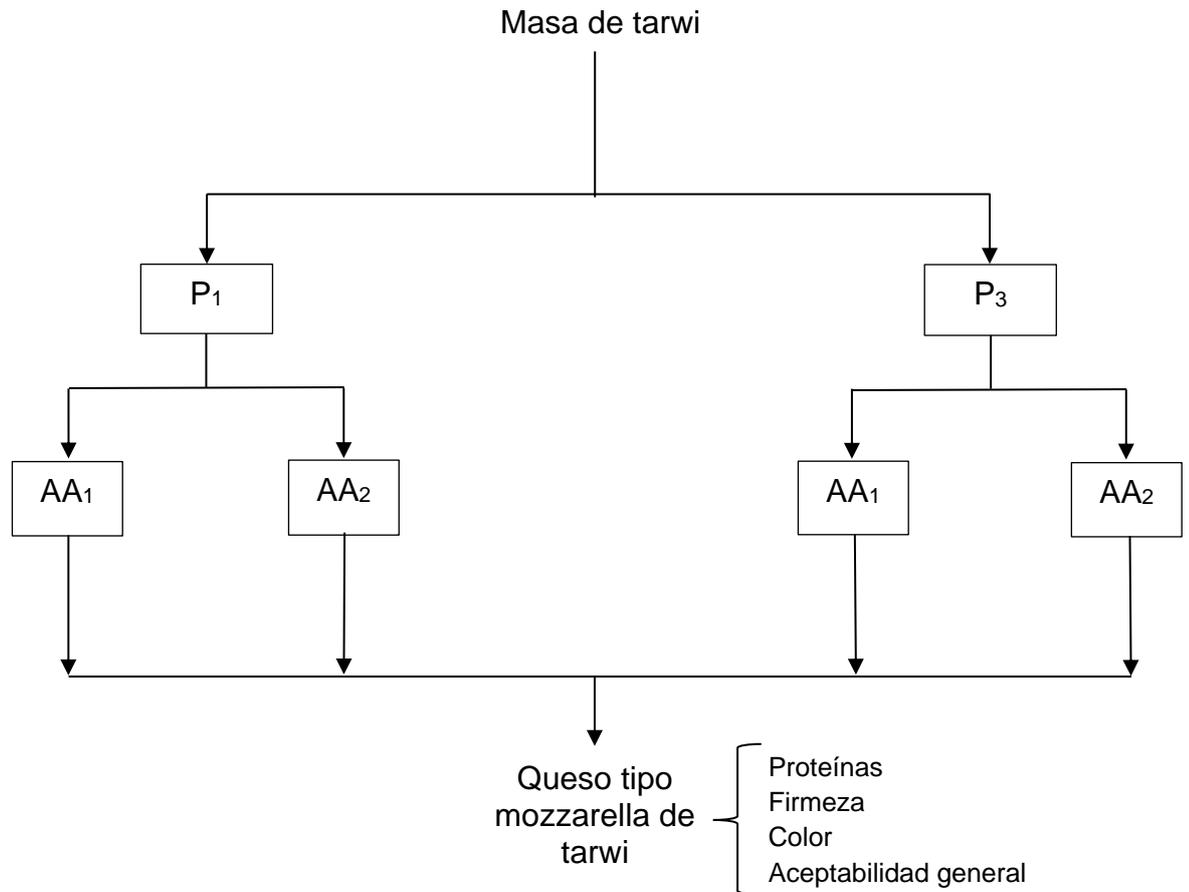
En la Figura 1, se muestra el esquema experimental para la evaluación del queso tipo mozzarella de tarwi. Son variables independientes las concentraciones de masa de tarwi (30.93 y 38.10%) y agar agar (11.90 y 15.90%), y variables dependientes: contenido de proteína, la firmeza, el color y la aceptabilidad general.

#### **3.4.2. Procedimiento experimental para el desamargado de tarwi**

En la Figura 2 se presenta el diagrama de flujo para el proceso desamargado del tarwi. A continuación, se describe cada operación sugerida por Carhuallanqui y otros (2022); Gutiérrez y otros (2016) en el diagrama de flujo de la Figura 2.

Recepción. Se recibieron los granos de tarwi seco.

Limpieza. Se eliminaron todo tipo de material extraño, tales como piedras, hojas secas e insectos.



Leyenda:

P<sub>1</sub>: concentración al 30.93% de masa de tarwi

P<sub>2</sub>: concentración al 38.10% de masa de tarwi

AA<sub>1</sub>: concentración al 11.90% de agar agar

AA<sub>2</sub>: concentración al 15.90% de agar agar

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración del queso tipo mozzarella con tarwi y agar agar

**Selección.** Se escogieron los granos en buenas condiciones, libre de picaduras de insectos y partidos.

**Remojo.** El grano seco seleccionado se remojó en proporción 1:4 (tarwi:agua) por un tiempo de 12 h, y posteriormente, se eliminó el agua.

**Cocción.** Se realizó en dos partes; en la primera parte al tarwi remojado en proporción 1:3 (agua de mesa:tarwi) y luego se calentó hasta ebullición y se mantuvo por 30 min y, luego se retiró el agua. En

la segunda parte se repitió el mismo proceso con otra porción igual de agua.

**Lavado.** Después de la cocción, el grano cocido se enfrió con agua potable, hasta obtener granos de tarwi fríos, después se retiró el agua. Seguidamente los granos se sometieron a lavado y remojo en relación agua de mesa: tarwi (4:1) por 5 días, se cambió el agua 3 veces al día, agitándose manualmente al momento de la adición y manteniéndose el agua en contacto con el grano. Se verificó la eliminación del sabor amargo del grano sensorialmente.

**Descascarado.** Después del lavado se quitó la cáscara de forma manual sin dañar el grano.

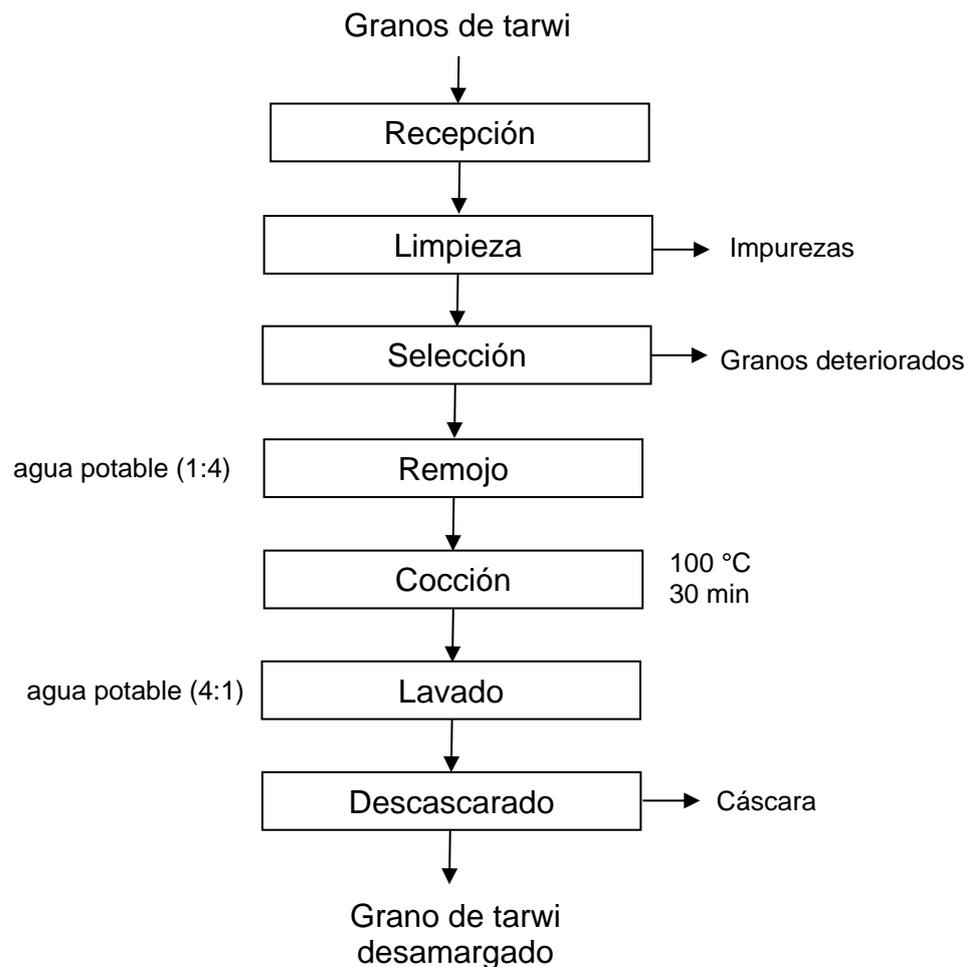


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de tarwi desamargado

### **3.4.3. Procedimiento para la elaboración del queso tipo mozzarella de tarwi**

A continuación, se describe cada una de las etapas del flujo para la elaboración del queso tipo mozzarella de tarwi según el diagrama de flujo de la Figura 3 (Aulla, 2018; Catota, 2017).

Recepción. Los granos desamargados son recepcionados y pesados el siguiente proceso.

Molienda. Se sometió al triturado del grano hasta formar una masa pastosa, con ayuda de una licuadora doméstica.

Mezclado 1. En proporción 2:1 agua y masa de tarwi, se agitó homogéneamente la solución lechosa.

Pasteurización. La mezcla se calentó a 90 °C por 10 min.

Enfriamiento. Se procedió inmediatamente a colocar en un recipiente aséptico para su uso inmediato después de enfriar a 60 °C, de lo contrario se refrigeró a no menos de 5 °C.

Mezclado 2. Se agregó el agar agar y se agitó constantemente, manteniendo la temperatura de 60 °C.

Mezclado 3. Se adicionó el vinagre, el almidón de maíz y la sal, agitando constantemente la mezcla para evitar grumos.

Cocción. Se elevó suavemente la temperatura a no más de 75 °C cuidando que la mezcla este uniforme y se mantiene por 15 min.

Envasado. Se colocó la mezcla en moldes, se enfría hasta temperatura ambiente y luego se almacena en refrigeración por 24 h (Anexo 9, Figura D).

### **3.4.4. Formulación del queso tipo mozzarella de tarwi**

Para elaborar el queso tipo mozzarella de tarwi (Anexo 9, Figura A) se utilizó una formulación tal como se muestra en el Cuadro 3, basado en Catota (2017) y de pruebas preliminares.

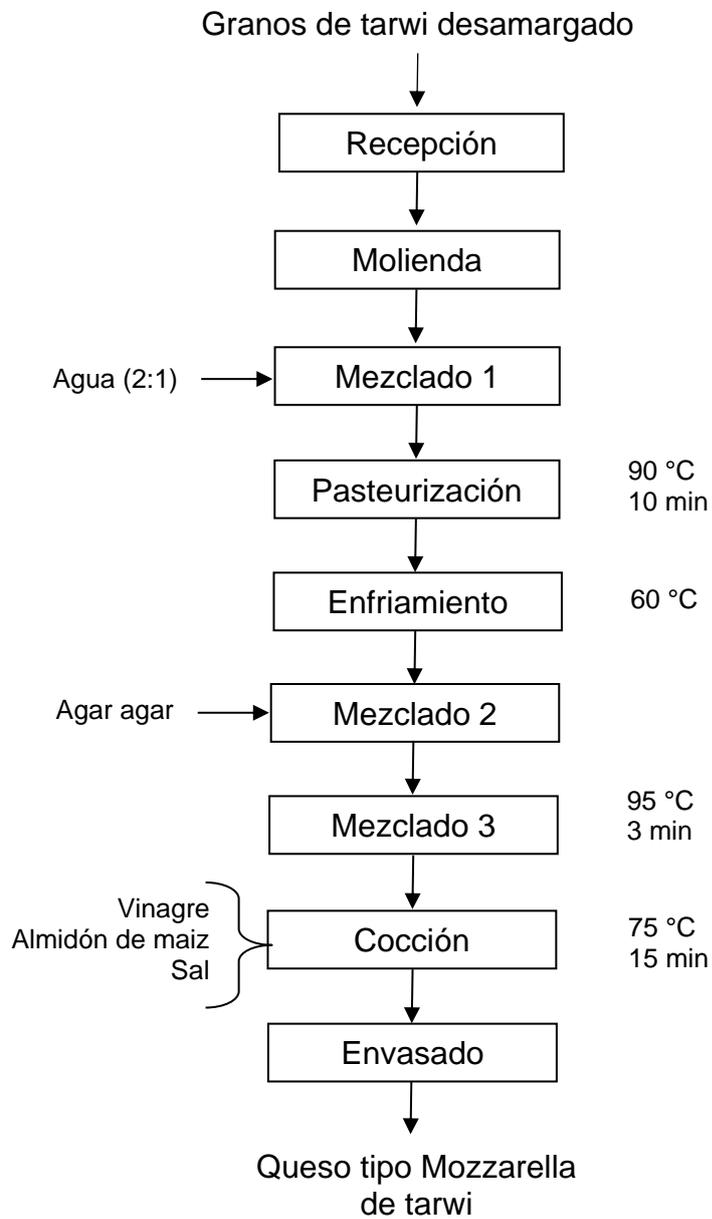


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del queso tipo mozzarella con tarwi y agar agar

Cuadro 3. Formulación del queso tipo mozzarella de tarwi

Componentes	P1AA1	P1AA2	P2AA1	P2AA2
Tarwi desamargado (g)	30.9	30.9	38.1	38.1
agua (g)	52.3	48.4	45.2	41.2
Agar agar (g)	11.9	15.9	11.9	15.9
Almidón de maíz (g)	2.4	2.4	2.4	2.4
Vinagre (g)	0.8	0.8	0.8	0.8
Cloruro de sodio (g)	1.0	1.0	1.0	1.0
Cloruro de calcio (g)	0.6	0.6	0.6	0.6
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Leyenda**

P1: Concentración al 30.93% de masa de tarwi

P2: Concentración al 38.10% de masa de tarwi

AA1: Concentración al 11.90% de agar agar

AA2: Concentración al 15.90% de agar agar

**3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS****3.5.1. Humedad**

Se pesaron las placas Petri y se agregó 5 g de muestra a cada uno, posteriormente, se llevó a la estufa a 105 °C durante 24 h. Después se sacaron las placas con las muestras y se colocaron en el desecador, luego se pesaron y por la diferencia de peso se obtuvo la humedad (AOAC, 1997).

**3.5.2. Proteínas**

Porciones de 10 g de quesos tipo mozzarella de tarwi fueron secados en la estufa a 105 °C por 24 h y envasados en bolsas de polietileno. Luego, se siguió el método AACCC (1999). La proteína del queso fue determinada pesando la cantidad de 0.3 g de muestra seca. Después se colocó la muestra en el fondo del balón digestor y se adicionó aproximadamente 1.5 g de mezcla catalizadora y 3.5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, se colocó en el balón digestor, calentando suavemente al principio y después en forma enérgica, hasta su completa oxidación, punto donde la mezcla forma una

solución verde claro transparente o azul claro, dejando enfriar a temperatura ambiente.

Se instaló el equipo de destilación, a la salida del refrigerante, en un matraz Erlenmeyer se colocó 10 mL de ácido bórico al 4%, se adicionaron de 2 a 3 gotas de rojo de metilo. Se añadió al matraz de Kjeldahl aproximadamente 40 mL de NaOH 40%, se conectó inmediatamente el sistema de destilación del aparato de Kjeldhal, se recogieron 20 mL del destilado. Posteriormente se tituló con solución de HCl 0.1N; virando a color rosado, se obtuvo el gasto de titulación para luego reemplazar en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales.

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{\text{Gasto HCl} \times \text{Normalidad HCl} \times 14 \times 100 \times 6.25}{\text{peso muestra (mg)}}$$

### 3.5.3. Firmeza

Para medir la firmeza del queso tipo mozzarella de tarwi se utilizó el Texturómetro Instron Modelo 3342, con el cual se midió la resistencia al corte expresado en N. La resistencia al corte se define como el valor de fuerza máxima presentada antes de la ruptura o flujo del material. Se evaluó una muestra de queso tipo mozzarella de forma cilíndrica de 3 cm de diámetro y 4.5 cm de altura, obtenido mediante el uso de un sacabocados de acero inoxidable, la muestra fue apoyada horizontalmente sobre dos bases de acero inoxidable en cada extremo para luego hacer el corte con el husillo de 4 mm en la parte central de la muestra a una velocidad de 0.2 mm/s (Anexo 9, Figura C) y obtener el resultado de firmeza (Peramaz-Matos y otros, 2018).

### 3.5.4. Color

Se determinó con el colorímetro Konica Minolta, registrando los valores de (L\*, a\* y b\*). El colorímetro fue calibrado con un blanco estándar. La toma de color se hizo sobre la superficie del centro de

las muestras reportando valores promedios (Monroy-Galván, Ramírez-Rejel y Ramírez-Pérez, 2017).

### **3.5.5. Aceptabilidad general**

La aceptabilidad general se evaluó usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos, desde “Me gusta muchísimo” a “Me desagrada muchísimo”. Se trabajó con 30 panelistas no entrenados y representantes del público objetivo (Anzaldúa-Morales, 2005).

Se presentaron las muestras en porciones de 5 g, las cuales fueron colocadas en un plato descartable de primer uso, se colocaron los 4 tratamientos al azar con su respectivo código y agua como neutralizante entre muestras. En la Figura 4, se muestra la cartilla para la evaluación sensorial en escala hedónica.

## **3.5. MÉTODOS ESTADÍSTICOS**

El diseño estadístico a aplicar corresponde a un diseño factorial 2x2 con 3 repeticiones. Para los análisis de proteínas, firmeza y color se utilizaron la prueba de Levene con el fin de determinar la homogeneidad de varianzas de los datos experimentales, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para comparar los resultados mediante la formación de subgrupos y determinar de esta manera el mejor tratamiento. La aceptabilidad general fue evaluada mediante las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

Todos los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 19.0.

**Cartilla de aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi**

Nombre:

Fecha:

Instrucciones: Pruebe la muestra de queso tipo mozzarella que se le ha proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (x) en el casillero correspondiente de acuerdo con el nivel de agrado o desagrado que le produzca.

Escala	Muestra		
	344	412	591
Me agrada extremadamente	-----	-----	-----
Me agrada mucho	-----	-----	-----
Me agrada moderadamente	-----	-----	-----
Me agrada ligeramente	-----	-----	-----
Ni me agrada ni me desagrada	-----	-----	-----
Me desagrada ligeramente	-----	-----	-----
Me desagrada moderadamente	-----	-----	-----
Me desagrada mucho	-----	-----	-----
Me desagrada extremadamente	-----	-----	-----
Comentarios:	-----		
	-----		

Fuente: López y otros (2010)

Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre las proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi

En la Figura 5, se observa que a medida que aumentó la concentración del tarwi existió un comportamiento creciente en las proteínas. Las diferentes concentraciones del agar agar entre cada tratamiento también muestran un aumento significativo en las proteínas, debido a los hidratos de carbono de alto peso molecular del agar agar. Los resultados del contenido de proteínas de las diferentes muestras oscilaron entre 7.26 y 12.08%. En el Anexo 2, se encuentran los valores de proteínas.

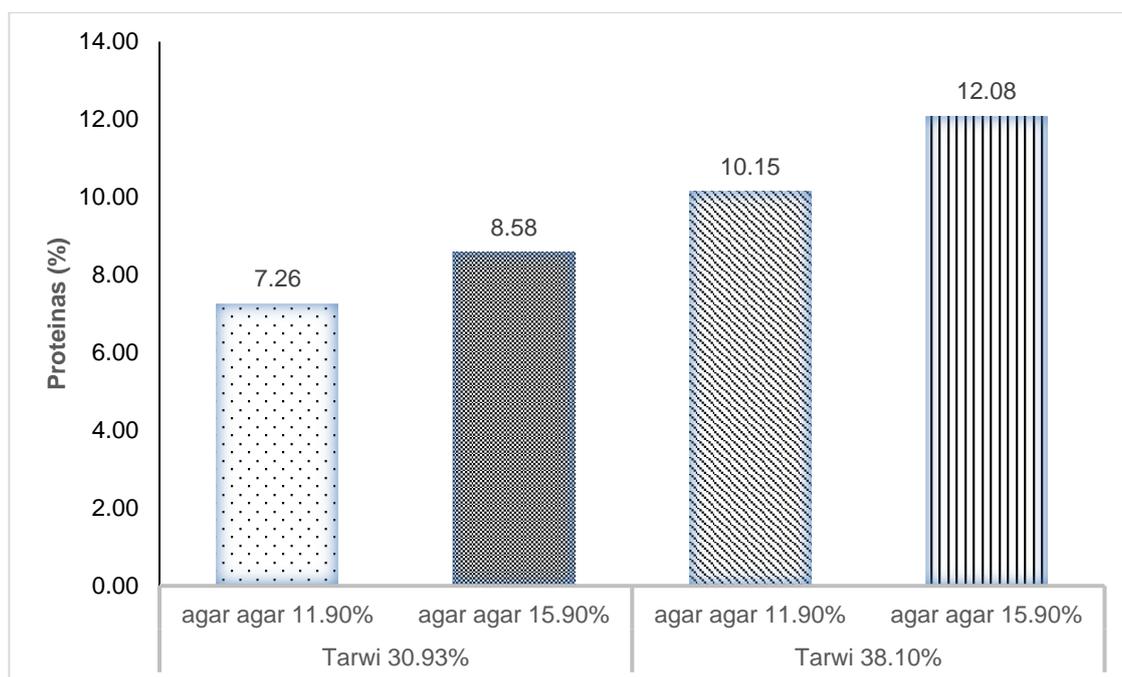


Figura 5. Variaciones de proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

En el caso del queso análogo desarrollado, ya que es un sistema de multicomponentes y debido al proceso, se obtiene un gel de emulsión (gel

de copolímeros), originándose en un inicio con la formación de una emulsión del tipo grasa en agua con las proteínas disponibles en el medio funcionando como emulsificantes, esta fase interacciona con el gel derivado del agar agar en agua; obteniendo una estabilidad del producto con el calor aplicado a la mezcla (Solowiej y otros, 2017).

Doblado (2021) evaluó un queso análogo proteínico mediante el uso del suero de leche (88 y 78%) y leche vegetal de quinua (10 y 20%). En la formulación se agregó únicamente sal refinada al 2%. Se reportaron valores sobre el contenido de proteínas con 16.4 y 20.1%, respectivamente. Comparado con los resultados de esta investigación, se muestran resultados superiores con las muestras de mayor concentración de masa de tarwi. El contenido de humedad fue en promedio de 64.1% para los quesos análogos, mientras que, en esta investigación fue 80%, estas diferencias se deben al contenido de proteínas de la quinua (15.7%) e ingredientes empleados ya que no se usó ningún componente lácteo.

Alonso, Ramírez-Rejel y Talamantes (2020) desarrollaron un queso análogo a partir de harina y leche de amaranto. La formulación fue leche de amaranto (40.3%), vinagre (19.4%), leche de almendras (13.9%), grenetina (11.1%), sal y pimienta (5.6%), harina de amaranto (4.1%), levadura (4.2%) y ajo (1.4%). Se reportó un contenido de humedad de 65.3% y proteínas con 7.67%. Comparando con los valores, existe una semejanza en la humedad y ligeramente cercado al reportado en esta investigación; debiendo a la formulación del queso, al contenido de aminoácidos del amaranto y la lisina de las almendras.

Mohamed, Sidding y Elfadil (2014) estudiaron el efecto de sustitución (25, 50 y 75%) de leche de vaca por leche de tarwi en la elaboración de queso tipo mozzarella, empleando otros ingredientes como sal (0.06%) y cuajo (1%) obteniendo cantidades de proteínas de 4.10, 4.50 y 4.70%

respectivamente; comparando con los resultados de esta investigación, los valores son menores pero con una misma tendencia y estas diferencias se deben al nivel de sustitución, origen de las proteínas y metodología de elaboración. La cantidad de sal en la elaboración del queso y el nivel de pH en las leches, influye en la ruptura o debilitamiento de los enlaces de las proteínas.

La humedad del queso de tarwi de esta investigación tuvo promedio de 80%; mientras que Monroy-Galván y otros (2017) que elaboraron análogos de queso con proteínas de lactosuero (15.2%), reportando una humedad promedio de 64.3%; mientras que en esta investigación tuvo promedio de 70.17% a pesar que la humedad fue mayor, los quesos elaborados en esta investigación fueron ligeramente cercano en el contenido de proteínas.

En el Cuadro 4, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de proteínas. La prueba de Levene determino la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 4. Prueba de Levene para las proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Estadístico de Levene	p
3.780	0.059

En el Cuadro 5, se presenta el análisis de varianza para el contenido de proteínas en el queso tipo mozzarella de tarwi. El análisis de varianza muestra que las concentraciones de masa de tarwi y agar agar, presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre las proteínas en el queso tipo mozzarella de tarwi, caso contrario ocurrió para la interacción tarwi-agar agar.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la proteína en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tarwi: A	30.592	1	30.592	90.769	0.000
Agar agar: B	7.938	1	7.938	23.553	0.001
A*B	0.276	1	0.276	0.819	0.392
Error	2.696	8	0.337		
Total	41.503	11			

En el cuadro 6, se observa la prueba Duncan aplicada a los valores de proteína en queso tipo mozzarella de tarwi. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4, se muestra el mayor valor de proteínas con 12.08% para la concentración de masa de tarwi al 38.10% y concentración de agar agar al 15.90%.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para proteínas en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Concentración de masa de tarwi (%)	Concentración de agar agar (%)	Subgrupo			
		1	2	3	4
30.93	11.90	7.26			
	15.90		8.58		
38.10	11.90			10.15	
	15.90				12.08

#### 4.2. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre la firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi

En la Figura 6, se muestra el comportamiento creciente de la firmeza a las mismas concentraciones de masa de tarwi; a medida que aumentó los niveles de adición de agar agar existe un aumento significativo, debido al contenido de diversos cationes (sodio, potasio, calcio y etc). Este aumento oscila desde 1.47 a 2.63 N. En el Anexo 6, se encuentran los valores de firmeza. Para Durand (2018) indica existe una reducción en el drenaje del suero, mejorando las propiedades reológicas y la formación de complejos entre las proteínas del concentrado proteico del suero, y la caseína de la leche que mejoran la retención de líquido en el queso.

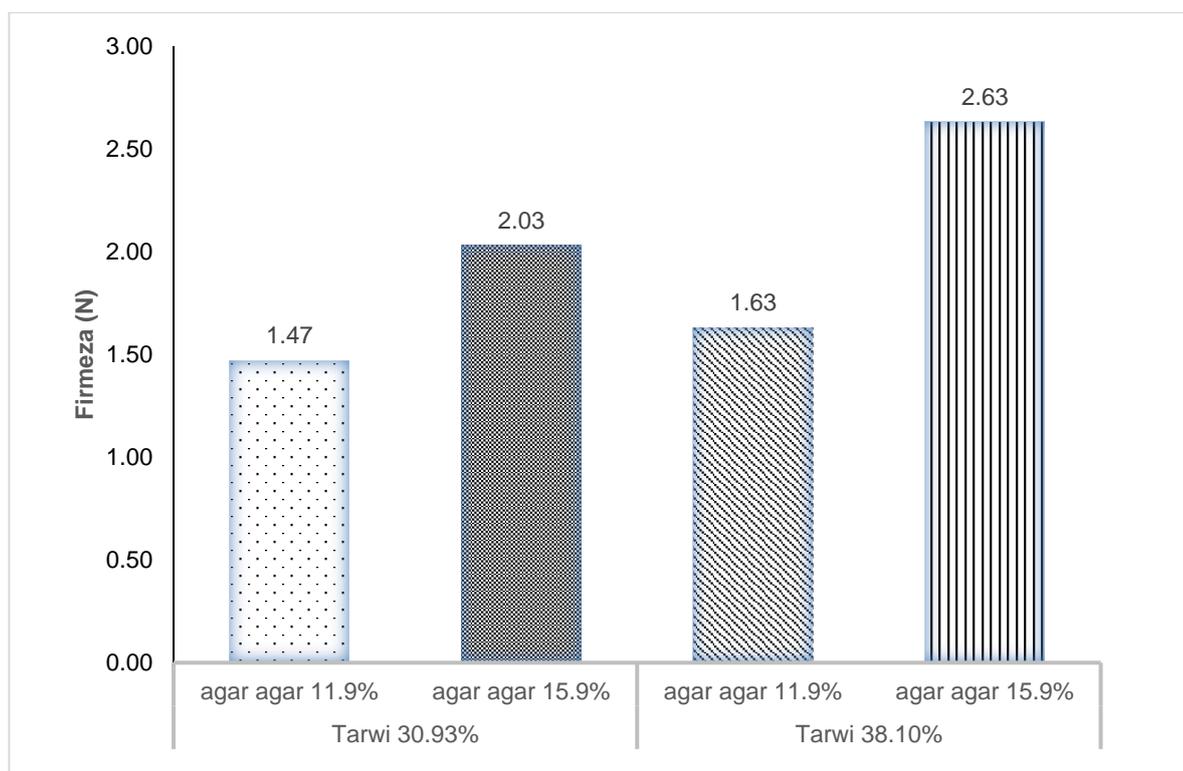


Figura 6. Variaciones de firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

La firmeza de un queso análogo depende del contenido de humedad; a mayor contenido de humedad se disminuye la dureza del queso análogo; y la humedad en el queso aporta a las muestras más elásticas y menos propensas a la fractura. Y con la aplicación del agar agar, evita la pérdida de la actividad del agua en el queso, obteniendo mayor firmeza en la evaluación, comportamiento definido en esta investigación (Solowiej, Bartosz y Dunne, 2018).

Durand (2018) indica que la incorporación de los geles alimentarios en quesos reduce la adhesividad del queso análogo, manteniendo la tendencia a resistir la separación al contacto con otro componente y la adhesión es la atracción entre moléculas distintas, por tanto, el agar agar es un gel con una estructura tridimensional con interacciones entre proteína, grasa y agar agar afectando la dureza de la estructura obtenida.

Los parámetros de la textura dependen del tipo de queso, aunque la mayoría de los componentes de los quesos son similares y las formulaciones de los quesos son distintas. El contenido de proteína, grasa y agua, afectan directamente a las propiedades texturales, y otros factores como el tipo de leche o materia prima y el tiempo de almacenamientos (Gutiérrez y otros, 2016). Además, para Durand (2018), a medida que incrementa el contenido de grasa aumenta la fuerza de compresión empleada, debido a que al poseer mayor porcentaje de grasa aumenta el contenido de sólido obteniendo, de esta manera mayor firmeza. Este comportamiento se observó en esta investigación, considerando mayor firmeza a mayor concentración de tarwi por el contenido graso del tarwi (16.5%).

Agudelo y otros (2015) evaluaron el efecto de la adición (10%) de dos tipos de almidones: almidón modificado de maíz ceroso y de papa en las propiedades texturales de quesos análogos tipo fresco. También se empleó

otros ingredientes: leche en polvo (11.8), suero en polvo (16.7%), caseinato de sodio (15.2%), aceite de maiz (18.1%), cloruro de sodio (0.6%), ácido cítrico (0.8%), emulsificante (0.2%), fibra prebiótica soluble (4.16%), agua (30.44%) y sal (2%). Se obtuvieron valores de 10.31 N para el control y con los almidones 15.34 y 26.38 N respectivamente. La firmeza de esos quesos análogos fue mucho mayor por la adición de caseína, leche en polvo, fibra prebiótica soluble y almidón, ya que ayudan a la formación de la textura del queso.

La gelificación que forma el agar agar es una red tridimensional que aporta propiedades microestructurales y mecánicas, y se forma a través de enlaces covalentes y no covalentes. Por tanto, existe una mayor gelificación en los últimos tratamientos debido a la concentración del agar agar, debido al mínimo contenido de fibra soluble, disuelto parcialmente en agua, esta gelifica al enfriarse obteniendo un producto firme (Alonso y otros, 2020).

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de firmeza. La prueba de Levene determino la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 7. Prueba de Levene para la firmeza en queso topo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Estadístico de Levene	p
3.635	0.064

En el Cuadro 8, se presenta el análisis de varianza aplicada a los valores de firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi. El análisis de varianza muestra que las concentraciones de masa de tarwi y agar agar presentaron

efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi.

Cuadro 8. Análisis de varianza para los valores de firmeza en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tarwi: A	0.445	1	0.445	22.096	0.002
Agar agar: B	1.833	1	1.833	91.081	0.000
A*B	0.143	1	0.143	7.106	0.029
Error	0.161	8	0.200		
Total	2.582	11			

En el cuadro 9, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos de cada subgrupo; en el subgrupo 3 se encuentra la muestra 38.10% concentración de masa de tarwi y 15.9% concentración agar agar, siendo la más adecuada (2.63 N), valor más cercano a las investigaciones referentes. Además, el queso tipo mozzarella de tarwi y de agar agar obtuvo una buena apariencia en textura ya que se pudo facilitar el rayado del queso, debido a la influencia de la adición del agar agar para la formación de la textura, como se indica en el Anexo 9, Figura B.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para la firmeza en quesos tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Concentración de masa de tarwi (%)	Concentración de agar agar (%)	Subgrupo		
		1	2	3
30.93	11.90	1.470		
38.10		1.630		
30.93	15.90		2.03	
38.10				2.63

#### 4.3. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre el color ( $L^*$ , $a^*$ y $b^*$ ) en queso tipo mozzarella de tarwi

En la Figura 7 se muestra el comportamiento decreciente en la luminosidad ( $L^*$ ) que va de 84.52 a 81.17, a medida que aumenta los niveles de concentración de masa de tarwi y agar agar, siendo el tratamiento de tarwi 30.93% y agar agar 11.90% con mayor luminosidad con 84.52  $L^*$  y el tratamiento de tarwi 38.10% y agar agar 15.90% con menor luminosidad 81.17  $L^*$ . En el Anexo 3, se encuentran los resultados de luminosidad ( $L^*$ ).

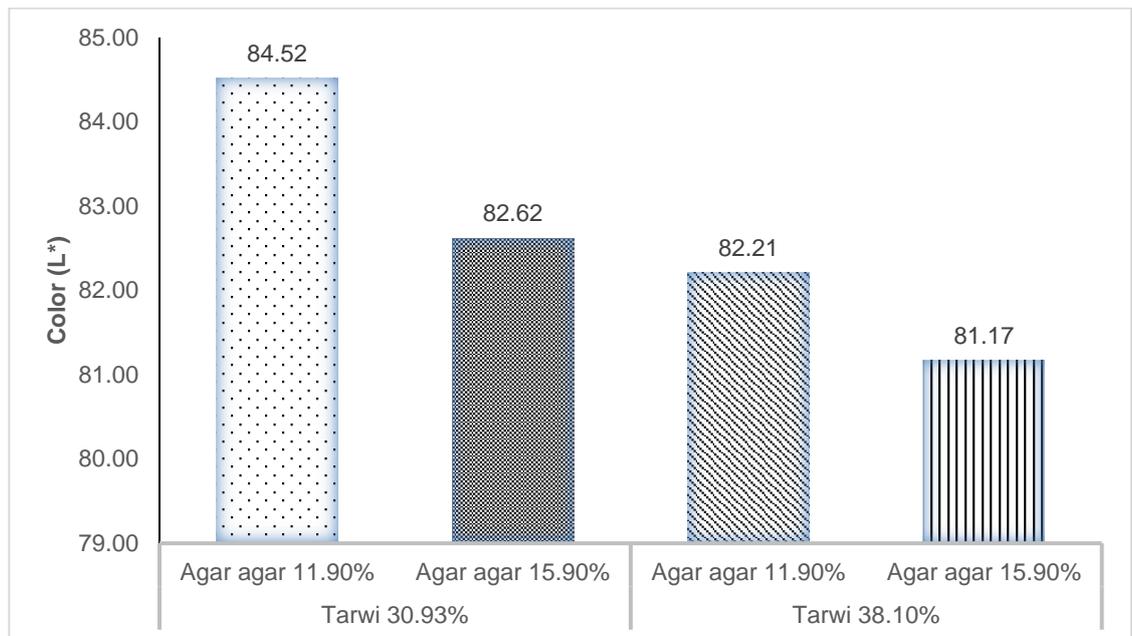


Figura 7. Variaciones de luminosidad en quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Los valores de luminosidad reportados por Durand (2018) son ligeramente superiores (96.27 hasta 95.79  $L^*$ ) en un análogo de queso fresco con aceites esenciales de tomillo y clavo de olor (0.01 y 0.03%); estas diferencias se deben a los glóbulos de grasa estabilizadas en el queso, siendo mayor luminosidad el de las micelas de caseína y, por tanto, presentando una mayor intensidad dispersa y mayor índice de refracción.

En la figura 8, se muestra el comportamiento creciente en el color  $a^*$  entre cada concentración de masa de tarwi y agar agar. A medida que se aumentaban las concentraciones del agar agar existía un aumento en  $a^*$  (color verde); el tratamiento con menor valor fue tarwi 30.93% y agar agar 11.90% con -5.26 y con mayor valor fue tarwi 38.10% y 15.90% con -4.56. En el Anexo 4, se encuentran los valores de la cromaticidad  $a^*$ .

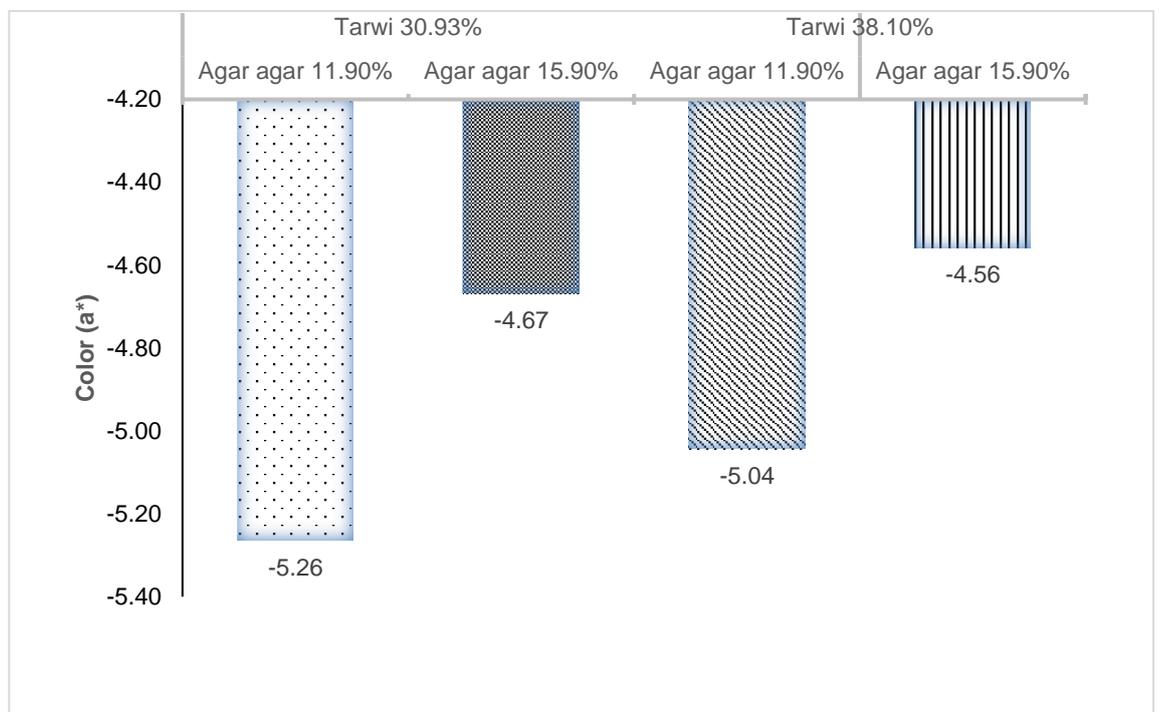


Figura 8. Variaciones de cromaticidad  $a^*$  en quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

En la figura 9, se observa un comportamiento creciente en el color  $b^*$  (color amarillo) con valores que oscilan entre 18.40 y 22.57. El tratamiento con menor valor fue tarwi 30.93% y agar agar 11.90% con 18.40  $b^*$ , mientras que el tratamiento de mayor valor fue tarwi 38.10% y agar agar 15.90% con 22.57  $b^*$ . En el Anexo 5, se encuentran los valores de la cromaticidad  $b^*$ .

Los valores cromáticos de  $a^*$  fueron negativos, indicando una tendencia hacia tonalidades verdosas y en los valores cromáticos de  $b^*$  mostraron

una tendencia hacia tonalidades amarillentas; ambos casos a medida que aumentaba la concentración de tarwi y agar agar.

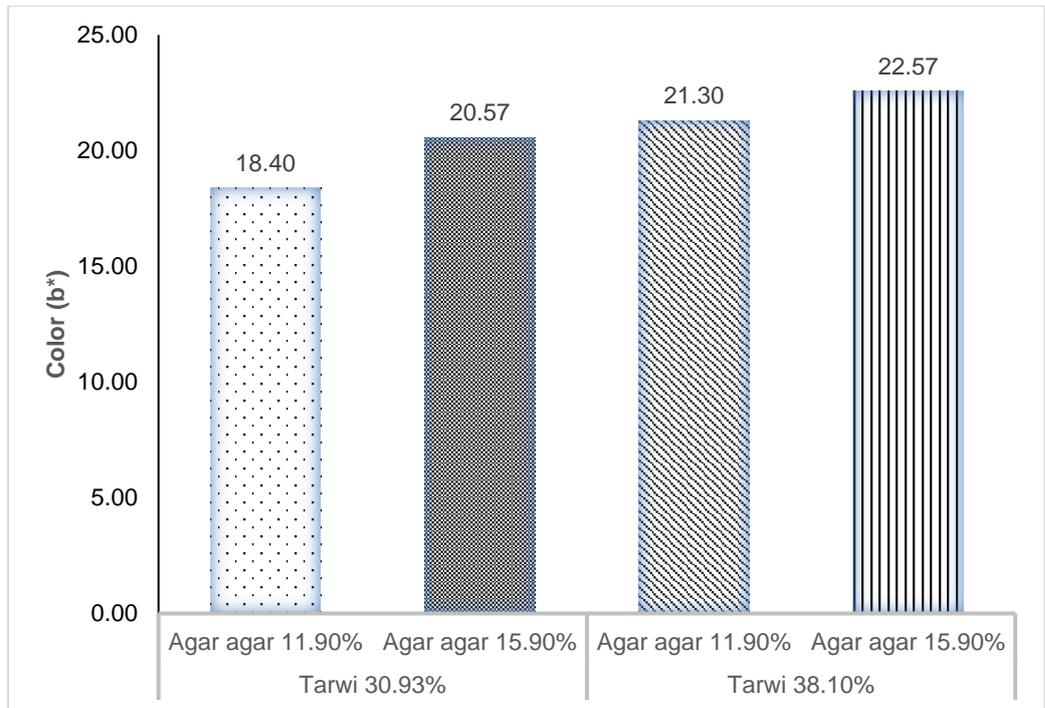


Figura 9. Variaciones de cromaticidad b\* en quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Randazzo, Rinaldoni y Campderros (2016) evaluaron los parámetros del color de quesos enriquecidos (0.0, 0.5, 1.0 y 1.5%) con proteínas de soya y empleando otros ingredientes como leche de vaca descremada, ácido cítrico, cloruro de calcio y sal. Reportaron valores de luminosidad de 84.99, 83.17, 80.88 y 81.15 L\* respectivamente; para a\* fueron -0.17, -0.30, -0.15 y -0.08 \* respectivamente; y para b\* fueron 12.90, 13.00, 13.53 y 13.41 b\* respectivamente. El mejor tratamiento fue adición al 0.5% de proteínas de soya y comparando con los resultados de esta investigación para el parámetro L\* se encuentran valores relacionados; para los parámetros de cromaticidad a\* y b\* los valores se encuentran lejanos a esta investigación, estas diferencias se deben a la concentración de masa de tarwi y empleo de otros ingredientes.

El color dependerá de la composición que puede reflejar, absorbe o transmite luz; por tanto, en el análogo de queso, la luz penetra en las capas superficiales y es dispersada por los glóbulos de grasa disponible en el medio y por el suero acumulado en las oquedades (espacio en el interior de un material sólido). Por tanto, Durand (2018) para la cromaticidad  $a^*$  mantuvo una tendencia al verde (-0.86 a -0.78  $a^*$ ) y para la cromaticidad  $b^*$  mantuvo una ligera tendencia al amarillo (7.10 a 8.41  $b^*$ ) debido a la adición de aceites esenciales (tomillo y clavo de olor) en cantidades de 0.01 y 0.03%. Se mantiene una misma tendencia en esta investigación, debido al aporte de grasa por parte del tarwi.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Levene aplicada a los parámetros del color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ) para los parámetros del color.

Cuadro 10. Prueba de Levene para el color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Variable	Estadístico de Levene	p
$L^*$	1.130	0.393
$a^*$	0.914	0.476
$b^*$	0.143	0.931

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza para los parámetros del color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ), denotándose que la concentración de tarwi y agar agar presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en cada uno de los parámetros del color.

Cuadro 11. Análisis de varianza para los valores del color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) en quesos tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
$L^*$	Tarwi: A	0.051	1	0.051	0.104	0.015
	Agar agar: B	1.661	1	1.661	3.376	0.011
	A*B	4.266	1	4.266	8.668	0.019
	Error	3.937	8	0.200		
	Total	9.916	11			
$a^*$	Tarwi: A	0.172	1	0.172	8.297	0.020
	Agar agar: B	0.413	1	0.413	19.948	0.002
	A*B	0.086	1	0.086	4.151	0.016
	Error	0.165	8	0.210		
	Total	0.835	11			
$b^*$	Tarwi: A	6.424	1	6.424	10.367	0.012
	Agar agar: B	2.385	1	2.385	3.849	0.035
	A*B	12.464	1	12.464	20.115	0.002
	Error	4.957	8	0.620		
	Total	26.231	11			

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Duncan aplicada los parámetros del color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). Se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos de cada subgrupo para los parámetros del color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). Se eligió al tratamiento con 38.10% masa de tarwi y 15.90% agar agar, presentando valores adecuados de color con 81.17  $L^*$ , -4.56  $a^*$  y 21.30  $L^*$ ; ya que dichos valores se encuentran cercanos a los reportados por Monroy-Galván y otros (2017) en la evaluación del queso análogo (81.32  $L^*$ , -0.87  $a^*$  y 20.88  $b^*$ ).

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) en queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Variable	Concentración de masa de tarwi (%)	Concentración de agar agar (%)	Subgrupo			
			1	2	3	4
$L^*$	38.10	15.90	81.17			
		11.90		82.21		
	30.93	15.90			82.62	
		11.90				84.52
	Concentración de masa de tarwi (%)	Concentración de agar agar (%)	Subgrupo			
			1	2	3	
$a^*$	30.93	11.90	-5.26			
				-5.04		
	38.10	15.90			-4.67	
					-4.56	
	Concentración de masa de tarwi (%)	Concentración de agar agar (%)	Subgrupo			
			1	2	3	4
$b^*$	30.93	11.90	18.40			
		15.90		20.57		
	38.10	15.90			21.30	
		11.90				22.57

#### 4.4. Efecto de la concentración de masa de tarwi y agar agar sobre la aceptabilidad general en queso tipo mozzarella de tarwi

En la Figura 10, se presentan la moda de las calificaciones de la aceptabilidad general para los diferentes tratamientos. Se observa que el tratamiento de concentración 38.10% de masa de tarwi, 15.90% agar agar tiene mayor moda con 7 puntos (me agrada moderadamente); mientras

que, los tratamientos de concentración 30.93% de masa de tarwi, 11.90% agar agar y el tratamiento de concentración 38.10% masa de tarwi, 11.90% agar agar tienen menor moda con 4 puntos (me desagrada poco).

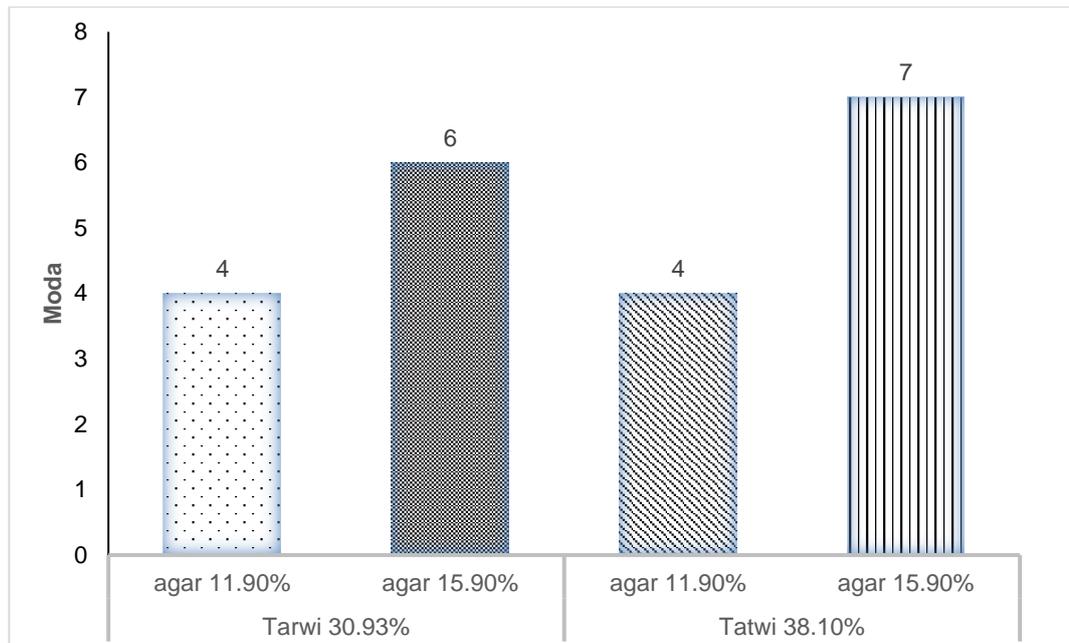


Figura 10. Variaciones de moda de la aceptabilidad general en queso tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

El análogo de queso se caracteriza por obtener un color blanquecino, sin embargo, es variable debido a la incorporación de alguna bebida vegetal para mejorar nutricionalmente al producto, ya sea por el alto contenido de proteínas, grasa o fibra (Guerrero, Salas y Baldeón, 2015). La concentración de tarwi afectó las características organolépticas de la matriz alimentaria, sin embargo, los panelistas prefirieron el tratamiento con mayor concentración de tarwi, debido a la firmeza y palatabilidad que aportaba en el momento de la evaluación.

Mohamed y otros (2014) evaluaron las características sensoriales del queso tipo mozzarella con leche y tarwi, con un panel semientrenados de

12 miembros. Se evaluó el color, sabor, textura y aceptabilidad general con una escala hedónica de 5 puntos. En textura y sabor mostraron mejores resultados por la sustitución de 25%, en color fue para 50%, olor fue para 75% y en aceptabilidad general fue para 25%. También encontraron efecto significativo entre cada tratamiento de las muestras de quesos tipo mozzarella.

Monroy-Galván y otros (2017) manifiestan que los consumidores prefieren el producto análogo de queso con características de un buen sabor, excelente agrado, adecuada textura, y tenga una variabilidad en su forma de consumir. Dichas características, coincidieron con lo reportado en esta investigación, dando preferencia al tratamiento con mayor concentración de tarwi y agar agar.

Catota (2017) evaluó la incorporación de leche vegetal de soya (10 y 15%) en un análogo de queso con suero de leche. Concluyó que, a mayor concentración de leche de soya, existió mayor aceptación por parte de los panelistas (entrenados) con 7.2 de 9 puntos, debido a la proteína láctea con la leche vegetal, obteniendo un excelente sabor. Semejante comportamiento presento esta investigación por parte de los panelistas, con una moda de 7 puntos (me agrada moderadamente).

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Friedman aplicado a la aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi y agar agar. Se determinó la diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de la concentración de tarwi y agar agar en el queso tipo mozzarella de tarwi. El tratamiento de concentración de masa de tarwi al 38.10%, 15.90% agar agar obtiene un mayor rango medio con 3.32 y moda con 7 puntos, mientras que el de menor rango es para la concentración de masa de tarwi 30.93%, 11.90% agar agar con 1.87 y moda 4 puntos.

Cuadro 13. Prueba de Friedman aplicado a la aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Concentración de masa de tarwi (%)	Concentración de agar agar (%)	Rango promedio	Moda	Promedio
30.93	11.90	1.87	4	4.93
30.93	15.90	2.73	6	5.77
38.10	11.90	2.08	4	5.20
38.10	15.90	3.32	7	6.50
Chi-cuadrado			25.359	
p			0.000	

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Wilcoxon para la apariencia general, usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Indicó que la muestra de mayor aceptabilidad general fue la concentración de masa de tarwi 38.10% y 15.90% agar agar, y existe diferencia significativa con el resto de tratamientos ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon de la aceptabilidad general del queso tipo mozzarella de tarwi con diferentes concentraciones de tarwi y agar agar

Concentración de masa de tarwi	Concentración de agar agar	Concentración de masa de tarwi	Agar agar	Z	p
		30.93	11.90	-3.983	0.000
38.10	15.90	30.93	15.90	-2.37	0.018
		38.10	11.90	-3.219	0.001

## V. CONCLUSIONES

La concentración de masa tarwi y de agar agar presentó efecto significativo sobre las proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general de queso de tarwi tipo mozzarella.

La concentración de 38.10% masa de tarwi y 15.90% de agar agar presentó la mayor aceptabilidad general (7 puntos) "me agrada moderadamente" en el queso tipo mozzarella de tarwi, mayor contenido de proteínas (12.08%), adecuada firmeza (2.63 N) y color (81.17 L\*, -4.56 a\* y 22.57 b\*).

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar investigaciones con sustituciones parciales de masas con tarwi en quesos análogos utilizando otros hidrocoloides como; alginato, karaya y tragacanto que permitan mejorar la textura.

Realizar investigaciones con otras masas de leguminosas como; garbanzos, pallares, habas, arvejas y zarandajas en la elaboración de otros tipos de quesos análogos para los distintos consumidores.

## VII. REFERENCIAS

Agudelo, J., Sepúlveda, J. y Restrepo, D. 2015. Effect of addition of two types of starch in the textural properties of analogue cheese. Revista de la Facultad Nacional Agraria de Medellín, 68(1): 7545-7555.

Alonso, M., Ramírez-Rejel, J. y Talamantes, J. 2020. Desarrollo de un análogo de queso a partir de harina y bebida de amaranto y almendra. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 5: 386-390.

Andina. 2022. Día Nacional del Tarwi. Agencia Peruana de Noticias. Recuperado de:  
<https://andina.pe/agencia/noticia-dia-nacional-del-tarwi-30000-familias-generan-ingresos-cultivo-esta-leguminosa-908433.aspx>

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Información sobre análisis sensorial en alimentos. Segunda edición. Zaragoza. España: Edit. Acribia S.A.

Aulla, L. 2018. Mejora de la cohesión y textura del queso amasado mediante la incorporación de estabilizantes. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.

AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC International, 18va Edición, Maryland, USA.

Catota, R. 2017. Desarrollo de un queso análogo alto en proteína y bajo en grasa utilizando lactosuero y bebida de soya. Tesis para obtener el Título

Profesional de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

Cumhur, O. y Kilic-Akyilmaz, M. 2022. Quesos fundidos especiales, quesos para untar y quesos análogos. Queso Procesado Ciencia y Tecnología, 1: 269-295.

Doblado, J. 2021. Desarrollo de un queso análogo bajo en grasa y alto en proteína mediante el uso de suero de leche de vaca y bebida vegetal de quinua. Tesis para obtener el Grado de Magister en Sistemas de Producción Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Durand, A. 2018. Elaboración de un análogo de queso fresco por sustitución de la grasa láctea con emulsiones de aceites vegetales ricos en omega 3 y 6 con incorporación de aceites esenciales. Tesis para obtener el Grado de Doctor en Ciencia de los Alimentos. Universidad Autónoma de Barcelona.

Guerrero, C., Salas, W. y Baldeón, E. 2015. Evaluación instrumental de la textura del queso elaborado con suero concentrado por ultrafiltración. Revista de la Sociedad Química del Perú, 81: 273-282.

Guinea, T. 2017. Productos de queso procesado y de imitación pasteurizados. Química, Física y Microbiología, 4: 1133-1184. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00046-6>

Gutiérrez, A., Infantes, M., Pascual, G. y Zamora, J. 2016. Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Agroindustrial Science, 6(1): 145-149. Recuperado de:

<https://doi.org/10.17268/agroind.science.2016.01.17>

Ibáñez, E. y Herrero, M. 2017. Las algas en la Industria. Editorial Los Libros de la Catarata. Madrid.

Jara, A. 2021. Elaboración de un producto tipo de queso a base de leche vegetal de quinua y su aplicación en platos típicos ecuatorianos. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Química. Universidad de Guayaquil.

López, D. y Sabogal, O. 2018. Polisacáridos, aplicaciones industriales. Revista de Investigaciones Carmenta, 1: 43-48.

Mohamed, E. Sidding, H. y Elfadil, B. 2014. Biochemical, microbial and sensory evaluation of white soft cheese made from cow and lupin milk. LWT-Food Science and Technology, 59: 553-559.

Monroy-Galván, S., Ramírez-Rejel, J. y Ramírez-Pérez, A. 2017. Desarrollo de un queso análogo con proteína exclusiva de lactosuero. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2: 404-409.

Ortega, D., Rodríguez, A., Arturo, D. y Zamora-Burbano, A. 2017. Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los andes de Colombia. Acta Agronómica. 59(1): 111-118.

Peramaz-Matos, J., Gutiérrez-Aguirre, B., Jacobo, V., Vargas, J. y Vejerano, R. 2018. Effect of cloruro sodio on the textural and sensory profile of a soybean curd. Agroindustrial Science, 8(1): 33-37.

Pinto-Rodríguez, M. 2019. Adaptabilidad de tres cultivares de tarwi con diferentes enmiendas orgánicas bajo condiciones de zona quechua. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agrónoma. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Solowiej, G., Bartosz, T. y Dunne, F. 2018. The Effect of Fat Replacement by Inulin on the Physicochemical Properties and Microstructure of Acid Casein Processed Cheese Analogues with Added Whey Protein Polymers. *Food Hydrocolloids*, 44: 1–11.

Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. 2017. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Instituto Nacional de Salud. Recuperado de: <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>

Villegas, A. y de la Huerta, R. 2015. Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos. *Estudios Sociales*, 45: 215-237.

**viii. ANEXOS**

Anexo 1. Valores de humedad de los quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de masa de tarwi y agar agar

Replicas	Concentración tarwi 30.93%		Concentración tarwi 38.10%	
	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%
1	79.51	79.68	81.52	79.55
2	79.11	79.58	80.36	79.54
3	78.29	79.53	79.75	83.22
Promedio	78.97	79.60	80.54	80.77

Anexo 2. Valores de proteínas de los quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de masa de tarwi y agar agar

Tratamiento	Repetición	Proteínas en base seca (%)	Proteínas en base húmeda (%)
Concentración tarwi 30.93% Agar agar 11.90%	1	34.73	7.12
	2	33.41	6.98
	3	35.37	7.68
Promedio		34.50	7.26
Concentración tarwi 30.93% Agar agar 15.90%	1	41.38	8.41
	2	42.75	8.73
	3	42.08	8.61
Promedio		42.07	8.58
Concentración tarwi 38.10% Agar agar 11.90%	1	50.37	9.31
	2	54.23	10.65
	3	51.82	10.49
Promedio		52.14	10.15
Concentración tarwi 38.10% Agar agar 15.90%	1	60.73	12.42
	2	61.89	12.66
	3	66.52	11.16
Promedio		63.05	12.08

Anexo 3. Valores del color ( $L^*$ ) de los quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de masa de tarwi y agar agar

Replicas	Concentración tarwi 30.93%		Concentración tarwi 38.10%	
	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%
1	84.23	82.57	82.35	81.16
2	84.58	82.62	82.04	81.11
3	84.75	82.66	82.24	81.24
Promedio	84.52	82.62	82.21	81.17

Anexo 4. Valores del color ( $a^*$ ) de los quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de masa de tarwi y agar agar

Replicas	Concentración tarwi 30.93%		Concentración tarwi 38.10%	
	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%
1	-5.25	-4.55	-5.13	-4.51
2	-5.22	-4.70	-4.97	-4.56
3	-5.33	-4.76	-5.03	-4.61
Promedio	-5.26	-4.67	-5.04	-4.56

Anexo 5. Valores del color ( $b^*$ ) de los quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de masa de tarwi y agar agar

Replicas	Concentración tarwi 30.93%		Concentración tarwi 38.10%	
	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%	Agar agar 11.90%	Agar agar 15.90%
1	18.55	20.68	21.35	22.58
2	18.50	20.42	21.13	22.42
3	18.15	20.61	21.41	22.72
Promedio	18.40	20.57	21.30	22.57

Anexo 6. Valores de firmeza de los quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de masa de tarwi y agar agar

Tratamiento	Repetición	Firmeza (gf)	Firmeza (N)
Concentración tarwi 30.93% Agar agar 11.90%	1	133.68	1.31
	2	163.24	1.60
	3	152.48	1.49
Promedio		149.80	1.47
Concentración tarwi 30.93% Agar agar 15.90%	1	180.55	1.77
	2	223.75	2.19
	3	217.35	2.13
Promedio		207.22	2.03
Concentración tarwi 38.10% Agar agar 11.90%	1	169.40	1.66
	2	158.65	1.55
	3	172.22	1.69
Promedio		166.76	1.63
Concentración tarwi 38.10% Agar agar 15.90%	1	268.24	2.63
	2	264.17	2.59
	3	273.87	2.68
Promedio		268.76	2.63

Anexo 7. Calificaciones de la aceptabilidad general de los quesos tipo mozzarella de tarwi a diferentes concentraciones de masa de tarwi y agar agar

Panelista	tarwi 30.93% Agar agar 11.90%	tarwi 30.93% Agar agar 15.90%	tarwi 38.10% Agar agar 11.90%	tarwi 38.10% Agar agar 15.90%
1	5	6	4	5
2	6	7	5	8
3	4	5	6	6
4	7	8	5	6
5	4	6	5	6
6	5	6	4	7
7	5	6	4	7
8	5	7	7	5
9	7	6	4	7
10	6	5	7	4
11	6	5	4	8
12	6	3	4	7
13	4	6	5	7
14	7	5	4	6
15	6	5	7	7
16	4	5	4	7
17	6	3	5	7
18	5	7	6	7
19	4	5	6	7
20	5	7	7	6
21	6	4	7	5
22	4	6	5	7
23	4	6	4	8
24	3	7	6	7
25	5	5	5	7
26	4	6	5	6
27	3	6	5	6
28	3	7	5	6
29	5	7	7	7
30	4	6	4	6
Promedio	4.93	5.77	5.20	6.50

## Anexo 8. Ficha técnica del agar agar

## Certificate of Analysis

CAS#: 9004-07-1

AGAR-AGAR (E407) serves as a gelling agent for milk-based desserts. It is used to improve the quality of milk products by effectively stabilizing milk proteins and preventing water separation.

## COMPOSITION/LEGAL STATUS

AGAR-AGAR (E407), FES-AGAR-AGAR (E407a), NaCl, Dextrose  
Purity of components conforms to the EEC directives, FAO/WHO and US FDA.

## RECOMMENDED DOSAGE

0.2 % to 1.0 % as stabilizer, thickener, celling agent  
Ingredients have been assigned with minimum requirement of "GMP" in approved dairy products by JECFA.

Carrageenan has a unique protein reactivity with casein that effectively stabilizes milkfat-protein complex.  
AGAR-AGAR (E407) also improves homogeneity and gives body to the milk product. It is stable in neutral or alkali medium and insoluble in organic solvents.

Item	Standard	Results Batch/lot 180216
Quantity		1.500 kg
Appearance	off white, free flowing powder	Conforms
Odor Omnidirektic	neutral to slight seaweed	Conforms
pH 1.5 % w/w at 60°C MQM 1.1	8 - 11	8.7
Water Viscosity 1.5 % w/w at 75°C; Spindle 2, 60 rpm LVT Brookfield Viscometer MQM 2.1	min. of 10 cps	24 cps
Water Gel Strength 1.5 % w/w at 20°C 0.5 Inch ACAC probe, TA-XT2 MQM 3.1	50 g min.	132 g
Potassium Gel Strength 1.0 % + 0.2 % KCl w/w at 20°C 0.5 Inch ACAC probe, TA-XT2 MQM 4.2	100 - 320 g	171 g
Arsenic	3 ppm max.	< 1 ppm
Lead	5 ppm max.	< 1 ppm
Mercury	1 ppm max.	< 1 ppm
Cadmium	2 ppm max.	< 1 ppm
Total Plate Count	5,000 cfu/g max.	Conforms
Yeasts and Molds	300 cfu/g max.	Conforms
Salmonella	absent in 25 g	Conforms
Escherichia coli	negative in 5 g	Conforms

Preparation: Disperse Carrageenan (E407) with stirring. Complete dissolution is achieved by heating up to 70 - 80°C

Prod. Date: 18<sup>th</sup> February 2016

Expiry Date: 18<sup>th</sup> February 2018

Storage: In cool and dry place in original packing.

Anexo 9. Figuras de la evaluación experimental del queso tipo mozzarella de tarwi y de agar agar



Figura A. Queso tipo mozzarella de tarwi y agar agar

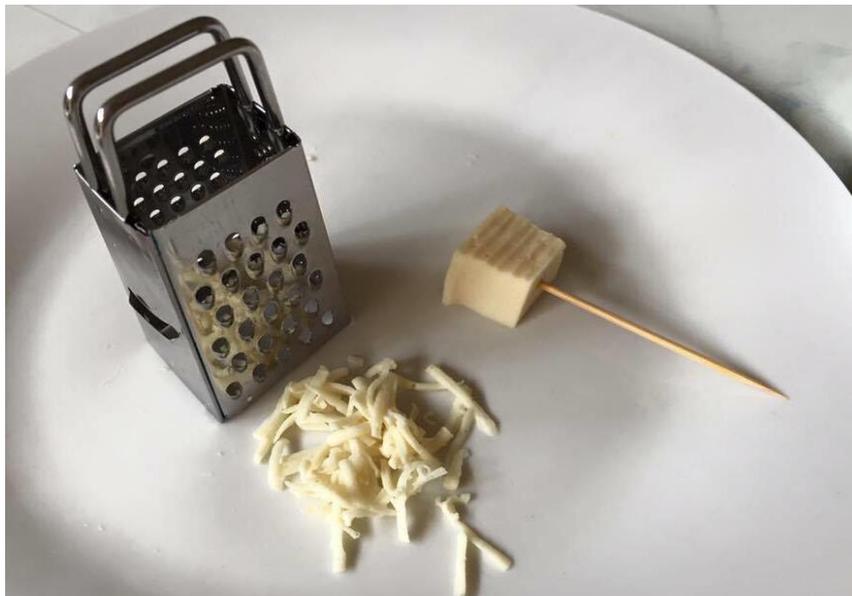


Figura B. Rayado del queso tipo mozzarella de tarwi y agar agar



Figura C. Evaluación de la textura en el equipo Texturómetro INSTRON



Figura D. Proceso de elaboración del queso tipo mozzarella de tarwi y agar agar