

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 sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y concentrado de proteínas de arveja (*Pisum sativum*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en galletas dulces

Área de investigación
Tecnología de alimentos

Autora

Br. Cárdenas González, Yuly Yanét

Jurado evaluador

Presidente: Ing. Dr. Lescano Anadón, Carlos Eduardo

Secretario: Ing. Dr. Rodríguez Ávalos, Fernando

Vocal: Ing. Ms. Márquez Villacorta, Luis Francisco

Asesor

Ing. Dra. Pretell Vásquez, Carla Consuelo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

Trujillo, Perú
2022

Fecha de sustentación: 29 de noviembre de 2022

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



Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón
PRESIDENTE



Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos
SECRETARIO



Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
VOCAL



Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Jehová y Cristo Jesús, por permitirme culminar con éxito mi grado académico y por la fortaleza brindada en todo momento.

A mis dos personas especiales: mi heroína, mi madre Lidia González Gutiérrez, por su amor, sacrificio y por creer en mí a lo largo de estos años, gracias a ello, he logrado llegar hasta aquí; y para mi amado hijito Ethan Castillo Cárdenas, gracias por enseñarme a ser valiente.

A todas las personas que me apoyaron desde un inicio de la carrera, en especial a aquellos que me brindaron su amistad y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme regalado a la mejor madre del mundo. Por la fortaleza dada en cada momento crítico.

A mi asesora, la Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez, por su sabiduría, paciencia, cariño y por la confianza puesta en mí desde el inicio.

Al Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos, muchísimas gracias por aquellas palabras, dignas de un buen padre y ser humano.

A los miembros del jurado, Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón, Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos, Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta, por las observaciones y aportaciones para esta investigación.

Al C.D. Ms. Johny González Gutiérrez, por su orientación y motivación desde el inicio de la carrera.

A la Ms. María Luisa Hayayumi Valdivia, por su apoyo incondicional.

A mis compañeros de estudios y docentes por transmitirme sus conocimientos, los cuales fueron de gran ayuda.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
2.1. Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Composición y propiedades nutricionales del tarwi	3
2.1.3. Producción nacional.....	7
2.1.4. Harina de tarwi	8
2.2. Arveja (<i>Pisum sativum</i> L.)	9
2.2.1. Generalidades	9
2.2.2. Composición y propiedades nutricionales de la arveja.....	9
2.2.3. Producción nacional.....	10
2.2.4. Proteína de arveja	11
2.3. Galletas 12	
2.3.1. Generalidades	12
2.3.2. Clasificación 13	
2.3.3. Ingredientes en la elaboración de la galleta.....	13
2.3.3.1. Harina	13
2.3.3.2. Azúcar rubia	14
2.3.3.3. Grasas	15
2.3.3.4. Sal.....	15
2.3.3.5. Leche entera en polvo	15
2.3.3.6. Lecitina de soya.....	16
2.3.3.7. Polvo de hornear.....	16
2.3.3.8. Agua.....	16

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.2. Materiales.....	17
3.2.1. Materiales de investigación.....	17
3.2.2. Insumos.....	17
3.2.3. Reactivos.....	18
3.3. Equipos e instrumentos.....	18
3.4.1. Esquema experimental para la investigación sobre galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	18
3.4.2. Formulación para la elaboración de las galletas dulces.....	19
3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración de las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	21
3.5. Métodos de análisis.....	22
3.5.1. Proteínas	22
3.5.2. Firmeza	23
3.5.3. Color	23
3.5.4. Aceptabilidad general.....	24
3.6. Métodos estadísticos.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre el contenido de proteínas en galletas dulces.....	26
4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre la firmeza en galletas dulces.....	29
4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre el color en galletas dulces.....	33
4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre la aceptabilidad general en galletas dulces.....	44
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. RECOMENDACIONES.....	49
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	50
VIII. ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición química del tarwi, soya y frijol	4
Tabla 2.	Contenido de aminoácidos de tarwi.....	5
Tabla 3.	Contenido de alcaloides en variedades domésticas de tarwi	6
Tabla 4.	Producción de tarwi por región del Perú.....	7
Tabla 5.	Composición química de la harina de tarwi	8
Tabla 6.	Composición química de la arveja.....	10
Tabla 7.	Producción nacional de arveja en grano seco.....	11
Tabla 8.	Composición química de la harina de trigo.....	14
Tabla 9.	Formulación de las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja	20
Tabla 10.	Prueba de Levene aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	28
Tabla 11.	Análisis de varianza aplicada al contenido de proteínas en la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	28
Tabla 12.	Prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	29
Tabla 13.	Prueba de Levene aplicada a la firmeza de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	31
Tabla 14.	Análisis de varianza aplicada a la firmeza de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	32
Tabla 15.	Prueba de Duncan aplicada a la firmeza de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	33
Tabla 16.	Prueba de Levene aplicada a la luminosidad (L*) de la galleta dulce con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	35

Tabla 17. Análisis de varianza aplicada a la Luminosidad (L^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	36
Tabla 18. Prueba de Duncan aplicada a la Luminosidad (L^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	37
Tabla 19. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad (a^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	38
Tabla 20. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad (a^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	39
Tabla 21. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad (a^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	40
Tabla 22. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad (b^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	42
Tabla 23. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad (b^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	42
Tabla 24. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad (b^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	43
Tabla 25. Prueba de Friedman aplicada a la aceptabilidad general de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	45
Tabla 26. Prueba de Wilcoxon aplicada a la aceptabilidad general de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja	19
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja... ..	22
Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	25
Figura 4. Contenido de proteína en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces.	26
Figura 5. Firmeza en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces.	30
Figura 6. Luminosidad (L^*) en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces.....	34
Figura 7. Cromaticidad (a^*) en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces.....	37
Figura 8. Cromaticidad (b^*) en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces.....	40
Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de la harina de tarwi	61
Anexo 2. Ficha técnica del concentrado de proteína de arveja.....	62
Anexo 3. Formulaciones de las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	63
Anexo 4. Contenido de proteínas (%) en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	64
Anexo 5. Firmeza en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	64
Anexo 6. Color (L*, a*, b*) en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	65
Anexo 7. Aceptabilidad general en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.....	66
Anexo 8. Imagen de las galletas antes y después del proceso de horneado.....	67
Anexo 9. Imagen de aceptabilidad general.....	67

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) (5%, 10% y 15%) y concentrado de proteínas de arveja (*Pisum sativum* L.) (2.5%, 5.0% y 7.5%) sobre el contenido de proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general, en galletas dulces. El análisis estadístico para todas las variables se realizó con un nivel de confianza del 95%. La homogeneidad de varianzas en las variables paramétricas fue demostrada con la prueba de Levene ($p \geq 0.05$). El análisis de varianza indicó un efecto significativo ($p < 0.05$) de la harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre el contenido de proteínas, firmeza y color (L^* , a^* y b^*). La prueba de Duncan determinó que el tratamiento de harina de tarwi al 15% y concentrado de proteínas de arveja al 7.5% presentó el mayor contenido de proteínas, firmeza y color. La prueba de Friedman indicó efecto significativo ($p < 0.05$) de la harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre la aceptabilidad general. La prueba de Wilcoxon denotó que el tratamiento 15% harina de tarwi y 7.5% concentrado de proteínas de arveja tuvo la aceptación promedio de 7.40, con una moda de 8 puntos, correspondiente a una percepción de "Me agrada mucho". El análisis global de los efectos de la harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja, en el contenido de proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general, permite establecer que 15% de harina de tarwi y 7.5% de concentrado de proteínas de arveja es el mejor tratamiento en firmeza (15.59 N) y cromaticidad b^* (35.45); y está entre los mejores tratamientos en el contenido de proteínas (39.37%), luminosidad (62.70), cromaticidad a^* (11.26) y aceptabilidad general (7.40 puntos).

Palabras claves: Tarwi, concentrado de proteínas, galletas.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of replacing wheat flour (*Triticum aestivum*) with tarwi (*Lupinus mutabilis*) flour (5%, 10% and 15%) and pea protein concentrate (*Pisum sativum* L.) (2.5%, 5.0% and 7.5%) on protein content, firmness, color and general acceptability, in sweet cookies. Statistical analysis for all variables was performed with a confidence level of 95%. The homogeneity of variances in the parametric variables was demonstrated with the Levene test ($p \geq 0.05$). Analysis of variance indicated a significant effect ($p < 0.05$) of tarwi flour and pea protein concentrate on protein content, firmness, and color (L^* , a^* , and b^*). Duncan's test determined that the treatment of 15% tarwi flour and 7.5% pea protein concentrate had the highest protein content, firmness and color. Friedman's test indicated a significant effect ($p < 0.05$) of tarwi flour and pea protein concentrate on overall acceptability. The Wilcoxon test denoted that the 15% tarwi flour and 7.5% concentrated pea protein treatment had an average acceptance of 7.40, with a mode of 8 points, corresponding to a perception of "I like it much". The global analysis of the effects of tarwi flour and pea protein concentrate, on the protein content, firmness, color and general acceptability, allows us to establish that 15% tarwi flour and 7.5% protein concentrate pea is the best treatment in firmness (15.59 N) and chromaticity b^* (35.45); and it is among the best treatments in protein content (39.37%), luminosity (62.70), chromaticity a^* (11.26) and general acceptability (7.40 points).

Keywords: Tarwi, protein concentrate, cookies.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años, el mercado mundial de productos de alta calidad nutricional, económicamente viables y sensorialmente aceptables, ha experimentado un crecimiento exponencial (Salvatierra-Pajuelo, Azorza-Richarte y Paucar-Menacho, 2019). Esto se debe principalmente a los beneficios para la salud de reemplazar la ingesta de proteínas animales por proteínas de origen vegetal, un aumento en el número de personas que adoptan la dieta vegana y vegetariana, así como una mayor conciencia de la agricultura sostenible (Vogelsang-O'Dwyer, Bez, Lykke, Skejovic, Detzel, Busch, Krueger, Ispiryan, O'Mahony, Arendt, Zannini, 2020).

Este cambio mundial en la demanda de alimentos ha dirigido la atención hacia los cereales y leguminosas como fuentes prometedoras de proteínas vegetales. Entre los cultivos alimentarios ampliamente sembrados, las leguminosas tienen un contenido de proteínas superior al de los cereales y carecen de gluten. También se consideran una buena fuente de compuestos bioactivos y fitoquímicos que incluyen antocianinas, ácidos fenólicos, flavonoides y proantocianidinas. Sin embargo, contienen factores antinutricionales como saponinas, inhibidores de la proteasa, amilasa, ácido fítico, lectinas y oxalatos; aunque la mayoría de estos se destruyen o reducen durante el procesamiento (descascarillado, remojo, tratamiento térmico) (Mota, Lima, Ferreira y Raymundo, 2020).

Las galletas constituyen productos populares de gran aceptación, poseen una textura y un sabor agradable, son de fácil ingestión, fáciles de transportar y conservar. Sin embargo, no aportan todos los nutrientes en cantidad suficiente para cubrir las necesidades requeridas (Salvatierra-Pajuelo y otros, 2019). El enriquecimiento proteico de las galletas satisface la necesidad de un mayor contenido de este nutriente, ya que estos productos suelen tener un bajo contenido de proteínas (7-10%). Los productos de cereales se enriquecen para mejorar sus propiedades nutricionales, para aumentar el consumo de proteínas o compensar las deficiencias de aminoácidos limitantes como lisina, metionina o triptófano (De Cássia y Joy, 2018).

Las leguminosas como las lentejas, arveja, frijoles, tarwi y garbanzos, reducen el riesgo de desarrollar enfermedades como el cáncer, la diabetes, enfermedades coronarias, obesidad o enfermedades celiacas. Además, su ingesta como ingrediente en productos horneados mejora la calidad nutritiva y se considera saludable, ya que proporciona carbohidratos complejos, fibra dietética, vitaminas (ácido fólico, vitaminas B y fitoquímicos) y minerales (calcio, hierro y zinc) (Cappa, Kelly y Perry, 2020). También son una fuente rica en otros aminoácidos esenciales, como lisina, leucina, isoleucina y fenilalanina. Cuando se combinan con cereales como el trigo y el arroz, pueden proporcionar un perfil de aminoácidos esenciales bien equilibrado. Como tal, la harina de leguminosas ofrece un enfoque alternativo para aumentar el consumo de micronutrientes beneficiosos a través de la innovación alimentaria y reformulación para elaborar nuevos productos (Millar, Gallagher, Burke, McCarthy y Barry-Ryan, 2019).

El tarwi es uno de los alimentos más nutritivos e importante debido a su alto contenido proteico, además de su alto contenido de calcio, incluida la mejora de la función intestinal y la reducción del colesterol, índice glucémico (Shrestha, Van, Haritos y Dhital, 2021).

En este sentido las galletas sustituidas por harinas de leguminosas son utilizadas como vehículos de nutrientes, pueden emplearse en desayunos escolares o para la formulación de raciones orientadas a poblaciones vulnerables (Armstrong, Fernández y Mestanza, 2016).

En base a lo anteriormente mencionado, los objetivos planteados en esta investigación fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre el contenido de proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general en galletas dulces.

Determinar la concentración de harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja que produzcan el mayor contenido de proteínas y mejor firmeza, color y mayor aceptabilidad general en galletas dulces.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

2.1.1. Generalidades

El género *Lupinus* incluye más de 280 especies; aproximadamente, el 90% de las cuales son nativas y ampliamente distribuidas en todo el continente americano, con mayor variabilidad genética que en las especies euroafricanas. *Lupinus mutabilis* Sweet (conocido como tarwi, chocho, altramuz andino) es originario de la región andina de América del Sur (Guilengue, Alves, Talhinhos y Neves-Martins, 2019).

A pesar del importante contenido de alcaloides, las semillas de tarwi tienen singular valor nutricional, conteniendo hasta 53% de proteínas y 24% de lípidos. La proteína del tarwi es rica en globulinas (43-45%) y albúminas (8-9%). Presentan ácidos grasos esenciales como el oleico (40.4%), linoleico (37.1%) y linolénico (2.9%) (Miano, García y Duarte, 2015).

2.1.2. Composición y propiedades nutricionales del tarwi

Su alto contenido de proteínas, mayor que el de la soya, lo hace una planta de interés para la nutrición humana. Según los especialistas, su consumo, en sus diversas presentaciones, ayuda a los niños en su desarrollo cerebral y crecimiento, pues contiene calcio y aminoácidos. El contenido de proteína depende de la especie de lupino, por ejemplo *L. mutabilis* presenta un 43.07% de proteína cruda, es la proteína más elevada respecto a otras variedades como *L. albus*, *L. angustifolius* y *L. luteus* que tienen 36.7, 31.1 y 41.8%; respectivamente (Gutiérrez, Infantes, Pascual y Zamora, 2016).

Las semillas de tarwi, como las de otras leguminosas, son una rica fuente de proteínas de alta calidad, lípidos y muchos compuestos que exhiben propiedades valiosas, desde un punto de vista tecnológico y nutricional. La composición química de las semillas depende de la especie y del medio ambiente. Los compuestos incluyen tococromanos, carotenoides, compuestos fenólicos y oligosacáridos (Czubinski, Grygier y Siger, 2021).

La Tabla 1, muestra la composición química del tarwi, soya y frijol en base seca.

Tabla 1. Composición química del tarwi, soya y frijol

Componente (%)	Tarwi	Soya	Frijol
Proteínas	44.3	28.5	24.5
Grasa	16.5	18.9	1.9
Carbohidratos	26.1	34.0	60.8
Fibra	7.1	5.7	4.3
Cenizas	3.3	4.9	2.6
Humedad	7.7	9.2	10.2

Fuente: Laguna y Sifuentes (2019)

Los parientes silvestres que muestran esta diversidad y variabilidad encontradas en tarwi (*Lupinus mutabilis*) están representadas por las siguientes especies: *L. cuzcensis*, *L. tomentosus*; *L. microphyllus*, *L. paniculatus*, *L. aridulus*, *L. ananeanus*, *L. condensiflorus*, *L. chlorolepis*, *L. tarapacensis*, *L. subferuquinous*, *L. doraе*, *L. macbrideanus*, *L. ballianaus*, *L. gilbertianus* y *L. eriucladus* (Jacobsen y Mujica, 2006). Pero, solamente las especies *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus* y *L. mutabilis* han sido domesticadas y gozan de importancia agrícola (Zavaleta, 2018).

En la Tabla 2 se observa la composición de aminoácidos presentes en el tarwi sobre base seca.

Tabla 2. Contenido de aminoácidos de tarwi

Aminoácido	Cantidad (mg/g de N total)
Isoleucina	274
Leucina	449
Lisina	331
Metionina	47
Cisteína	87
Fenilalanina	231
Tirosina	221
Treonina	228
Triptófano	110
Valina	252
Arginina	594
Histidina	163
Alanina	221
Acido aspártico	685
Acido glutámico	1372
Glicina	259
Prolina	257
Serina	317

Fuente: Zavaleta (2018)

Como algunas otras leguminosas de grano, el tarwi contiene más de 70 tipos de alcaloides, destacando los grupos de lupanina y esparteína (Gutiérrez y otros, 2016). Los alcaloides identificados en los granos de las variedades domésticas en el tarwi son presentados en la Tabla 3.

Tabla 3. Contenido de alcaloides en variedades domésticas de tarwi

Especie	Alcaloide quinolizidínico	%
<i>L. mutabilis</i>	Lupanina	46.0
	Esparteína	16.0
	3 β -hidroxilupanina	12.0
	13 α -hidroxilupanina	7.0
	13-angeloiloxilupanina	2.0
	Tetrahidrorombifolina	2.0
	11-12-dehidroesparteína	1.0
	Angustifolina	1.0
	13-tigoiloxilupanina	1.0
<i>L. angustifolius</i>	Lupanina	70.0
	13 α -hidroxilupanina	12.0
	Angustifolina	10.0
<i>L. albus</i>	Lupanina	70.0
	Albina	15.0
	13 α -hidroxilupanina	8.0
	Multiflorina	3.0
<i>L. luteus</i>	Lupanina	60.0
	Esparteína	30.0
	Alcaloides menores desconocidos	1.0

Fuente: Gutiérrez y otros (2016)

Los alcaloides son los responsables del sabor amargo. Existen dos maneras de disminuir el contenido de alcaloides en tarwi. El primero es por un proceso de desamargado; y el segundo es a través de la búsqueda de variedades con menor contenido alcaloideo. Se ha reportado dos variedades denominadas Inti y Línea 2150, cuyos contenidos de alcaloides fueron 0.0075% y 0.015%, respectivamente. Los niveles de alcaloides comprendidos en un rango de 10 a 25 mg/kg se consideran tóxicos para niños; en tanto que, niveles de 25 a 45 mg/kg son tóxicos para adultos. Para que el consumo de tarwi sea seguro, el contenido de alcaloides debe estar por debajo de 0.02% (Suca y Suca, 2015).

2.1.3. Producción nacional

El cultivo de tarwi ha incrementado su producción en 2.3% en promedio anual de 2015-2020. Los indicadores de producción han sido positivos, alcanzando los más altos niveles de producción en los años 2018 y 2019, incluyendo un mejor precio en chacra, para el año 2020, respecto de todos los periodos anteriores. El cultivo del tarwi se concentra en La Libertad (34%), Cusco (19%), Apurímac, Puno y Huánuco que en conjunto representan aproximadamente el 85% de la producción total (Midagri, 2021). La Tabla 4, muestra la producción de tarwi por región en el Perú desde el 2015 al 2020.

Tabla 4. Producción de tarwi por región del Perú

Región	Producción (t)					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
La Libertad	5053	4107	4681	6083	5803	5132
Cusco	2163	3052	3050	3067	2576	3050
Apurímac	937	1581	1727	2333	2212	2491
Puno	1782	1737	1447	1401	1411	1428
Huánuco	1129	1011	1079	1024	1251	1346
Cajamarca	370	420	315	415	445	448
Junín	247	523	562	595	651	732
Ancash	**	642	159	386	577	430
Huancavelica	826	573	572	485	692	582
Ayacucho	459	478	219	555	399	109
Amazonas	71	76	66	89	70	62
Pasco	13	46	8	**	**	**
Total	13050	14246	13885	16433	16087	15810

(**) No determinado

Fuente: Midagri (2021)

2.1.4. Harina de tarwi

El tarwi es una materia prima muy usada en la elaboración de harina; y es empleada principalmente en la producción de panes, pasteles, galletas, queques, fideos, hojuelas, sopas instantáneas y embutidos. Los granos de tarwi son desamargados y sometidos a secado en aire caliente a 37- 40 °C, con el propósito de obtener una estructura granulada (Zavaleta, 2018). Este producto se caracteriza por presentar un alto contenido de proteína y grasa, un color ligeramente amarillo que puede variar con la temperatura de secado, la humedad final debe ser menor a 12% para evitar la pérdida de aceite, y destaca su capacidad para absorber agua y aceite (Laguna y Sifuentes, 2019; Bailón, Pacheco, Pérez, Ticlia, Vela y Vegas, 2016; Saavedra y Vásquez, 2013).

En la Tabla la Tabla 5 se presentan los valores de la composición química de la harina de tarwi.

Tabla 5. Composición química de la harina de tarwi

Componente	(%)
Proteínas	49.83
Grasa	26.32
Carbohidratos	17.63
Fibra	2.98
Cenizas	3.30
Humedad	6.22

Fuente: Pantoja-Tirado, Prieto-Rosales y Aguirre (2020)

2.2. Arveja (*Pisum sativum* L.)

2.2.1. Generalidades

La arveja pertenece a la familia de las Fabáceas, el género *Pisum* se divide en tres especies, *P. sativum* L., *P. fulvum* y *P. abyssinicum*. Esta leguminosa junto a las lentejas, habas, garbanzo y frijol, es cultivada en más de 85 países, ocupando el cuarto lugar después del frijol común, garbanzo y caupí. Según las formas cultivadas, se puede clasificar como arveja verde, arveja seca y arveja forrajera (Pandey, Rubiales, Wang, Fang, Sun, Liu y Xu, 2021).

La arveja es la leguminosa de mayor importancia en el Perú, beneficia económicamente a un gran número de familias por su rentabilidad y es una fuente importante de carbohidratos y proteínas. La arveja, para la cosecha en grano seco o en grano verde se localiza, mayormente, en la sierra, destacando la provincia de Acobamba, de la región de Huancavelica, como la principal zona productora (Coaquira, Huaranga y Coaquira, 2021).

2.2.2. Composición y propiedades nutricionales de la arveja

La arveja es una leguminosa, muy consumida debido a sus compuestos nutritivos: proteínas, carbohidratos y fibra dietética. Las semillas de arveja secas poseen 20% de proteínas, 35% de carbohidratos, 27% de fibra dietética y bajas cantidades de lípidos (Muneer, Johansson, Hedenqvist, Plivelic, Ejdrup, Lykke, Christian y Kuktaite, 2018).

La arveja posee actividad antioxidante, antihipertensiva, antiinflamatoria, reductora del colesterol y regulador de las bacterias intestinales. La proteína se compone principalmente de 65-80% de globulina, 10-20% de albúmina y un alto contenido de lisina (Reddy, Orlovs, Asnate y Masin, 2022). Las albúminas se consideran proteínas

metabólicas solubles en agua, contienen concentraciones importantes de aminoácidos esenciales: triptófano, lisina, treonina y metionina. Las globulinas se consideran proteínas de almacenamiento solubles en sal y se subdividen en proteínas de leguminosas, vicilina y convicilina. Estas proteínas tienden a ser altas en arginina, fenilalanina, leucina e isoleucina (Lu, He, Zhang y Bing, 2019). En la Tabla 6 se observa la composición química de la arveja.

Tabla 6. Composición química de la arveja

Nutriente	Contenido (en 100 g de arveja seca)
Proteínas (g)	23.30
Grasas (g)	0.80
Carbohidratos (g)	60.10
Fibra (g)	5.70
Humedad (g)	15.80
Calcio (mg)	70.00
Hierro (mg)	5.60
Vitamina A (mg)	8.67
Vitamina E (mg)	0.10

Fuente: Plúas y Valdiviezo (2017)

2.2.3. Producción nacional

En el Perú, las principales regiones productoras de arveja son Huancavelica, Cajamarca, Ancash, Junín, Arequipa, Cuzco, Lambayeque y Piura (Aguilar, Rafael-Rutte, Martínez-Santos y Apaza-Apaza, 2021). En La Libertad, en la provincia de Santiago de Chuco, se cuenta con la mayor área de siembra de este cultivo, que llega, a más de 640 ha; y representa un ingreso económico importante para los agricultores. La arveja se cultiva para producir grano seco y se consume cocido o se elabora harina; en caso de que el consumo sea en fresco, puede ser en ensalada, guisos o sopas; en el sector agroindustrial, se procesa en conservas y congelado (Castillo, 2019).

En la Tabla 7, se observa la producción nacional de la arveja en grano seco.

Tabla 7. Producción nacional de arveja en grano seco

Año	Producción nacional (millones toneladas)
2015	9.70
2016	7.70
2017	7.90
2018	9.50
2019	9.90
2020	10.50

Fuente: Santamaría, Rodas, Casimiro, Paredes, Mendieta y Sihuas (2020)

2.2.4. Proteína de arveja

El aumento de la utilización de proteínas de leguminosas por parte de la industria alimentaria ha llevado a la investigación sobre la funcionalidad de la proteína. Particularmente, su proteína está libre de gluten y lactosa, lo que la convierte en una gran opción para personas con restricciones dietéticas. Los productos que se pueden obtener del grano seco es harina, concentrado de proteína y aislado de proteína de arveja (Cabezas, 2016).

La inclusión de proteínas de la arveja en alimentos y bebidas sigue siendo una tarea desafiante para la industria alimentaria, principalmente como consecuencia del característico sabor a frijol y su impacto en las propiedades funcionales y tecnológicas (Boukid, Rosell y Castellari, 2021).

La harina de arveja es una fuente relativamente barata de proteínas, obtenida por molienda de los granos secos y es fácil de producir. El

color del producto es crema claro, con tamaño de partícula mayor que 300 μm , el contenido de proteína es de 19 - 30% (Vallejos, 2018).

El concentrado de proteína de arveja contiene hasta 83% de proteína en base seca, se extrae a partir de la harina, con la eliminación de compuestos solubles no proteicos, para obtener un producto rico en azúcares insolubles y proteínas, su diámetro de partícula es menor de 297 μm y el color es crema claro. Los métodos aplicados en la extracción de concentrados proteicos usan agua ajustada al punto isoeléctrico (pI) de las proteínas; uso de agua después de un tratamiento térmico, o el empleo de soluciones hidroalcohólicas (Scopes, 2013; Porras, Guemez, Montañez y Carmen, 2013)

2.3. Galletas

2.3.1. Generalidades

Son productos de consistencia crocante y ligeramente dura al consumirla, se preparan con harina con o sin leudantes, leche, almidones, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas, colorantes y otros ingredientes autorizados. Las galletas son consideradas como un alimento de consumo masivo, su gran versatilidad las puede hacer un alimento básico. Su aceptación está dada, por su facilidad de transporte y sus largos períodos de conservación (Hernández-Monzón, García-Pedroso, Calle-Domínguez y Duarte-García, 2014).

La elaboración de galletas incluye una primera etapa de mezcla y dispersión de ingredientes sólidos y líquidos; posteriormente, el amasado, laminación, reposo y cocción (Laguna y Sifuentes, 2019). En la evaluación de la calidad de galletas, se toma en cuenta el esparcimiento, granulosis superficial, la compactación, fragilidad y la fuerza de rompimiento. La textura, es el descriptor sensorial que determina el grado de sustitución de las grasas y harinas, porque es el

principal atributo en la determinación de la aceptabilidad en todos los productos horneados, la cual es influenciada por la combinación de ingredientes y factores de procesamiento (Armstrong y otros, 2016).

Carrasco y Sánchez (2019) indican que el mercado de galletas se divide en dulces y saladas, las primeras tienen el sesenta por ciento del mercado. El mercado de galletas en Perú se caracteriza por su gran nivel de innovación y constantes lanzamientos, siendo lo más común la introducción de nuevos sabores, sobre todo en el segmento de galletas dulces. También señalan que el consumo per cápita de galletas en Perú alcanza los 4.1 kg anuales, muy cercano a Chile y sólo por debajo de Argentina y Brasil, con 5.0 y 6.7 kg respectivamente, los cuales son los mayores consumidores de la región.

2.3.2. Clasificación

Las galletas se suelen clasificar en categorías, de la siguiente manera:

- Por su sabor. Dulces, saladas y sabores especiales.
- Por su presentación. Simples (el producto se presenta sin ningún agregado posterior, luego de cocido), rellenas (se coloca el relleno entre dos galletas) y revestidas (el exterior presenta un revestimiento o baño apropiado pudiendo ser simple o rellenas) (Álamo, Baron, Feijoo, Palacios y Sarango, 2020).

2.3.3. Ingredientes en la elaboración de la galleta

2.3.3.1. Harina

Es la materia prima básica en la elaboración de este producto, se emplea trigos blandos, el contenido de proteínas es menor que 10%. Al trabajar con esta harina se obtiene una masa poco elástica, que no es resistente al estiramiento, como la masa que resulta de trabajar con la harina de trigo duro (proteína mayor que 10%). La solubilidad del gluten hace que sus

proteínas puedan separarse, dentro de estas, las gliadinas son las más solubles y forman la tercera parte del gluten (De La Cruz y Rojas, 2020).

Presenta una textura suave al tacto, color natural, exento de sabores (rancidez, mohoso, amargo o dulzor) y olores que no son propios de la harina; asimismo, su apariencia homogénea, sin manchas oscuras (Oyola y Padilla, 2020). En la Tabla 8, se presenta la composición química de la harina de trigo.

Tabla 8. Composición química de la harina de trigo

Composición	Cantidad (en 100 g de harina)
Humedad (g)	10.8
Proteína (g)	10.9
Grasa (g)	2.0
Carbohidratos (g)	76.3
Fibra (g)	2.7
Cenizas (g)	0.4
Calcio (mg)	36.0
Fosforo (mg)	108.0
Hierro (mg)	5.5
Tiamina (mg)	0.5
Riboflavina (mg)	0.4
Niacina (mg)	4.8

Fuente: Reyes, Gómez-Sánchez y Espinoza (2017)

2.3.3.2. Azúcar rubia

La función básica del azúcar es contribuir al sabor dulce y a la suavidad de los productos horneados. La cantidad de azúcar utilizada determinará no sólo el sabor de las galletas, sino también su textura y color, con una mayor cantidad de azúcar

se obtienen galletas que adquieren un color más intenso durante la cocción, no obstante, quedan más blandas y menos crujientes, sobre todo en el centro (Barriga, 2020).

2.3.3.3. Grasas

Las grasas se encuentran en tercer lugar en importancia en la industria galletera, después de la harina y el azúcar. Desempeñan una misión antiglutinante en las masas, para contribuir a su plasticidad ya que actúa como lubricante, suavizando y mejorando la masa. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de la galleta, es decir reduce el grosor y peso; y aumentan su longitud (Oyola y Padilla, 2020).

2.3.3.4. Sal

La sal debe ser pura y de grano fino; de preferencia se usa la sal marina. La ausencia de sal produce masas pegajosas y muy blandas, por lo que su uso es para mantener firme la masa y el gluten; y lograr que la masa no se encoja, permaneciendo redonda tras el moldeo (Oyola y Padilla, 2020; Álamo y otros, 2020).

También sirve para potenciar el sabor que aportan los demás ingredientes de la masa. También, favorece la coloración en el horno y la retención de humedad del producto final (Barriga, 2020).

2.3.3.5. Leche entera en polvo

La leche en polvo contribuye al gusto, textura, color de superficie y le aporta un valor nutricional extra. Los aminoácidos provenientes de la leche favorecen las reacciones del pardeamiento durante el horneado, contribuyen a la

obtención del color y el aroma deseado. Actualmente, la mayoría de la leche utilizada en galletas es el polvo, dada su facilidad de manejo y bajo contenido en humedad, lo que prolonga la vida útil de la galleta (Encomenderos, 2019).

2.3.3.6. Lecitina de soya

Emulsionante natural, cuya función es la de estabilizar las mezclas de dos líquidos inmiscibles: agua en aceite (grasa), lubrican las masas pobres en grasa, modifican la cristalización de la grasa. Actúan en dosis muy bajas (menos del 2% en peso del producto) (Carrasco y Sánchez, 2019).

2.3.3.7. Polvo de hornear

Se encuentra conformada principalmente por dos sustancias reactivas, el bicarbonato sódico y el ácido tartárico o el pirofosfato de sodio (sustancias ácidas). Cuando se mezcla el polvo de hornear con el resto de los ingredientes, por efecto de la humedad y el calor durante la cocción, se producen burbujas de anhídrido carbónico que dan volumen y ligereza a las galletas (Barriga, 2020).

2.3.3.8. Agua

Es un ingrediente esencial en la formación de masa para la solubilización de otros ingredientes, en la hidratación de proteínas y carbohidratos y para la creación de la red de gluten. El agua tiene un papel complejo, dado que determina el estado de conformación de los biopolímeros, afecta a la naturaleza de las interacciones entre los distintos constituyentes de la receta y contribuye a la estructuración de la misma (Quitral, Reyes, Albornoz y Pinheiro, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

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

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de investigación

- Harina de trigo. Marca Espiga de Oro. Adquirida en el Mercado Zonal Palermo, Trujillo.
- Harina de tarwi. Marca Tarwi Foods. Adquirida en Orgánica Bio Bodega, Trujillo (Ver Ficha Técnica en Anexo 1).
- Concentrado de proteínas de arveja. Marca Drasanví. Adquirida en Orgánica Bio Bodega, Trujillo (Ver Ficha Técnica en Anexo 2).

3.2.2. Insumos

- Azúcar rubia. Marca Casagrande. Adquirida en el Mercado Zonal Palermo, Trujillo.
- Margarina. Marca La Danesa. Adquirida en el Mercado Zonal Palermo, Trujillo.
- Leche entera en polvo. Marca Gloria. Adquirida en el Mercado Zonal Palermo, Trujillo.
- Bicarbonato de sodio. Adquirida en Botica Montalvo, Alto Salaverry.
- Polvo de hornear. Adquirida en el Mercado Zonal Palermo, Trujillo.
- Lecitina de soya. Adquirida de Interinsumos Linros SRL.
- Sal. Marca Marina. Adquirida en el Mercado Zonal Palermo, Trujillo.
- Agua tratada. Marca Aguafiel. Adquirida en el Mercado Zonal Palermo, Trujillo.

3.2.3. Reactivos

- Sulfato cúprico. Marca Merck. Alemania.
- Sulfato de potasio. Marca Merck. Alemania.
- Ácido sulfúrico concentrado (97%- 98%). Marca J.T Baker. Estados Unidos.
- Ácido bórico (4%). Marca Merck. Alemania.
- Ácido clorhídrico (37%). Marca J.T Baker. Estados Unidos.
- Hidróxido de sodio en perlas (97%). Marca Merck. Alemania.
- Rojo de Metilo. Marca Spectrum. Estados Unidos.
- Verde de bromocresol. Marca Spectrum. Estados Unidos.
- Etanol (96%). Marca Alkofarma. Perú.

3.3. Equipos e instrumentos

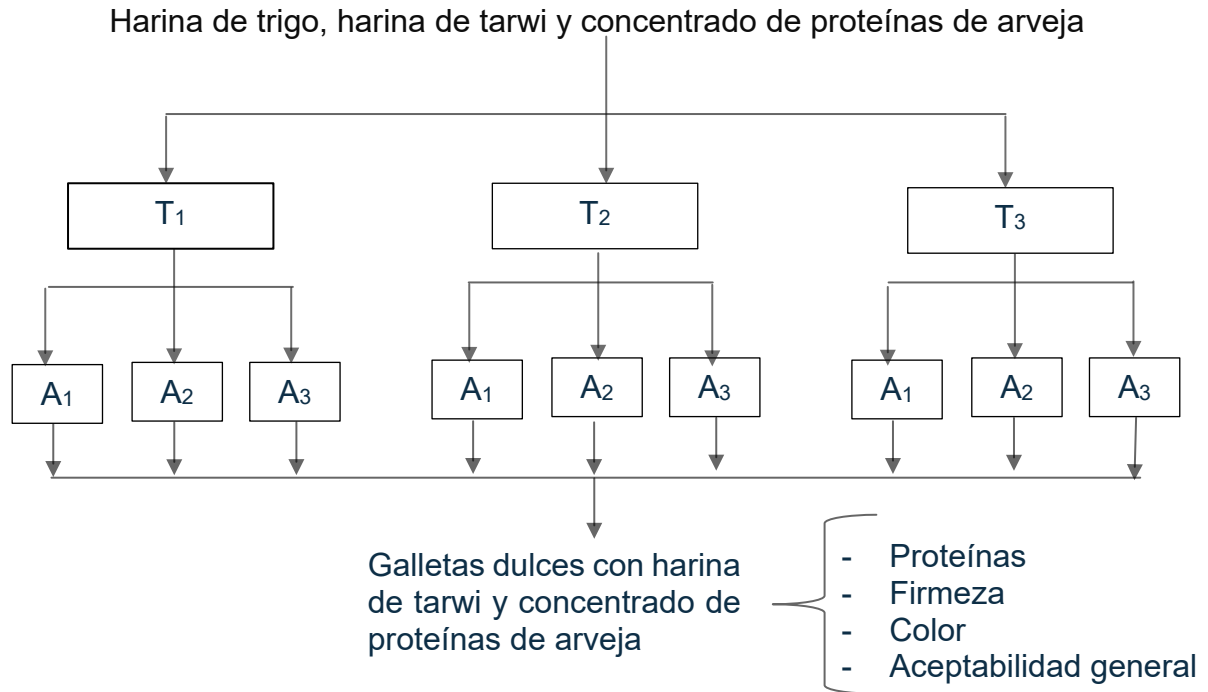
- Colorímetro Konica -Minolta. Modelo CR-400.
- Texturómetro Instron. Modelo 3342, carga 50 N
- Amasadora, sobadora. Marca Nova. Modelo K25 (cap. 40 kg).
- Batidora planetaria. Marca Nova. Modelo 30 M (cap. 3 kg).
- Horno rotativo de 15 bandejas. Marca Nova. Modelo Max 750
- Balanza. Marca Alexander Mobba (Cap. 50 kg, sensibilidad 0.01 kg).
- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo EK-619 (cap. 550 g, sensibilidad 0.0001 g).
- Equipo micro Kjeldahl. Marca Selecta.

3.4. Método experimental

3.4.1. Esquema experimental para la investigación sobre galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

El esquema experimental del presente trabajo de investigación se presenta en la Figura 1, donde se observa como variables independientes: sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (5, 10

y 15%); y concentrado de proteínas de arveja (2.5, 5.0 y 7.5%); y como variables dependientes: contenido de proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general de galletas dulces.



Leyenda:

T₁: Sustitución de harina de trigo por harina de tarwi, 5%

T₂: Sustitución de harina de trigo por harina de tarwi, 10%

T₃: Sustitución de harina de trigo por harina de tarwi, 15%

A₁: Sustitución de harina de trigo por concentrado de proteínas de arveja, 2.5%

A₂: Sustitución de harina de trigo por concentrado de proteínas de arveja, 5.0%

A₃: Sustitución de harina de trigo por concentrado de proteínas de arveja, 7.5%

Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja

3.4.2. Formulación para la elaboración de las galletas dulces

En la Tabla 9, se presenta la formulación de las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja (Fernández, 2012). En el Anexo 3 se encuentra la formulación experimental para la elaboración de la galleta dulce.

Tabla 9. Formulación de las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja

Ingrediente	Cantidades (%)									
	C	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉
Harina de trigo (*)	45.70	42.27	41.12	39.98	39.99	38.84	37.70	37.70	36.55	35.41
Harina de tarwi	0.00	2.29	2.29	2.29	4.57	4.57	4.57	6.86	6.86	6.86
Concentrado de proteínas de arveja	0.00	1.14	2.29	3.43	1.14	2.29	3.43	1.14	2.29	3.43
Azúcar rubia	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50
Margarina	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70
Agua	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40
Leche entera en polvo	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Bicarbonato de sodio	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Polvo de hornear	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Lecitina de soya	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

(*) El porcentaje de harina de trigo fue sustituido por harina de tarwi (5, 10 y 15%) y concentrado de proteínas de arveja (2.5, 5.0 y 7.5%)

3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración de las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de las galletas dulces sobre la base del procedimiento de Caldas (2021), con modificaciones del autor. Se describe a continuación:

Recepción. Se recibió todos los ingredientes que fueron adquiridos en los diferentes lugares de venta para ser utilizados en las formulaciones.

Mezclado. Consistió en mezclar todos los ingredientes por tres minutos hasta obtener una mezcla homogénea, para cada una de las fórmulas consideradas.

Laminado y cortado. La masa homogénea se laminó con un rodillo manual hasta un espesor de 0.5 cm. Después se cortó en piezas circulares con un molde metálico de 5 cm de diámetro.

Horneado. La masa moldeada se depositó en bandejas metálicas en un horno precalentado a una temperatura de 180 °C por 8 min.

Enfriado. Las galletas se enfriaron a temperatura ambiente por 20 min.

Envasado. Las galletas se envasaron en bolsas de polietileno de alta densidad.

Almacenado. Concluido el envasado, las galletas se almacenaron en un ambiente fresco y seco, a temperatura ambiente.

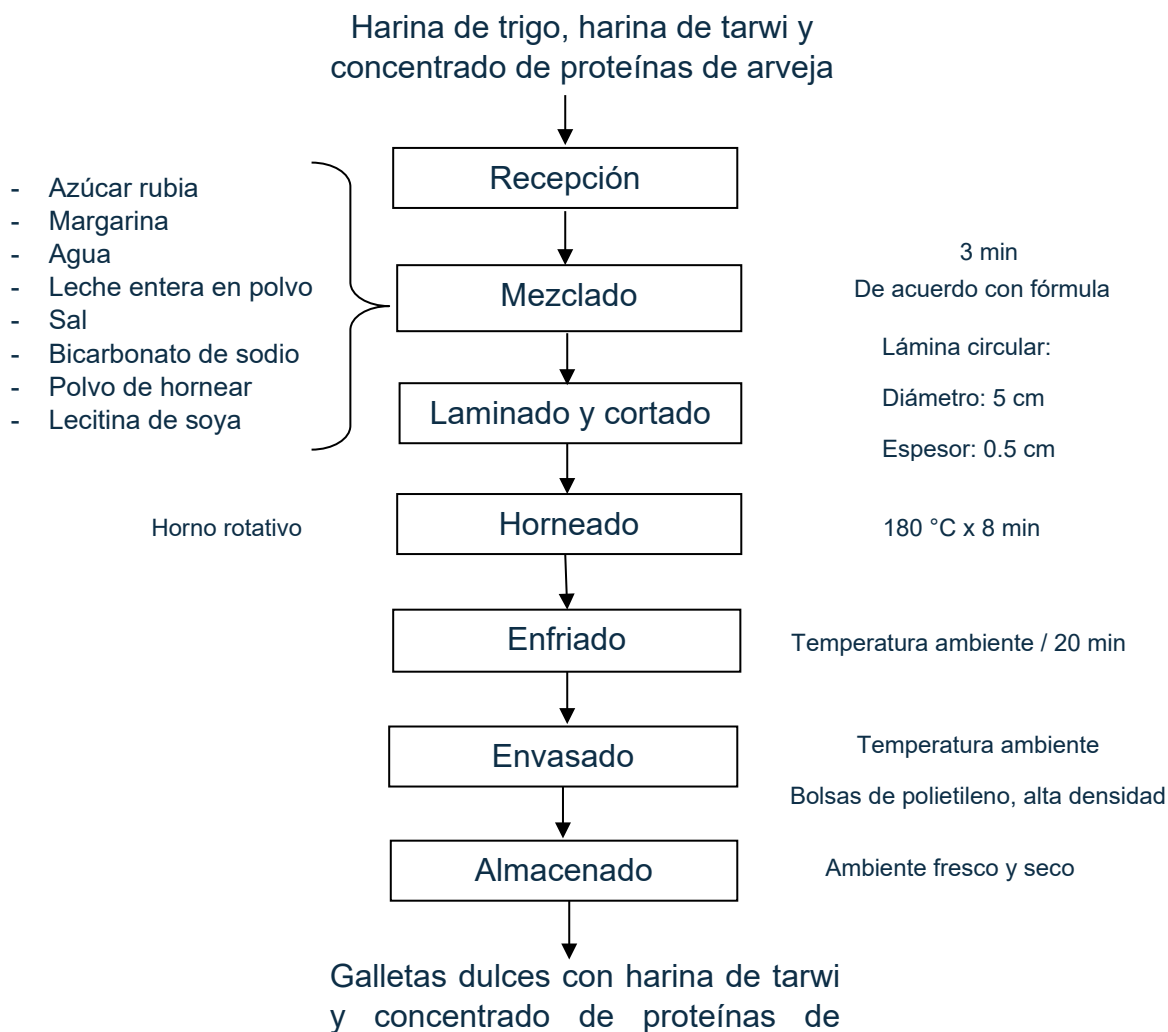


Figura 2. Diagrama de flujo para la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en la elaboración de galletas dulces

3.5. Métodos de análisis

3.5.1. Proteínas

Se determinó por el método A.O.A.C (1996). Se pesó 0.5 g de muestra y se depositó en el fondo del matraz Kjeldahl. A continuación, se adicionó, 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado; luego, el matraz con su contenido fue colocado en el digestor de proteínas, con calentamiento suave, al principio, hasta su

completa oxidación, punto donde cambio de color negro a verde esmeralda traslucido. Se enfrió a temperatura ambiente. Se instaló el equipo de destilación simple, provisto, a la salida del refrigerante, de un matraz Erlenmeyer, en el que se colocó 40 mL de ácido bórico al 4% y 2 – 3 gotas de rojo de metilo. Al matraz Kjeldahl se le añadió aproximadamente 10 mL de agua destilada y 50 mL de NaOH 40%, y se conectó al sistema de destilación hasta el cambio de color rojo a azul verduzco. Se tituló con solución de HCl 0.1N, hasta el viraje a color rosa, con el registro del gasto de la titulación, en mL, para luego, usarlo en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales.

$$\% \text{ proteína} = \frac{(\text{N HCl} \times \text{Vol. HCl}) \times 14.01 \times \text{factor}}{\text{Peso de la muestra (mg)}} \times 100$$

3.5.2. Firmeza

La firmeza se determinó con el texturómetro Instron y el software Bluehill Lite, expresando la fuerza del punto de quiebre con una cruceta tipo guillotina en el producto. Una galleta entera de 5 cm de diámetro y 0.5 cm de espesor se colocó sobre dos soportes, luego se aplicó fuerza (en Newtons) en un punto medio hasta fracturar, con una velocidad de 1 mm/s (Barrera, Bassi, Reyes, León y Ribotta, 2012).

3.5.3. Color

Se utilizó el sistema Cielab, usando un colorímetro Konica Minolta modelo CR-400. El equipo se calentó por 10 min y se calibró con un blanco estándar. Luego, se determinó los parámetros de color expresados en términos de luminosidad L^* ($L^* = 0$ para negro y $L^* = 100$ para blanco), cromaticidad a^* (verde [-120] a rojo [+120]), y b^* (azul [-120] a amarillo [+120]) (Aguirre, 2019).

3.5.4. Aceptabilidad general

Las galletas se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general usando una escala hedónica estructurada de nueve puntos, donde uno equivale a “Me desagrada muchísimo” y nueve a “Me agrada muchísimo”. La prueba contó con 50 consumidores habituales de galletas, no entrenados, a fin de disminuir la variabilidad en las respuestas de los panelistas. Se realizó en las instalaciones de la Universidad Privada Antenor Orrego. La evaluación sensorial consistió en colocar cinco galletas de diferentes tratamientos en una primera etapa y posteriormente se entregó los tratamientos restantes con la finalidad de no saturar el paladar de los panelistas. Las muestras fueron entregadas a temperatura ambiente en forma aleatoria en platos codificados con 3 dígitos (Ramírez-Navas, 2014).

3.6. Métodos estadísticos

El método estadístico correspondió a un diseño completamente aleatorizado de dos factores (sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja), con 3 réplicas. Para las variables paramétricas: color (L^* , a^* , b^*), firmeza y proteínas, se empleó la prueba de Levene para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó, de esta manera, el mejor tratamiento. La aceptabilidad general fue evaluada mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon (grupos relacionados). Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software Minitab 19 (Villanueva, 2019).

En la Figura 3, se muestra la ficha para la evaluación de la aceptabilidad general de las galletas dulces con escala hedónica.

Prueba de aceptabilidad general de galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja					
Nombre: Fecha:					
<p>Instrucciones: Pruebe la galleta dulce que se ha proporcionado y califique, según la escala que se presenta, marcando con un (x) en el casillero correspondiente, de acuerdo con el nivel de agrado o desagrado que le produzca. Para ello, tome en cuenta los siguientes atributos: color, olor, sabor y textura.</p>					
Escala	Muestra				
	492	278	360	250	150
Me agrada muchísimo					
Me agrada mucho					
Me agrada moderadamente					
Me agrada poco					
No me agrada ni me desagrada					
Me desagrada poco					
Me desagrada moderadamente					
Me desagrada mucho					
Me desagrada muchísimo					
Comentarios:					

Fuente: Villanueva (2019)

Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de arveja.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre el contenido de proteínas en galletas dulces.

En la Figura 4, se presenta el contenido de proteínas en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces. Observándose que los resultados oscilaron entre 35.94 y 39.37%. La muestra que presentó mayor contenido de proteínas fue la sustitución 15% de harina de tarwi con 7.5% de concentrado de proteínas de arveja con 39.37%. En el Anexo 4 se encuentran los resultados experimentales del contenido de proteínas de la galleta dulce.

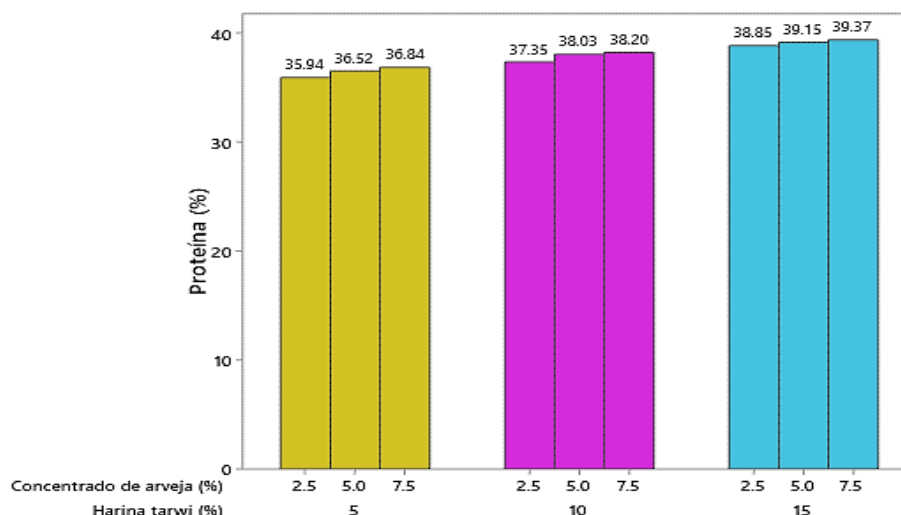


Figura 4. Contenido de proteína en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces

Las harinas empleadas en esta investigación presentaron valores de proteínas de 49% en harina de tarwi y 78% en el concentrado de proteínas de arveja (ver Ficha Técnica).

Se observó un comportamiento creciente a medida que aumentó la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja. Esto podría ser porque el porcentaje de proteínas, en la harina de tarwi los

valores llegan hasta un 40 y 51% (Millar y otros, 2019). Mientras, en el concentrado de proteína de arveja presenta valores a partir de 75% de proteína, además, de ser considerada una proteína de mejor calidad con un 0.82 – 0.9 de digestibilidad en comparación con la proteína de suero (1) y aislado de soya (0.97 – 1), lo que permite aumentar su calidad y cantidad de proteína en estos productos (Boukid y otros, 2021).

La tabla de composición de alimentos industrializados del Perú, reporta para galletas dulces un valor de 10.57% de proteína (Zegarra y Valdez, 2016), mientras que las galletas sustituidas con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja presentaron un valor más alto de este macronutriente.

Mamani y Molina (2016) elaboraron galletas con harinas de tarwi (50%), cañihua (35%), cuchuro (10%) y gluten (5%); y harinas de tarwi (50%), cañihua (25%), cuchuro (20%); obteniendo valores de 28.10 y 28.57% de proteínas; respectivamente. Mogrovejo (2018) sustituyó la harina de trigo por harina de tarwi (10, 15 y 20%) en pan, el contenido de proteínas osciló entre 18.48 y 20.35%, incrementando conforme amentó la sustitución de la harina de tarwi, siguiendo la tendencia de los resultados reportados, lo cual podría atribuirse al alto contenido de proteína presente en esta harina, que a su vez permitiría una mayor digestibilidad de este componente (Delgado y Neira, 2016). Aguirre (2019) mencionó que una mayor sustitución de harina de tarwi en el desarrollo de productos de panificación puede ser beneficioso proteicamente y permitiría un equilibrio en la ingesta de aminoácidos, reflejándose en los altos contenidos de proteína en el producto final al ser comparado con los productos convencionales.

Morales-Polanco, Campos-Vega, Gaytán-Martínez y Enriquez (2017) analizaron la combinación de harina de avena y concentrado de proteínas de arveja en proporción 80:20 para elaborar galletas dulces, reportando un valor de 24.66% de proteínas. Alasino (2009) reportó en pan elaborado con harina de arveja con sustituciones de harina de trigo entre 5 a 20% valores de 16.7 a 28.5% de proteína, respectivamente. Cerón, Chicaiza, Osorio y Mejía (2016) encontraron valores de 14.73 a 17.36% de proteína en galletas elaboradas con 10 a 20% de harina de arveja.

Xu, Zhang, Wang y Li (2020) indican que la calidad nutricional de los productos de panadería puede ser deficiente debido a la utilización de harinas y almidones altamente refinados, otorgando productos bajos en cantidad y calidad de proteínas. Las legumbres, son alimentos más nutritivos y su contenido proteico es comparable o superior al de la harina de trigo siendo aprovechable para aplicaciones en la industria de panificación, debido a que su incorporación permitiría alcanzar altos valores nutricionales.

En la Tabla 10, se presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces, donde se determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p \geq 0.05$). Por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente, la prueba de Duncan para determinar de esta forma el mejor tratamiento.

Tabla 10. Prueba de Levene aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Estadístico de Levene	p
Proteínas	0.670	0.714

La Tabla 11, muestra el análisis de varianza para el contenido de proteínas en la galleta dulce, denotándose que la sustitución de harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja, presentaron efecto significativo ($p < 0.05$). La interacción tarwi-arveja no presentó un efecto significativo ($p \geq 0.05$).

Tabla 11. Análisis de varianza aplicada al contenido de proteínas en la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Tarwi: T	2	32.685	16.342	309.646	0.000
Arveja: A	2	2.697	1.348	25.549	0.000
T*A	4	0.179	0.045	0.847	0.514
Error	18	0.950	0.053		
Total	26	36.510			

Gbenga-Fabusiwa, Oladele, Adefegha y Oshodi (2018) señalaron efecto significativo ($p < 0.05$) en las formulaciones de galletas dulces elaboradas con harina de frejol de palo (25,50 y 75%).

En la Tabla 12, se presenta la prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 6, se encuentran los tratamientos 10 y 15% de harina de tarwi con 7.5% de concentrado de proteínas de arveja, que brindaron el mayor contenido de proteínas con valores de 39.15 y 39.37%; respectivamente, considerándose los mejores en esta variable.

Tabla 12. Prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
5	2.5	35.94					
10	2.5	36.52	36.52				
15	2.5		36.84	36.84			
5	5.0			37.35			
10	5.0				38.03		
15	5.0				38.20	38.20	
5	7.5					38.85	38.85
10	7.5						39.15
15	7.5						39.37

4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre la firmeza en galletas dulces

En la Figura 5, se muestra la firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en las galletas dulces, observándose que los resultados de firmeza aumentaron de 7.56 a 15.59 N. Se denota que conforme aumentó las sustituciones de harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja, incrementó la firmeza. Los datos de la firmeza de la galleta dulce se encuentran en el Anexo 5.

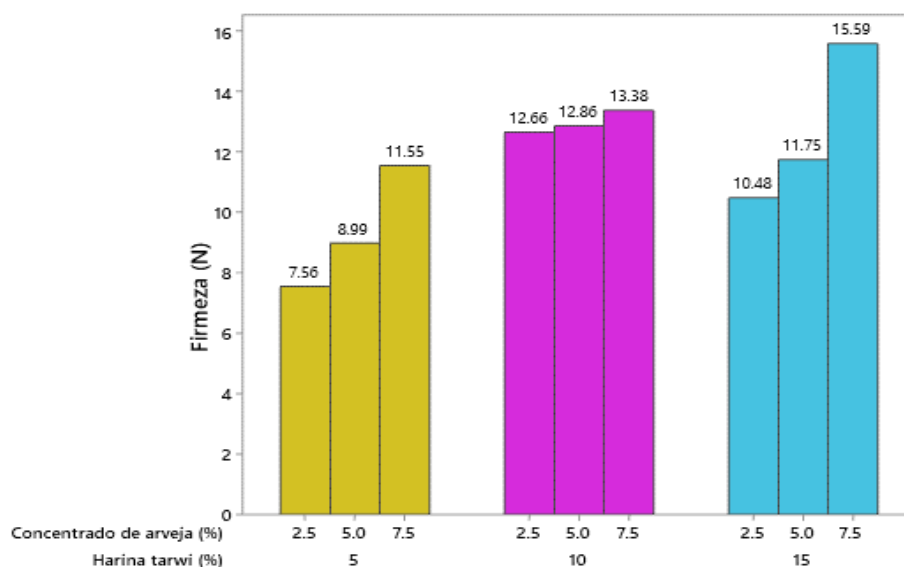


Figura 5. Firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces

Aguirre (2019) analizó el efecto de la combinación de harina de garbanzo (20-30%), harina de soya (10-20%) y almidón de yuca (50-70%) en galletas dulces, reportando un comportamiento creciente en los valores de firmeza, oscilando entre 11.86 a 15.21 N, debido al aumento de la concentración de harina en la formulación, ya que produjo cambios en la estructura interna a nivel del contenido de humedad. Mancebo, Rodríguez y Gómez (2016) estudiaron la sustitución de harina de trigo por la harina de arroz (30-100%), almidón de maíz (20-60%) y concentrado de proteínas de arveja (10-20%) reportando valores de firmeza entre 22.37 a 27.26 N en galletas, denotando que la incorporación del concentrado de proteínas de arveja disminuye las propiedades de hidratación de la mezcla y la consistencia de la masa, obteniendo galletas con reducción del tiempo de cocción y una mayor firmeza.

Morales-Polanco y otros (2017) obtuvieron de la combinación de harina de avena y concentrado de proteínas de arveja en proporción 80:20 un valor de firmeza de 19.04 N en galletas dulces. Laguna y Sifuentes (2019) estudiaron la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi (2-12%) y harina de kiwicha (2-12%) en galletas, reportando valores entre 6.09 y 17.82 N, los cuales incrementaron con el aumento de sustitución de harina de tarwi y kiwicha.

Mota y otros (2020) afirman que la incorporación de harina de tarwi podría modificar la firmeza de las galletas y que este mismo comportamiento se observa en otros tipos de leguminosas, como soya, garbanzos, arveja verde y frejoles blancos, debido a que la ausencia de la matriz de gluten disminuye la capacidad de retención de aire del sistema, contribuyendo a obtener masas más firmes. Vivas y Sangronis (2021) explican que un incremento en la firmeza de las galletas también podría producirse por la gelatinización del almidón, reducción del contenido de humedad del producto, la desnaturalización de las proteínas, la cristalización del azúcar durante el horneado, el tipo de aminoácidos presente y contenido de fibra.

La Tabla 13, presenta la prueba de Levene aplicada a la firmeza en las galletas dulces. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p \geq 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar de esta forma el mejor tratamiento.

Tabla 13. Prueba de Levene aplicada a la firmeza de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza	0.350	0.935

En la Tabla 14, se presenta el análisis de varianza para la firmeza de la galleta dulce. En ello, se muestra que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja tienen efecto significativo ($p < 0.05$), sobre la firmeza de las galletas dulces. La interacción tarwi-arveja, también fue significativa ($p < 0.05$).

Tabla 14. Análisis de varianza aplicada a la firmeza de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Tarwi: T	2	50.863	25.432	254.808	0.000
Arveja: A	2	70.834	35.417	354.852	0.000
T*A	4	16.928	4.232	42.402	0.000
Error	18	1.797	0.100		
Total	26	140.422			

Mancebo y otros (2016) encontraron un efecto significativo ($p < 0.05$) en la mezcla de harina de arroz, almidón de maíz y concentrado de proteínas de arveja. Así mismo, Aguirre (2019) indicó efecto significativo ($p < 0.05$) en galletas dulces de la mezcla de harina de garbanzo, harina de soya y almidón de yuca.

En la Tabla 15, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de firmeza en las galletas dulces. La prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 6 se muestra que el tratamiento con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi al 15% y concentrado de proteínas de arveja al 7.5%, brindo mayor firmeza con 15.59 N, es seleccionado como el mejor tratamiento al comparar con Laguna y Sifuentes (2019) quienes reportaron una firmeza de 16.63 N en galleta con harina de tarwi al 8.8%, debido al reforzamiento en la estructura de la masa de la galleta con el contenido de fibra insoluble presente en la harina de tarwi.

Tabla 15. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
5	2.5	7.56					
5	5.0		8.99				
15	2.5			10.48			
5	7.5				11.55		
15	5.0				11.75		
10	2.5					12.66	
10	5.0					12.86	
10	7.5					13.38	
15	7.5						15.59

4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre el color en galletas dulces.

En la Figura 6, se muestra la luminosidad (L^*) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces, observándose que los valores de L^* incrementaron ligeramente al aumentar la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja, mostrando valores de 54.61 a 62.70. Los datos de la luminosidad (L^*) de la galleta dulce se encuentra en el Anexo 6.

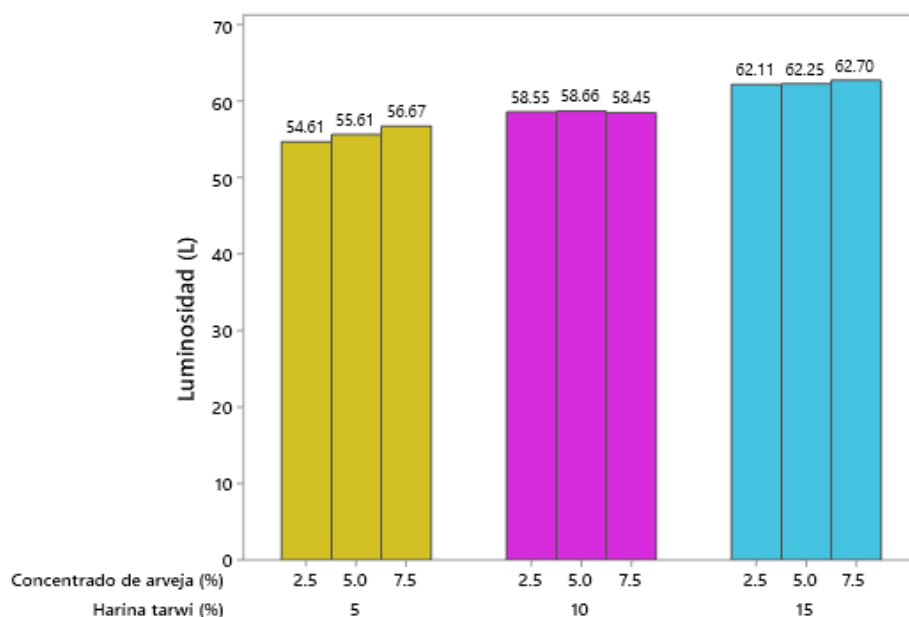


Figura 6. Valores de L^* en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces

El tratamiento que obtuvo mayor luminosidad (L^*) fue para la sustitución 15% de harina de tarwi y 7.5% del concentrado de proteínas de arveja, con un valor de 62.70. Así mismo, se realizó la medición de la luminosidad en la harina de tarwi que tuvo un valor de 78.99, mientras que, el concentrado de proteínas de arveja presentó un valor de 76.02.

Se reportó un valor de luminosidad (L^*) en la galleta de harina de tarwi de la marca comercial Tarwi Up de 78.27. Laguna y Sifuentes (2019) reportó valores de luminosidad de 70.44 a 59.54 en galletas con 8.8 a 3.2% de harina de tarwi, respectivamente, indicando que la luminosidad medida posterior a la etapa de horneado se encuentra asociada a la reacción Maillard, contenido de almidón y al nivel de sustitución de harina de trigo presente en las galletas, relacionándose los valores altos con una galleta clara, mientras, los valores bajos presentan un color oscuro.

Aguirre (2019) menciona que, en las galletas elaboradas con mayor sustitución de harinas de leguminosas, el valor de luminosidad podría verse afectado, aumentando ligeramente, debido al contenido de almidón,

temperatura y tiempo de horneado para obtener el producto final. Mancebo y otros (2016) indicaron que hubo dificultades en la laminación y formación de la galleta con el aumento de sustitución de la harina de trigo por concentrado de arveja observando una mayor relación de esparcimiento, lo que probablemente influyó en el desarrollo de color originando galletas con mayores valores de luminosidad.

Costa, Weste, Carvalho, Borges-Silva, De Sousa y Oliveira (2021) elaboraron galletas dulces, sustituyendo el 26% de harina de trigo por harinas de: zarandaja, frijol de palo y frijol castilla, obteniendo en el tratamiento con sustitución de harina de zarandaja valores más claros con luminosidad de 65.76, mientras que los tratamientos compuestos por harina de frejol castilla y harina de frejol de palo los valores fueron de 56.98 y 53.62; respectivamente, siendo más oscuras. Wójcik, Rózyto, Schonlechner y Berger (2021) formularon un pan a base de harina de trigo y concentrado de arveja al 5, 10, 15, 20 y 25%, reportando el aumento de la luminosidad de 39.0 a 40.6. También se observó un aumento de la luminosidad L^* al sustituir la harina de trigo por harina de tarwi al 5, 10, 15 y 20% en pan, mostrando valores de 48.81-52.0 (Cueva, 2018).

En la Tabla 16, se presenta la prueba de Levene aplicada a la Luminosidad (L^*) en galletas dulces. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p \geq 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar de esta forma el mejor tratamiento.

Tabla 16. Prueba de Levene aplicada a la luminosidad (L^*) de la galleta dulce con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Estadístico de Levene	p
L^*	0.680	0.702

La Tabla 17, muestra el análisis de varianza aplicada a la Luminosidad (L*) en galletas dulces. El análisis determinó que la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja presentaron efecto significativo ($p < 0.05$). La interacción tarwi-arveja, también fue significativa ($p < 0.05$).

Tabla 17. Análisis de varianza aplicada a la Luminosidad (L*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
	Tarwi: T	2	3.252	1.626	32.878	0.000
	Arveja: A	2	204.497	102.249	2067.639	0.000
L*	T*A	4	3.711	0.928	18.763	0.000
	Error	18	0.890	0.049		
	Total	26	212.350			

El análisis de varianzas mostró que la mezcla de almidón de yuca y harina de leguminosas tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el parámetro L* con valores entre 74.80-77.41 (Aguirre, 2019). El análisis de varianzas mostró que la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el parámetro L* con valores entre 51.00-56.14 (Cueva, 2018).

En la Tabla 18, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de Luminosidad (L*) de la galleta dulce. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 5, se encuentran los tratamientos 15% de harina de tarwi con 2.5, 5.0 y 7.5% de concentrado de proteínas de arveja, que brindaron mayor luminosidad con valores de 62.11, 62.25 y 62.70; respectivamente, considerándose los mejores en esta variable.

Tabla 18. Prueba de Duncan aplicada a la Luminosidad (L*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
5	2.5	54.61				
5	5.0		55.61			
5	7.5			56.67		
10	2.5				58.45	
10	5.0				58.55	
10	7.5				58.66	
15	2.5					62.11
15	5.0					62.25
15	7.5					62.70

En la Figura 7, se muestra la cromaticidad a* en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en la galleta dulce, observándose que a medida que aumenta la sustitución de ambas harinas los valores oscilaron entre 7.49 a 11.26 a*.

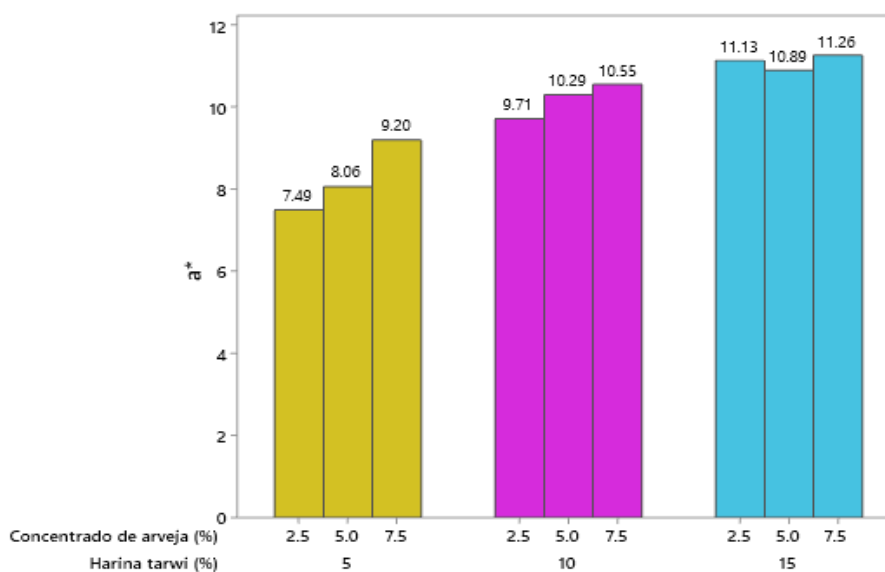


Figura 7. Valores de a* en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces

Con respecto a la harina de tarwi el valor presentado de a^* (-1.06), muestra una ligera tendencia al color verde, con respecto al concentrado de proteínas de arveja el valor de a^* (2.22), predominado ligeramente un acercamiento al color rojo. La galleta comercial de la marca Tarwi Up presentó un valor de 0.62 a^* .

Cueva (2018) analizó pan sustituyendo la harina de trigo por harina de tarwi (10, 15 y 20%), mostrando una tendencia creciente en la cromaticidad a^* con valores entre 14 hasta 16, explicando que un mayor porcentaje de sustitución induciría que el color tenga tendencia hacia la tonalidad rojiza. Mancebo y otros (2016) reporto valores de cromaticidad a^* , que oscilaron entre 4.55 a 6.77, al ser positiva la cromaticidad, mencionaron que se mantiene en una tonalidad rojiza. Del mismo modo Aguirre (2019) obtuvo valores de 2.29 a 4.29. Liendo y Silva (2015) mencionan que pudiera inferirse que la diferencia en los valores de la cromaticidad a^* reportados en las investigaciones se deba a los ingredientes empleados en la elaboración de galletas. Al comparar con los resultados obtenidos, podemos observar que la cromaticidad en a^* tiende a aumentar, siguiendo la misma tendencia.

En la Tabla 19, se presenta la prueba de Levene aplicada a la cromaticidad a^* de la galleta dulce. La prueba determino existencia de homogeneidad de varianzas ($p \geq 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar de esta forma el mejor tratamiento.

Tabla 19. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad (a^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Estadístico de Levene	p
a^*	0.490	0.851

La Tabla 20, muestra el análisis de varianza aplicada a la cromaticidad a^* en galletas dulces. El análisis determinó que la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja presentaron efecto significativo ($p < 0.05$). La interacción tarwi-arveja, también fue significativa ($p < 0.05$).

Tabla 20. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad (a^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
a^*	Tarwi: T	2	3.673	1.837	23.698	0.000
	Arveja: A	2	37.990	18.995	245.096	0.000
	T*A	4	2.156	0.539	6.953	0.001
	Error	18	1.395	0.078		
	Total	26	45.214			

El análisis de varianzas mostró que la mezcla de almidón de yuca y harina de leguminosas tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la cromaticidad a^* . Liendo y Silva (2015) hallaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la cromaticidad a^* al realizar sustituciones con harina de quinchoncho.

La Tabla 21, muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores de cromaticidad a^* de la galleta dulce. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 5, se encuentran los tratamientos 15% de harina de tarwi con 2.5 y 7.5% de concentrado de proteínas de arveja, que brindaron mayor cromaticidad a^* con valores de 11.13 y 11.26; respectivamente, considerándose los mejores en esta variable.

Tabla 21. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad (a^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
5	2.5	7.49				
5	5.0	8.10				
5	7.5		9.20			
10	2.5		9.71	9.71		
10	5.0			10.29	10.29	
10	7.5				10.55	10.55
15	5.0				10.89	10.89
15	2.5					11.13
15	7.5					11.26

En la Figura 8, se muestra la cromaticidad (b^*) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en la galleta dulce, observándose que a medida que aumenta la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja los valores de b^* en las galletas dulces aumentaron de 32.27 a 35.45.

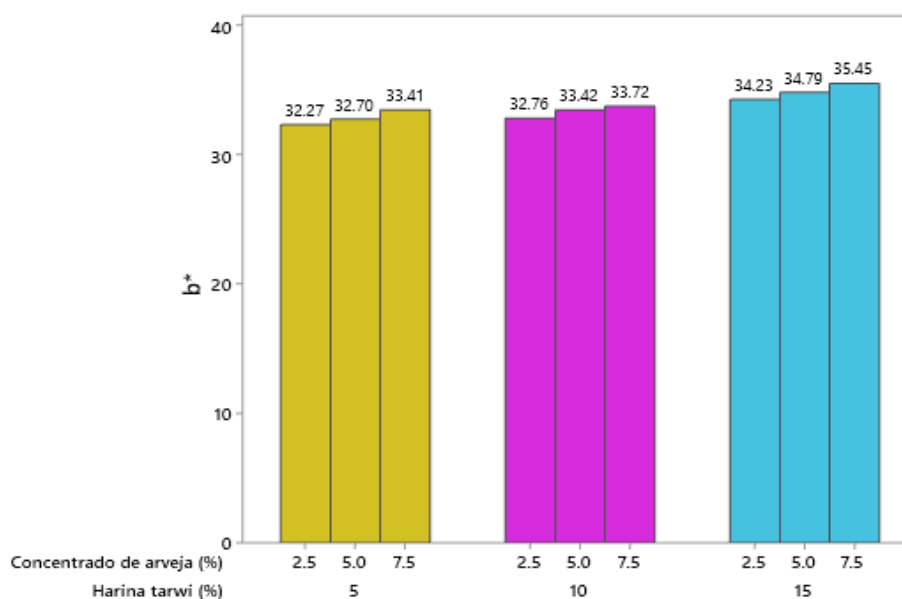


Figura 8. Valores de b^* en función de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces

Respecto a la cromaticidad b^* en la harina de tarwi observamos un valor de 20.41 b^* y en el concentrado de proteínas de arveja un valor de 20.46 b^* , mostrando la tendencia al color amarillo pálido, mayor que en la harina de trigo (13.71 b^*). La galleta comercial de la marca Tarwi Up presentó un valor de 27.53 b^* .

Mancebo y otros (2016) obtuvo resultados crecientes en la cromaticidad b^* conforme incrementó la sustitución de concentrado de proteína de arveja de 10 a 20%, en la galleta dulce a base de harina de arroz y almidón de maíz, reportando valores de 22.92 a 26.23. Liendo y Silva (2015) obtuvieron valores de cromaticidad b^* de 20.37 a 31.39 en galletas con sustitución al 6 y 12% de harina de quinchoncho los cuales incrementaron conforme aumentó el valor de la sustitución. Vallejos (2018) indicó que las leguminosas presentan pigmentos carotenoides (luteína y zeaxantina dan una coloración amarilla) y compuestos fenólicos (γ -tocoferol), los cuales pueden influir en los resultados al elaborar un producto. Gutiérrez (2022) menciona que el desarrollo de un color amarillento (mayor b^*) podría atribuirse a la reacción no enzimática entre el azúcar reductor y proteínas presentes en las harinas, que se puede dar ligeramente de acuerdo a la temperatura y tiempo del horneado para un producto de panificación elaborado con harina de quinua y tarwi.

Laguna y Sifuentes (2019) presentaron valores de 25.32 a 41.45 b^* en galletas elaboradas con harina de tarwi (2 – 12%) y harina de kiwicha (2 – 12%), denotando un incremento en esta cromaticidad conforme aumentó la concentración de harina de tarwi. En esta investigación también se puede observar el aumento de los valores de b^* . Cueva (2018) sustituyó harina de trigo por harina de tarwi (10, 15 y 20%) en galletas obteniendo valores de cromaticidad b^* entre 26.19 a 27.78, dando galletas con tonos más amarillos. Costa y otros (2021) presentaron valores elevados en galletas dulces a base harina de zarandaja, frijol de palo y frijol castilla al 26%, reportando valores de cromaticidad b^* de 65.76, 53.62, y 56.98; respectivamente, e indicando que estos valores altos podrían atribuirse a un alto contenido de pigmentos responsables del color amarillo. Se puede apreciar que la misma tendencia se presentó en los valores obtenidos en esta investigación.

En la Tabla 22, se presenta la prueba de Levene aplicada a la cromaticidad b^* de la galleta dulce. La prueba determino la existencia de homogeneidad de varianza ($p \geq 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar de esta forma el mejor tratamiento.

Tabla 22. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad (b^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Estadístico de Levene	p
b^*	0.530	0.816

En la Tabla 23, se presenta el análisis de varianza aplicada a la cromaticidad b^* en galletas dulces. El análisis determino que la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja presentaron efecto significativo ($p < 0.05$). La interacción tarwi-arveja no presentó un efecto significativo ($p \geq 0.05$).

Tabla 23. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad (b^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
	Tarwi: T	2	5.545	2.772	111.620	0.000
	Arveja: A	2	20.023	10.012	403.097	0.000
b^*	T*A	4	0.162	0.041	1.631	0.210
	Error	18	0.447	0.025		
	Total	26	26.177			

Mancebo y otros (2016) reportó en el análisis de varianzas que la mezcla de harina de arroz, almidón de maíz y proteína de arveja tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la cromaticidad b^* . Cueva (2018) sustituyó harina de trigo por harina de tarwi, encontrando un efecto significativo ($p < 0.05$) en el análisis de varianza.

En la Tabla 24, se muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores de cromaticidad (b^*) de la galleta dulce. Esta prueba indico que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 6, se encuentra el tratamiento 15% de harina de tarwi con 7.5% de concentrado de proteínas de arveja, que brindaron la mayor cromaticidad b^* con valor de 35.45, considerándose el mejor en esta variable.

Tabla 24. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad (b^*) de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
5	2.5	32.27					
5	5	32.70	32.70				
10	2.5		32.76				
5	7.5			33.41			
10	5			33.42			
10	7.5			33.72			
15	2.5				34.23		
15	5					34.79	
15	7.5						35.45

4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja sobre la aceptabilidad general en galletas dulces.

En la Figura 9, se muestra los valores de aceptabilidad general en los tratamientos de la galleta dulce. La sustitución por harina de tarwi al 10% y concentrado de proteínas de arveja al 2.5%, denotó la mayor aceptación; presentando un promedio de 7.76 puntos, equivalente a “Me agrada mucho”. Los datos de la aceptabilidad general de la galleta dulce se encuentran en el Anexo 7.

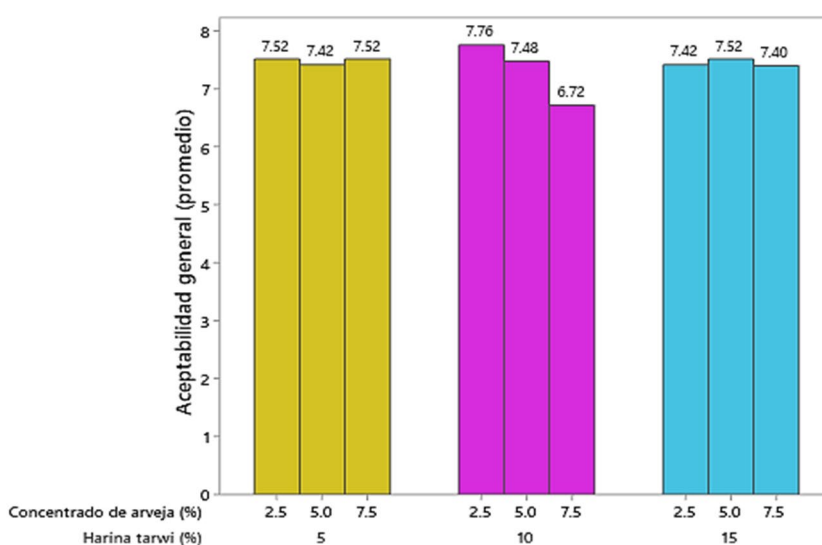


Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja en galletas dulces

Costa y otros (2021) indicaron que la galleta con harina de zarandaja al 26% presentó la mayor aceptación, con un valor promedio de 7 puntos (Me gusta moderadamente), corroborando que una aceptabilidad general superior a 5 indica buena calidad sensorial, y que podría mejorar agregando componentes para aumentar la palatabilidad.

Obeidat y otros (2012) elaboraron galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (10, 20, 30, 40 y 50%), reportando que la sustitución con harina de tarwi al 30%, fue la que más gusto en aceptabilidad general presentando un valor promedio de 8 puntos (Me gusta mucho).

Wójcik y otros (2021) evaluaron la aceptabilidad general en pan elaborado con concentrado de proteína de arveja (5 al 25%), encontrando que el nivel de 10% obtuvo el mayor puntaje de aceptación, por el sabor, olor, color y firmeza, así mismo, mencionaron que la elaboración de productos de panificación con incorporación de proteínas de soja, arveja o tarwi podrían seguir la misma tendencia reportada. Por otro lado, niveles de sustitución de concentrado de proteína de arveja por encima de 15% provocarían un aroma desagradable, un sabor amargo y una firmeza con tendencia a desmoronarse.

La Tabla 25 presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la aceptabilidad general de la galleta dulce, entre los tratamientos.

Tabla 25. Prueba de Friedman aplicada a la aceptabilidad general de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Rango promedio	Promedio	Moda
5	2.5	5.81	7.52	8
5	5.0	5.65	7.42	8
5	7.5	5.81	7.52	8
10	2.5	6.24	7.76	8
10	5.0	5.63	7.48	7
10	7.5	3.88	6.72	7
15	2.5	5.31	7.42	7
15	5.0	5.85	7.52	8
15	7.5	5.36	7.40	8
Chi-cuadrado			23.964	
p			0.004	

Se observa que la muestra con la sustitución de trigo por harina de tarwi al 15% y concentrado de proteínas de arveja al 7.5%, presentó el menor promedio de 7.40 y la mayor moda de 8 puntos, que corresponde a la

categoría de “Me agrada mucho”, se la seleccionó para continuar con la Prueba de Wilcoxon, por los resultados obtenidos en las pruebas de Duncan para firmeza y cromaticidad b*.

Lagunas y Sifuentes (2019) analizaron concentraciones de sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi (2-12%) y harina de kiwicha (2-12%) sobre la aceptabilidad general de galletas, encontrando un efecto significativo ($p < 0.05$) de las variables, así como mejor aceptabilidad con la sustitución de 8.8% de harina de tarwi y 10.5% de harina de kiwicha.

En la Tabla 26, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general, que complementa a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Se puede observar que la muestra con mayor aceptación (15% de harina de tarwi y 7.5% de concentrado de proteínas de arveja) fue estadísticamente igual a siete tratamientos, a excepción de dos tratamientos, el de 10% de harina de tarwi y 7.5% de concentrado de proteínas de arveja, así como el tratamiento de 15% de harina de tarwi y 2.5% de concentrado de proteínas de arveja.

Un análisis global de los resultados del contenido de proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general, permite establecer que 15% de harina de tarwi y 7.5% de concentrado de proteínas de arveja está presente como el mejor tratamiento en firmeza y cromaticidad b*; y entre los mejores tratamientos en el contenido de proteínas, luminosidad, cromaticidad a* y aceptabilidad general.

Tabla 26. Prueba de Wilcoxon aplicada a la aceptabilidad general de la galleta dulce con la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Harina de tarwi (%)	Concentrado de proteínas de arveja (%)	Z	p
		5	2.5	1409.50	0.245
		5	5.0	1473.00	0.104
		5	7.5	1382.50	0.341
15	7.5	10	2.5	1460.00	0.132
		10	5.0	1443.50	0.165
		10	7.5	1795.50	0.000
		15	2.5	1534.50	0.041
		15	5.0	1381.50	0.341

V. CONCLUSIONES

El efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (15%) y concentrado de proteínas de arveja (7.5%) sobre el contenido de proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general en galletas dulces es significativo.

Se seleccionó como el mejor tratamiento a la sustitución 15% de harina de tarwi y 7.5% de concentrado de proteínas de arveja, con 39.37% de contenido de proteínas, 15.59 N de firmeza, 62.70 de luminosidad, 11.26 de cromaticidad a*, 35.45 de cromaticidad b* y 7.40 puntos de aceptabilidad general (“Me agrada mucho”).

VI. RECOMENDACIONES

Desarrollar estudios para la elaboración de productos beneficiosos para la alimentación y salud de los seres humanos, entre ellos galletas dulces y otros productos de panificación, sobre la base de harina de trigo, harina de tarwi y concentrado de proteínas

Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de horneado sobre el contenido de proteínas, firmeza, color, apariencia, tamaño y humedad de las galletas.

En investigaciones similares a la realizada, estudiar la biodisponibilidad de las proteínas, el contenido de fibra cruda y fibra dietética, y la aplicación de otras pruebas de evaluación sensorial que evalúen por separado, apariencia, sabor, color, firmeza y otras características.

Determinar el tiempo de vida útil de la galleta, para proponer la adecuada preservación de este producto, en empaques apropiados para el mantenimiento de sus características organolépticas, así como el perfil de aminoácidos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, R., Rafael-Rutte, R., Martínez-Santos, H. y Apaza-Apaza, S. (2021). Agente causal en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el norte el Perú: Sintomatología, aislamiento e identificación, patogenicidad y control. *Scientia Agropecuaria*. 12(1): Recuperado el 13 de noviembre del 2021 de:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S207799172021000100007&script=sci_ar_ttext

Aguirre, L. (2019). Diseño y desarrollo de galletas dulces destinadas a personas celiacas. Tesis para obtener el Título Profesional en Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.

Álamo, J., Baron, B., Feijoo, S., Palacios, M. y Sarango, E. (2020). Diseño del proceso de producción de galletas artesanales a partir de la harina de algarroba en el distrito de Cura Mori, Piura. Trabajo de Investigación para el curso de Proyectos del Programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Piura, Perú.

Alasino, M. (2009). Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de Volumen y vida útil. Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. Recuperado el 30 de octubre del 2022 de:

<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/145/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

A.O.A.C. (1996). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, 16(2). Washington, DC. USA.

Armstrong, B., Fernández, J. y Mestanza, M. (2016). Influencia de la fortificación con pasta de *Oncorhynchus mykiss* “trucha” y harina de *Lupinus mutabilis* “chocho” en el sabor y dureza de galletas. Trabajo de investigación de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.

Bailón, L., Pacheco, L., Pérez, I., Ticlia, F., Vela, N. y Vegas, R. (2016). Efecto de la temperatura en la cinética de adsorción de vapor de agua en la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) desamargada variedad Criolla. Huamachuco. Trabajo de Investigación de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Barrera, N., Bassi, E., Reyes, R., León, A. y Ribotta, P. (2012). Efectos de diferentes fracciones de harinas de trigo pan obtenidas con molino industrial sobre la calidad de galletas dulces. *Agriscientia*, 29(2): 1-10.

Barriga, X. (2020). Galletas. Recuperado el 24 de noviembre del 2021 de: <https://books.google.com.pe/books?id=y8xJTBae60sC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Boukid, F., Rosell, C. y Castellari, M. (2021). Pea protein ingredients: A mainstream ingredient to reformulate innovative foods and beverages. *Trends in Food Science and Technology*, 110: 729-742.

Cabezas, E. (2016). Caracterización fisicoquímica, sensorial y funcional de la proteína aislada de la arveja (*Pisum sativum*). Trabajo para obtener el título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. San Antonio de Oriente, Honduras. Recuperado el 16 de diciembre del 2021 de: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0ae4f322-5bff-4ca9-840a-010edeb6de6c/content>

Caldas, N. (2021). Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frejol de palo (*Cajanus cajan* L.) crudo y precocido. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Cappa, C., Kelly, J. y Perry, K. (2020). Baking performance of 25 edible dry bean powders: Correlation between cookie quality and rapid test indices. *Food Chemistry*, 30(2): 1-12.

Carrasco, C. y Sánchez, K. (2019). Determinación de la aceptabilidad de galletas elaboradas con diferentes concentraciones de harina de coronta de maíz morado (*Zea mays* L). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.

Castillo, B. (2019). Estudio del manejo agronómico de *Pisum sativum* L. en tres zonas agroecológicas de Santiago de Chuco, La Libertad. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Cerón, A., Chicaiza, E., Osorio, O. y Mejía, D. (2016). Evaluación de harina de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad sureña como sustituta parcial en panificación. *Revista Vitae*, 23(1): 493-497.

Coaquira, J., Huaranga, A. y Coaquira, R. (2021). Cadena productiva y comercialización de arveja (*Pisum sativum* L.) del corredor económico en Acobamba, Huancavelica, Perú. *Idesia*, 39(3): 33-41.

Costa, L., Weste, R., Carvalho, W., Borges Silva, P., De Sousa, K. y Oliveira, F. (2021). Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour. *Food Science and Technology*, 41(3): 730-736. Recuperado el 30 de julio del 2022 de:
<https://www.scielo.br/j/jcta/a/QRWztGDcv8fFdwtdHf5yhvk/?format=pdf&lang=en>

Cueva, P. (2018). Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* S) para la elaboración de pan. Tesis para obtener el Título profesional de Químico de Alimentos. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Czubinski, J., Grygier, A. y Siger, A. (2021). *Lupinus mutabilis* seed composition and its comparison with other lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 99: 1-11.

De La Cruz, R. y Rojas, G. (2020). Calidad sensorial, composición nutricional y calidad proteica de galletas enriquecidas con hierro y proteína aislada de soya. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Delgado, S. y Neira, A. (2016). Elaboración, aceptabilidad, propiedades reológicas, características fisicoquímicas y valor nutricional del pan enriquecido con harina de tarwi. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa, Perú.

Encomenderos, A. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Fernández, D. (2012). Galletas con incorporación de harina de garbanzo (*Cicer arietinum* L), harina de linaza (*Linum usitatissimum* L.) y reemplazo parcial de la materia grasa por inulina. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.

Gbenga-Fabusiwa, F., Oladele, E., Adefegha, S. y Oshodi, A. (2018). Nutritional properties, sensory qualities and glycemic response of biscuits produced from pigeon pea-wheat composite flour. *Journal of Food Biochemistry*, 42(4): 1-11. Recuperado el 31 de agosto del 2022 de:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jfbc.12505>

Guilengue, N., Alves, S., Talhinhos, P. y Neves-Martins, J. (2019). Genetic and genomic diversity in a Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) germplasm collection and adaptability to mediterranean climate conditions. *Agronomy*, 10(1): 1-28.

Gutiérrez, C. (2022). Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua y tarwi. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

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. Recuperado el 04 de marzo del 2022 de:

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1139/1077>

Hernández-Monzón, A., García-Pedroso, D., Calle-Domínguez, J. y Duarte-García, C. (2014). Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido. *Tecnología Química*, 24(3): 197-206.

Jacobsen, S. y Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Recuperado el 23 de julio del 2022 de:

https://web.archive.org/web/20180426074420id_/http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf

Laguna, C. y Sifuentes, C. (2019). Optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.

Liendo, M. y Silva, M. (2015). Producto tipo galleta elaborado con mezcla de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan* L.) y almidón de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Saber de la Universidad de Oriente*, 27(1): 78-86.

Lu, Z., He, X., Zhang, Y. y Bing, D. (2019). Composition, physicochemical properties of pea protein and its application in functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(15): 1-13.

Mancebo, C., Rodríguez, P. y Gómez, M. (2016). Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 67:127-132. Recuperado el 27 de julio del 2022 de:

<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815303364>

Mamani, E. y Molina, C. (2016). Calidad proteica y grado de satisfacción de la galleta elaborada a base de mezclas de harina de tarwi, cushuco, cañihua y gluten. Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciado en Nutrición Humana. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Miano, A., García, J. y Duarte, P. (2015). Correlation between morphology, hydration kinetics and mathematical models on Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) grains. LWT- Food Science and Technology, 61(2): 290-298.

Midagri. (2021). Análisis de mercado del tarwi. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Unidad de Inteligencia Comercial. Recuperado el 13 de enero del 2022 de: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2194218/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Tarwi%202021.pdf>

Millar, K., Gallagher, E., Burke, R., McCarthy, S. y Barry-Ryan, C. (2019). Proximate composition and anti-nutritional factor of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. Journal of Food Composition and Analysis, 82: 1-8.

Minitab 19. (2019). Software de computadora en CD-ROM. Tulsa: StatSoftTM.

Mogrovejo, P. (2018). Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la elaboración de pan. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Morales-Polanco, E., Campos-Vega, R., Gaytán-Martínez, M. y Enriquez L. (2017). Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa*, L) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. LWT-Food Science and Technology, 86: 418-423.

Mota, J., Lima, A., Ferreira, R. y Raymundo, A. (2020). Lupin Seed Protein Extract Can Efficiently Enrich the Physical Properties of Cookies Prepared with Alternative Flours. Foods, 9(8): 1-14.

Muneer, F., Johansson, E., Hedenqvist, M., Plivelic, T., Ejdrup, K., Lykke, I., Christian, J. y Kuktaite, R. (2018). The impact of newly produced protein and dietary fiber rich fractions of yellow pea (*Pisum sativum* L.) on the structure and mechanical properties of pasta-like sheets. *Food Research International*, 106: 607-618. Recuperado el 27 de agosto del 2021 de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399691830019X#!>

Obeidat, B., Abdul-Hussain, S. y Omari, D. (2012). Effect of addition of germinated lupin flour on the physiochemical and organoleptic properties of cookies. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5): 637-643.

Oyola, M. y Padilla, R. (2020). Enriquecimiento de galleta con sustitución parcial de harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Barranca. Lima, Perú.

Pandey, A., Rubiales, D., Wang, Y., Fang, P., Sun, T., Liu, N. y Xu, P. (2021). Omics resources and omics-enabled approaches for achieving high productivity and improved quality in pea (*Pisum sativum* L). *Theoretical and Applied Genetics*, 134(3): 755-776. Recuperado el 27 de octubre del 2022 de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-020-03751-5>

Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G. y Aguirre, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium Will*) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. *Tayacaja*, 3(1): 76-83.

Porras, J., Guemez, N., Montañez, J. y Carmen, M. (2013). Comparative study of functional properties of protein isolates obtained from three *Lupinus* species. *Advances in Bioresearch*, 11(4): 106-116.

Plúas, L. y Valdiviezo, E. (2017). Comparación de la caracterización nutricional de las harinas de arveja fresca, escaldada y germinada. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Quitral V., Reyes, J., Albornoz, D. y Pinheiro, A. (2015). Efecto del contenido de sal en la calidad sensorial del pan. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(3):717-751.

Ramírez-Navas, J. (2014). Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *Revista Reciteia*, 12(1): 83-102.

Reddy, V., Orlovs, I., Asnate, M. y Masin, M. (2022). Inulin as a fat replacer in pea protein vegan ice cream and its influence on textural properties and sensory attributes. *Applied Food Research*, 2(1): 1-6.

Reyes, M., Gómez-Sánchez, I. y Espinoza, C. (2017). Tablas de composición de alimentos. Ministerio de Salud. Recuperado el 29 de noviembre del 2021 de: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablasperuanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Saavedra, D. y Vásquez, M. (2013). Efecto de la temperatura, tiempo y tamaño de partícula en la aplicación de antioxidantes del almacenamiento de harina de tarwi no desgrasada. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Salvatierra-Pajuelo, Y., Azorza-Richarte, M. y Paucar-Menacho, L. (2019). Optimización de las características nutricionales, texturales y sensoriales de cookies enriquecidas con chía (*Salvia hipánica*) y aceite extraído de tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Scielo Perú*, 10(1): 1-10. Recuperado el 01 de setiembre del 2022 de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-9917201900010000&script=sci_arttext

Santamaría, J., Rodas, E., Casimiro, M., Paredes, J., Mendieta, J. y Sihuas, A. (2020). El agro en cifras. Ministerio de Agricultura y Riego. Recuperado el 23 de noviembre del 2022 de: https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_y_estadisticas/boletines/2020/agro_en_cifras/Agro_en_cifras_01_2020.pdf

Scopes, R. (2013). Protein purification: principles and practice: Springer Science & Business Media. Guadalajara, México. *Revista de Tecnología Alimentaria*, 1(2): 3025-3029.

Shrestha, S., Van, L., Haritos, V. y Dhital, S. (2021). Lupin proteins: Structure, isolation and application. *Trends in Food Science and Technology*, 116: 1-12.

Suca, G. y Suca, A. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.*, 18(2): 55-71.

Vallejos, Y. (2018). Obtención de concentrados proteicos de la harina de arveja (*Pisum sativum*) y determinación de su actividad antioxidante por el método tiobarbitúrico (TBA). Tesis para Obtener el Título profesional de Ingeniera en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Villanueva, J. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y residuos de pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Vivas, O. y Sangronis, E. (2021). Textura y análisis descriptivo cuantitativo de galletas elaboradas con harinas de granos fermentados de *Cajanus Cajan*. *Facultad de Farmacia y Bioanálisis*, 63(2): 8 -17. Departamento de Ciencias de Alimentos de la Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

Vogelsang-O'Dwyer, M., Bez, J., Lykke, I., Skejovic, M., Detzel, A., Busch, M., Krueger, M., Ispiryan, L., O'Mahony, J., Arendt, E. y Zannini, E. (2020). Techno-Functional, Nutritional and Environmental Performance of Protein Isolates from Blue Lupin and White Lupin. *Foods*, 9(2): 1-24.

Wójcik, M., Rózyto, R., Schonlechner, R. y Berger, M. (2021). Physico-chemical properties of an innovative gluten-free, low-carbohydrate and high protein-bread enriched with pea protein powder. *Scientific reports*, 11(1): 1-10.

Xu, J., Zhang, Y., Wang, W. y Li, Y. (2020). Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 103: 200-213.

Zavaleta, A. (2018). *Lupinus mutabilis* (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial. 1ra Ed. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado el 07 de setiembre del 2022 de:
<https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/view/216/199/900-1>

Zegarra, S. y Valdez, J. (2016). Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado de anchoveta (*Engraulis ringens*) aplicando metodología de superficie de respuesta. *Agroindustrial Science*, 6: 1-8.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de la harina de tarwi

FICHA TÉCNICA



TARWICORP S.A.C. - RUC 20521301237

Av. Parque de las Leyendas 210, Bloque A, oficina 601-A,
Urbanización Pando, San Miguel.

Teléfono: 452-3328; info@tarwicorp.com / www.tarwicorp.com

"TARWI FOODS" POLVO INSTANTÁNEO DE TARWI

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO:	<p>El polvo instantáneo de tarwi o chocho es un producto alimenticio de gran valor nutricional, de alto contenido proteico, aporta la totalidad de aminoácidos esenciales, así como otros nutrientes. Ha sido obtenido de la molienda de tarwi ecológico, después de pasar por un proceso cuidadoso de cocción, desamargado y deshidratado.</p>	
PRESENTACIÓN:	<p>Bolsa doypack standup con Zipper. Medidas: 15 X 23 cm.</p>	
PESO NETO:	<p>250g</p>	
INGREDIENTES:	<p>100% Tarwi (Lupinus Mutabilis Sweet). Sin aditivos</p>	INFORMACIÓN NUTRICIONAL:
VIDA ÚTIL:	<p>12 meses.</p>	
REGISTRO SANITARIO:	<p>E4601118N NAADPE</p>	
CERTIFICACIONES	<p>No aplica</p>	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	<p>Mesh 60</p>	
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	<p>De sabor neutro con apariencia a harina fina de color amarillo pálido.</p>	
PÚBLICO OBJETIVO:	<p>Deportistas, veganos, mujeres embarazadas, niños en etapa de crecimiento y, en general, todas las personas que buscan una fuente de proteína de origen vegetal</p>	
MOSTRARIO:	<p>Módulos de superfoods, productos naturales, polvos proteicos, etc.</p>	
MODOS DE USO:	<p>Ideal para balidos, mazamoras y en repostería como sustituto parcial de la harina, entre otras aplicaciones.</p>	
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:	<p>Ambiente fresco y seco</p>	CÓDIGO DE BARRA:
DISPONIBILIDAD:	<p>Todo el año.</p>	 775940700023

Anexo 2. Ficha técnica del concentrado de proteína de arveja.



FICHA TÉCNICA – GUISANTE EN POLVO


- El Polvo de guisante orgánico tiene un muy buen perfil de aminoácidos: es rico en "aminoácidos de cadena ramificada" (leucina, isoleucina, valina) y es más rico en arginina que cualquier otra proteína comercialmente disponible. Nuestro polvo de guisantes no tiene azúcar. Es un ingrediente ideal para sopas, espolvoreado con cereal, mezclado en guisos o mezclado en un batido.

A continuación, se muestran la cantidad de **aminoácidos del guisante verde**, uno de los alimentos pertenecientes a la categoría de de las **verduras frescas**:

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	509 mg.	Leucina	620 mg.
Ácido glutámico	917 mg.	Lisina	555 mg.
Alanina	130 mg.	Metionina	93 mg.
Arginina	981 mg.	Prolina	130 mg.
Cistina	120 mg.	Serina	259 mg.
Fenilalanina	370 mg.	Tirosina	324 mg.
Glicina	157 mg.	Treonina	417 mg.
Hidroxiprolina	0 mg.	Triptofano	93 mg.
Histidina	204 mg.	Valina	481 mg.
Isoleucina	500 mg.		

Información sobre alérgenos: Este producto está libre de los siguientes alérgenos: • Maní, aceite de maní • Nueces de árbol • Semillas de sésamo • Leche y derivados • Huevos • Pescado • Mariscos • Soja • Trigo y gluten • Sulfitos • Otros alérgenos conocidos

Información nutricional: (Valores típicos por 100g) Energía (KJoul): 1610 Energía (KCal): 380 Proteína 78.0 g Carbohidratos (g): 4,8 g de azúcares.



Carmen Martínez Torres

Anexo 3. Formulaciones de las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Ingredientes	Formulación	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5	Formulación 6	Formulación 7	Formulación 8	Formulación 9
	Base	H. Tarwi (5%)			H. Tarwi (10%)			H. Tarwi (15%)		
		C. Arveja (2.5%)	C. Arveja (5.0%)	C. Arveja (7.5%)	C. Arveja (2.5%)	C. Arveja (5.0%)	C. Arveja (7.5%)	C. Arveja (2.5%)	C. Arveja (5.0%)	C. Arveja (7.5%)
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Harina de trigo (*)	45.7	42.27	41.12	39.98	39.99	38.84	37.70	37.70	36.55	35.41
Harina de tarwi	0.00	2.29	2.29	2.29	4.57	4.57	4.57	6.86	6.86	6.86
Concentrado de Arveja	0.00	1.14	2.29	3.43	1.14	2.29	3.43	1.14	2.29	3.43
Azúcar rubia	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50
Margarina	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70	13.70
Agua	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40
Leche entera en polvo	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Bicarbonato de sodio	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.40	0.40	0.40	0.40	0.400	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Polvo de hornear	0.30	0.30	0.30	0.30	0.3	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Lecitina de soya	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Anexo 4. Contenido de proteínas (%) en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

PROTEÍNAS					
H. Tarwi (%)	H. Arveja (%)	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
5	2.5	35.56	36.09	36.16	35.94
	5.0	35.87	36.84	36.85	36.52
	7.5	36.85	36.89	36.77	36.84
10	2.5	37.36	37.21	37.48	37.35
	5.0	38.08	37.97	38.05	38.03
	7.5	38.23	38.17	38.20	38.20
15	2.5	38.86	38.91	38.79	38.85
	5.0	39.11	39.28	39.05	39.15
	7.5	39.45	39.38	39.29	39.37

Anexo 5. Firmeza (N) en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

FIRMEZA (N)					
H. Tarwi (%)	H. Arveja (%)	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
5	2.5	7.46	7.90	7.31	7.56
	5.0	9.26	8.31	9.39	8.99
	7.5	11.40	11.96	11.29	11.55
10	2.5	12.77	12.68	12.53	12.66
	5.0	12.78	12.86	12.95	12.86
	7.5	13.54	13.24	13.35	13.38
15	2.5	10.83	10.33	10.28	10.48
	5.0	11.97	11.33	11.95	11.75
	7.5	15.49	15.86	15.41	15.59

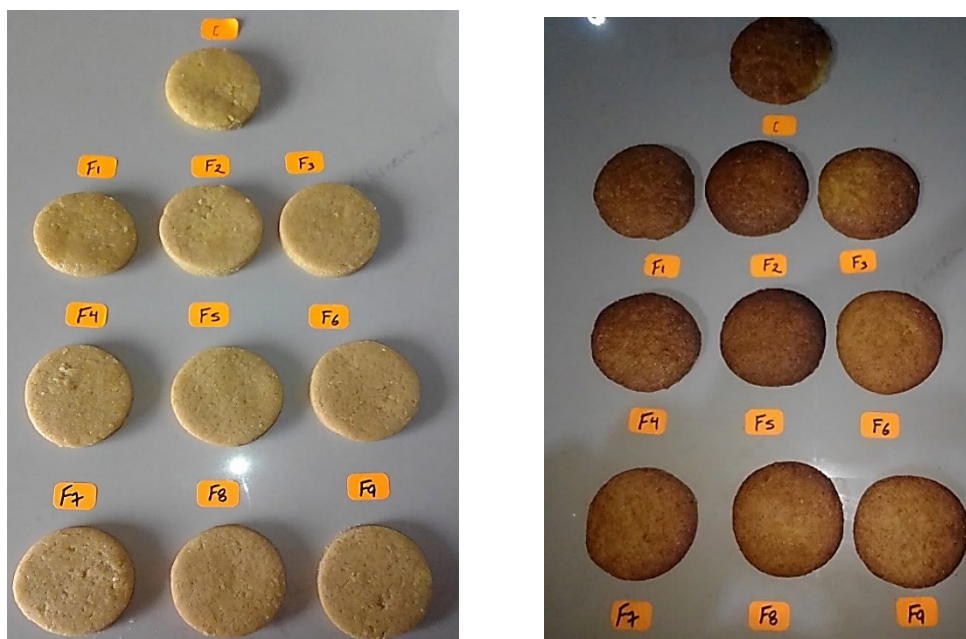
Anexo 6. Color (L*, a*, b*) en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

H. Tarwi (%)	H. Arveja (%)	Parámetro de color	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
5	2.5	L*	54.39	54.72	54.73
		a*	7.22	7.90	7.35
		b*	31.99	32.42	32.40
	5.0	L*	55.61	55.22	56.00
		a*	7.93	8.47	7.78
		b*	32.78	32.64	33.69
	7.5	L*	56.42	56.76	56.82
		a*	8.87	9.00	9.72
		b*	33.22	33.42	33.60
10	2.5	L*	58.48	58.60	58.57
		a*	9.57	9.72	9.85
		b*	32.58	32.87	32.84
	5.0	L*	58.74	58.57	58.66
		a*	10.36	10.27	10.25
		b*	33.65	33.44	33.17
	7.5	L*	58.06	58.71	58.59
		a*	10.61	10.48	10.55
		b*	33.84	33.79	33.54
15	2.5	L*	62.11	62.13	62.08
		a*	11.11	11.36	10.92
		b*	34.11	34.25	34.32
	5.0	L*	62.00	62.40	62.35
		a*	11.28	10.65	10.75
		b*	34.81	34.77	34.78
	7.5	L*	62.85	62.74	62.51
		a*	11.46	11.22	11.09
		b*	35.42	35.43	35.51

Anexo 7. Aceptabilidad general en las galletas dulces con harina de tarwi y concentrado de proteínas de arveja.

Harina de tarwi (%)	5	5	5	10	10	10	15	15	15
Concentrado de proteínas de arveja (%)	2.5	5.0	7.5	2.5	5.0	7.5	2.5	5.0	7.5
1	6	7	6	5	5	5	6	6	7
2	7	8	5	8	7	7	9	7	6
3	8	8	8	6	6	6	7	6	8
4	9	9	9	9	9	9	9	9	9
5	8	8	8	7	7	6	7	8	7
6	8	7	6	9	9	4	8	6	5
7	8	8	9	8	8	7	5	6	9
8	7	7	9	5	6	6	6	4	6
9	8	8	7	8	8	7	6	8	8
10	7	8	7	9	7	4	6	7	6
11	8	7	8	8	8	7	8	8	9
12	9	8	9	8	9	9	9	9	8
13	7	8	9	8	6	5	7	8	8
14	8	4	7	8	8	6	6	6	8
15	9	7	8	7	9	8	9	8	8
16	8	9	9	8	6	9	7	6	9
17	7	8	6	8	8	4	7	9	5
18	9	7	9	9	9	8	8	8	9
19	8	5	8	8	9	7	8	7	9
20	8	7	8	7	5	4	7	8	9
21	9	8	7	7	7	7	9	9	6
22	7	7	7	7	7	7	7	7	7
23	7	9	8	8	7	8	7	7	7
24	8	8	7	7	7	7	7	7	7
25	8	8	7	8	7	6	7	9	9
26	8	8	9	9	7	7	9	9	9
27	8	6	9	8	8	7	7	8	6
28	3	6	9	7	6	6	9	9	4
29	7	7	8	8	7	7	7	8	8
30	9	9	9	8	8	7	8	9	8
31	8	8	6	8	8	7	7	8	7
32	6	7	8	8	9	9	8	8	7
33	7	7	8	9	8	8	9	8	8
34	7	8	8	7	7	7	7	4	6
35	9	8	8	9	6	8	6	8	8
36	8	9	8	8	8	8	8	8	8
37	9	9	9	9	9	8	8	7	8
38	8	9	7	8	9	6	7	8	9
39	8	6	7	9	8	8	8	9	9
40	9	8	6	7	9	8	6	9	8
41	5	8	6	8	8	2	6	8	7
42	7	6	6	4	5	4	7	6	7
43	7	7	8	8	7	8	8	8	8
44	7	7	3	8	7	5	7	5	8
45	7	8	7	7	7	7	7	7	6
46	8	3	6	8	8	6	8	7	7
47	7	8	8	9	9	8	9	8	7
48	6	6	7	6	7	7	7	7	5
49	8	7	9	9	9	8	9	9	7
50	4	8	6	9	6	7	7	8	6
Promedio	7.52	7.42	7.52	7.76	7.48	6.72	7.42	7.52	7.40
Rango medio	5.81	5.65	5.81	6.24	5.63	3.88	5.31	5.85	5.36
Moda	8	8	8	8	7	7	7	8	8

Anexo 8. Imagen de las galletas antes y después del proceso de horneado.



Anexo 9. Imagen de aceptabilidad general.

