

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (*Pisum sativum*) por harina precocida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y adición de cúrcuma en polvo (*Cúrcuma longa*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales para una sopa instantánea.

Área de investigación:
Tecnología de alimentos

Autor:
Atoche Reque, Angel Rodolfo

Jurado evaluador:

Presidente: Huanes Mariños, Milton Américo

Secretario: Cabrera La Rosa, Juan Carlos

Vocal: Márquez Villacorta, Luis Francisco

Asesor:
Pretell Vásquez, Carla Consuelo
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

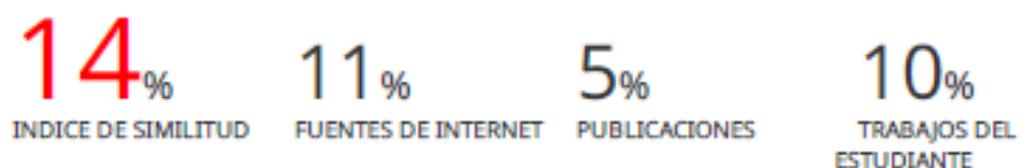
TRUJILLO – PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024/01/05

Turnitin Angel Atoche

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	6%
2	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	1library.co Fuente de Internet	2%

Excluir citas Apagado
Excluir bibliografía Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Declaración de originalidad

Yo, Carla Consuelo Pretell Vásquez, docente del Programa de Estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesora de la tesis de investigación titulada "Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (*Pisum sativum*) por harina precocida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y adición de cúrcuma en polvo (*Cúrcuma longa*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales para sopa instantánea.", autor Angel Rodolfo Atoche Reque, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (31 de enero de 2024).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 01 de febrero de 2024

Asesor: Pretell Vásquez Carla Consuelo
DNI: 41585099
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>
Firma:



Autor: Atoche Reque, Angel Rodolfo
DNI: 47199307
Firma:



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

Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños
PRESIDENTE

Ing. Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa
SECRETARIO

Ing. Mg. Luis Francisco Márquez Villacorta
VOCAL



Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, mis padres Rodolfo y Maximina, mi pareja Daniela y mis hijos, Yasumi y Sebastián por el gran apoyo incondicional paciencia, motivación por el apoyo incondicional, para la realización y culminación de mi formación profesional.

Este logro no sería realidad también a todos mis docentes que me con su dedicación me compartieron sus conocimientos, valores en todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Rodolfo y Maximina por haberme apoyado no solo emocionalmente si no también económicamente y por invertir en mi dándome la mejor herencia que son los estudios en especial una carrera universitaria

A mi asesora Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez, por haber aceptado ser mi asesora, a la dedicación, confianza y tiempo que invirtió en mí para la realización de mi logro.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	19
2.1. Sopa deshidratada	19
2.1.1. Definición	19
2.1.2. Clasificación de sopas y cremas	19
2.1.3. Ingredientes	20
2.1.4. Proceso de elaboración	21
2.1.5. Rehidratación en alimentos en polvo	22
2.2. Tarwi	22
2.2.1. Generalidades	22
2.2.2. Producción nacional	23
2.2.3. Composición química y nutricional del tarwi	24
2.2.4. Harina precocida de tarwi	25
2.3. Arveja	26
2.3.1. Generalidades	26
2.3.2. Producción nacional	27
2.3.3. Composición química y nutricional	27
2.3.4. Harina de arveja	27
2.4. Cúrcuma	28
2.4.1. Generalidades	28

2.4.2. Producción nacional	29
2.4.3. Composición nutricional.....	29
2.4.4. Cúrcuma en polvo.....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Lugar de ejecución	33
3.2. Materiales.....	33
3.3. Equipos e instrumentos	34
3.4. Método experimental.....	34
3.4.1. Esquema experimental para la investigación de una sopa deshidratada con harina precocida de arveja, harina precocida de tarwi y cúrcuma en polvo.	34
3.4.2. Formulación de la sopa deshidratada	35
3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración de una sopa deshidratada de harina precocida de arveja, harina precocida de tarwi y cúrcuma en polvo.....	36
3.5. Métodos de análisis.....	37
3.5.1. Proteína total	37
3.5.2. Fibra cruda.....	38
3.5.3. Índice de absorción de agua e índice de solubilidad en agua.....	39
3.5.4. Aceptabilidad general	39
3.5.5. Método estadístico.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.2. Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (<i>Pisum sativum</i>) por harina precocida de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) y adición de cúrcuma en polvo (<i>Cúrcuma longa</i>) sobre el contenido de fibra cruda de una sopa deshidratada.....	46
4.3. Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (<i>Pisum sativum</i>) por harina precocida de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) y adición de cúrcuma en polvo (<i>Cúrcuma longa</i>) sobre el índice de solubilidad en agua y el índice de absorción de agua	49
4.4. Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja	

	(Pisum sativum) por harina precocida de tarwi (Lupinus mutabilis) y adición de cúrcuma en polvo (Cúrcuma longa) sobre la aceptabilidad general.....	55
V.	CONCLUSIONES.....	58
VI.	RECOMENDACIONES	59
VII.	REFERENCIAS	60
VIII.	ANEXOS	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del tarwi cocido, seco y harina.....	25
Cuadro 2. Composición nutricional de harina de arveja por 100g de porción ..	28
Cuadro 3. Composición química y nutricional de la cúrcuma en 100 g en raíz fresca.....	30
Cuadro 4. Formulación de la sopa deshidratada con sustitución de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo (%).....	36
Cuadro 5. Prueba de Levene para el contenido de proteína total en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	45
Cuadro 6. Análisis de varianza para el contenido de proteína en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	45
Cuadro 7. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	46
Cuadro 8. Prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	48
Cuadro 9. Análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.	48
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el contenido de fibra en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	49
Cuadro 11. Prueba de Levene para el índice de absorción de agua en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.....	51
Cuadro 12. Análisis de varianza para el índice de absorción de agua en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.....	51
Cuadro 13. Prueba de Duncan para el índice de adsorción en una sopa	

	deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	52
Cuadro 14.	Prueba de Levene para el índice de solubilidad en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	53
Cuadro 15.	Análisis de varianza para el índice de solubilidad en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.	54
Cuadro 16.	Prueba de Duncan para el índice de solubilidad en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	55
Cuadro 17.	Prueba de Friedman para valores de aceptabilidad general de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de una sopa deshidratada sustitución de harina precocida de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.....	35
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de una sopa deshidratada con sustitución de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.....	37
Figura 3. Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de la sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.....	41
Figura 4. Contenido de proteína total en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.	43
Figura 5. Contenido de fibra cruda de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.	47
Figura 6. Absorción de agua de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.	50
Figura 7. Índice de solubilidad de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.	53
Figura 8. Valores de aceptabilidad general de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del polvo instantáneo de tarwi	67
Anexo 2. Caracterización de la harina precocida de Arveja	68
Anexo 3. Caracterización de la cúrcuma en polvo a granel.....	69
Anexo 4. Código de producto UTW-0610 . Balanza para Humedad con capacidad de 50 g x 0.001 g.....	70
Anexo 5. Marca: W. S. Tyler Modelo: RX-30-16.....	71
Anexo 6. Resultados del análisis de contenido de proteína total	72
Anexo 7. Resultados del análisis de contenido de fibra cruda	73
Anexo 8. Resultados del análisis de Índice de absorción de agua.....	74
Anexo 9. Resultados del análisis de Índice de solubilidad	75

RESUMEN

En la presente investigación, se evaluó el impacto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi (0 y 10%) y la adición de cúrcuma en polvo (0.1, 0.3 y 0.5%) en una sopa deshidratada. Los resultados denotaron efectos significativos en el contenido de proteínas, fibra cruda y en el índice de solubilidad, mientras que, no existió un efecto significativo en el índice de absorción. Para la evaluación de la aceptabilidad general se aplicó el análisis estadístico mediante la prueba de Friedman, la cual denotó que no existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, pero se considera el T1 como el más aceptado por los panelistas por presentar el mayor valor numérico de moda 9 y promedio 8.60 puntos, además, de un 12.55% de contenido de proteínal, 4.39% de fibra bruta, 4.27 g/g de muestra de índice de absorción de agua y 9.25% de índice de solubilidad.

Palabras claves: Tarwi, cúrcuma, harina, arveja, proteína

ABSTRACT

In the present investigation, the impact of partial replacement of pre-cooked pea flour with pre-cooked tarwi flour (0 and 10%) and the addition of turmeric powder (0.1, 0.3 and 0.5%) in a dehydrated soup was evaluated. The results denoted significant effects on the protein content, crude fiber and solubility index, while there was no significant effect on the absorption index. To evaluate general acceptability, statistical analysis was applied using the Friedman test, which denoted that there is no significant difference between the different treatments, but T1 is considered the most accepted by the panelists because it has the highest numerical value of mode 9 and average 8.60 points, in addition to 12.55% protein content, 4.39% crude fiber, 4.27 g/g sample water absorption index and 9.25% solubility index.

Keywords: Tarwi, turmeric, flour, pea, protein

I. INTRODUCCIÓN

El ritmo acelerado de la vida moderna ha generado cambios en los hábitos de consumo y preparación de los alimentos generando un aumento en el consumo y en la producción industrial de alimentos precocidos e instantáneos a nivel mundial debido a su facilidad de preparación y practicidad (Abdel-Haleem y Omran, 2014).

Las mezclas para sopas deshidratadas tienen la ventaja de ser más estables durante largos periodos de almacenamiento a temperatura ambiente, son livianas, están disponibles en cualquier punto de venta, no requieren de un trabajo previo y su tiempo de reconstitución es corta, por lo tanto, permiten un gran ahorro de tiempo y facilitan el proceso en el hogar y en servicios de alimentación como hoteles, hospitales y restaurantes (Abdel-Haleem y Omran, 2014; Mousa et al., 2021; Ramírez, 2015). No obstante, al priorizar la practicidad, se ha descuidado la calidad nutricional de estos productos al contener un exceso de sodio y carencia de fibra y proteína; por lo que su consumo frecuente podría generar problemas de salud a largo plazo (Chalco, 2021).

En tal sentido, es crucial desarrollar productos alimenticios estables en almacenamiento que sea convenientes, asequibles y ricos en nutrientes que utilicen materias primas naturales y disponibles en la localidad para enriquecer los productos, ya que los consumidores buscan constantemente opciones más saludables (Chalco, 2021; Kambazi et al., 2022). A las sopas deshidratadas se les puede añadir leguminosas y verduras para mejorar su perfil nutricional (Noordraven et al., 2021) y ser utilizados como vehículos para proveer proteínas en la dieta lo que ayudaría a reducir la malnutrición (Kambazi et al., 2022; Mousa et al., 2021).

Las leguminosas son beneficiosas para la salud al ser fuentes de carbohidratos, proteínas, fibra dietaria, vitaminas y minerales. Cabe resaltar que tienen un porcentaje proteico mayor al 20%, lo que las convierte en alimentos interesantes que pueden ser incluidos como ingredientes económicos, pero nutritivos, para diversificar y enriquecer la dieta diaria (Du, 2014). La arveja es una importante

fuentes de vitaminas y minerales como calcio, magnesio y zinc. Además, puede ser procesada y utilizada como un ingrediente multifuncional en diferentes productos alimenticios (Noordraven et al., 2021). La harina de arveja contiene un 19% de proteínas además de carbohidratos complejos, fibra, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes (Vallejos, 2018). A pesar de ello, es un producto no explotado en el mercado, por esta razón es una excelente opción para cumplir con las nuevas demandas de los consumidores que buscan productos con gran valor nutricional (Merc@limentos, 2021).

Por otro lado, el "tarwi" o "chocho" (*Lupinus mutabilis* Sweet) es la única especie cultivada del género *Lupinus* en América y ha sido utilizada como alimento en la región andina valorada también por su alto contenido proteico. No obstante, la presencia de compuestos antinutritivos como los alcaloides (lupanina, asparteina) y taninos afectan a su digestibilidad y disminuyen su consumo de forma directa, por lo que la aplicación de un tratamiento térmico de cocción seguido de un proceso de lavado y deshidratación podría incrementar las alternativas de consumo (Tintaya, 2017). La harina de tarwi tiene un color ligeramente amarillento, con un contenido proteico de 49 % y alrededor de 28 % de lípidos (Arteaga y Silva, 2015). Debido a su sabor agradable y su capacidad de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico de los productos alimenticios, se utiliza para preparar torrijas, espesar sopas, reemplazar al maní o en mezclas de harinas para pizzas y, finalmente, en postres (Amazon andes, 2020).

La cúrcuma es conocida como la especia dorada y por años, ha sido utilizada en la cocina tradicional de países asiáticos como planta medicinal e ingrediente en preparaciones vegetarianas y no vegetarianas. Se le atribuye propiedades antifúngicas y antibacterianas gracias a su contenido de curcumina, sustancia utilizada como colorante e ingrediente medicinal para enfermedades como úlceras, inflamaciones, resfríos, entre otros debido a sus propiedades anticancerígenas, antitumorales, purificadoras de sangre y antiinflamatorias (Pawar et al., 2017; Serpa et al., 2019). Sin embargo, su uso a nivel mundial se encuentra recién en expansión debido al creciente interés en comidas saludables, lo cual se refleja en la cantidad

de estudios realizados en torno a su aplicación en alimentos funcionales, su poder antioxidante y su uso como agente colorante sustituyendo a la tartrazina (Serpa et al., 2019).

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

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una sopa deshidratada.
- Determinar el porcentaje de sustitución de harina precocida de arveja por harina de precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo que permita obtener el mayor contenido de proteínas, fibra cruda, adecuado índice de adsorción de agua, índice de solubilidad de agua y mayor aceptabilidad general en una sopa deshidratada.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Sopa deshidratada

2.1.1. Definición

Las sopas deshidratadas son productos alimenticios compuestos por ingredientes deshidratados como sal, harina, almidón, grasa, verduras y especias. Requieren reconstitución con agua caliente y un breve tratamiento térmico, usualmente no más de 10 minutos, antes de su consumo. Además, son versátiles, permitiendo al consumidor personalizarlas con ingredientes adicionales (Chalco, 2021; Ramírez, 2015).

La Norma Técnica Peruana 209.037 (INACAL, 2017) define la sopa deshidratada como un producto deshidratado, elaborado principalmente con materia prima animal y/o vegetal, que una vez reconstituido de acuerdo con las instrucciones del fabricante, permite obtener una sopa con características similares a los métodos tradicionales de cocina. Pueden contener carne y/o extracto de carne, grasa, vegetales y/o sus extractos, fideos, sal, glutamatos, especias, condimentos y colorantes naturales permitidos.

Las sopas deshidratadas deben contener una humedad máxima de 10 %. (Chalco, 2021). Además, su composición debe tener al menos 0.8% de nitrógeno total, no más de 17 g de cloruro de sodio por litro y no suministrar más de 180 calorías (Ramírez, 2015).

2.1.2. Clasificación de sopas y cremas

Según la Norma Técnica Peruana 209.037 (INACAL, 2017) las sopas deshidratadas se clasifican en dos grandes grupos:

- Sopa: Es la que, una vez reconstituida siguiendo las indicaciones del fabricante, presenta una porción principal líquida y una porción menor de sólido visible.
- Crema: Es la que, una vez reconstituida de acuerdo con las instrucciones del fabricante, presenta una consistencia cremosa, debiendo contener los

ingredientes necesarios para darle las características de una crema de su tipo, obtenida por los métodos tradicionales de cocina.

Además, de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 4482 1998-09-23 las sopas y cremas se clasifican según su forma de presentación en:

- Sopas o cremas deshidratadas: son productos que no requieren cocción y para su ingestión sólo requieren la adición de agua de acuerdo con las instrucciones para su uso y cumplen con lo definido.
- Sopas o cremas condensadas o concentradas: hacen referencia a productos líquidos, semi líquidos o pastosos, que después de la adición de agua de acuerdo con las instrucciones para su uso, producen preparaciones alimenticias que cumplen con lo definido
- Sopas o cremas deshidratadas: Hacen referencia a productos secos que después de su reconstitución y cocción, de acuerdo con las instrucciones para su uso, producen preparaciones alimenticias que cumplen con lo definido.
- Sopas o cremas listas para consumo: son productos que no requieren cocción y para su ingestión sólo requieren calentamiento, si está indicado en las instrucciones de uso.

2.1.3. Ingredientes

Las sopas son un producto más o menos líquido o viscoso, a los que se le pueden incorporar fideos, sémola, harina y carnes y/o vegetales, estos productos toman su nombre de los ingredientes empleados (sopas de pescado, sopa de espárragos, sopa de arracacha, etc.) (Chalco, 2021). En ese sentido, los ingredientes más comunes son los siguientes:

- Almidón de maíz: tiene la propiedad de absorber agua e hincharse, al aumentar varias veces su tamaño original forma una dispersión en medio acuoso, confiriéndole consistencia a las sopas (Rojas, 2016).
- Cebolla en polvo: es una especia que se agrega a las comidas para mejorar su calidad sensorial. Respecto a su composición química, no posee almidón, presenta fructanos, como reserva de carbohidratos (Flores e Hinojosa, 2016;

Ramírez, 2015; Sierra, 2018).

- Ajo en polvo: es utilizado como condimento de carnes, pescados, verduras, ensaladas, sopas y salsas; debido a que refuerza los demás sabores de los otros ingredientes. Asimismo, la deshidratación del ajo reduce la emisión de olores desagradables por el consumo de este, y conserva las propiedades nutritivas (Franco, 2019; Ramírez, 2015).
- Glutamato monosódico; Es un aditivo potenciador de sabor, utilizado en la industria alimentaria (Chalco, 2021).
- Pimienta: La pimienta es la especia más empleada y la más apreciada para la condimentación. Su sabor picante se debe a la piperina (Ramírez, 2015).
- Sal: La sal es un producto cristalino que consiste predominantemente en cloruro de sodio, confiere un sabor característico al alimento, además es un conservador eficaz (Chalco, 2021).
- Colorantes: Dan una apariencia agradable al caldo o la salsa de las sopas, y logran los colores a los que estamos acostumbrados, como la cúrcuma en polvo.

2.1.4. Proceso de elaboración

El proceso de elaboración de las sopas deshidratadas debe ser de alta calidad y muy higiénico destacando las cualidades alimenticias de los insumos, además el producto debe ser embolsado en un envase de fácil manejo señalando sus características alimenticias (Chalco, 2021).

Este proceso se inicia con la selección, y pesado de la materia prima, que debe ser resecada para eliminar humedad. Una vez terminada la etapa de resecado es llevada al molino para convertirla en la harina base de la sopa deshidratada, que junto con los aditivos serán fraccionados y pesados para ser mezclados, esta masa formada pasa a la dosificación en donde se coloca en unas tolvas. Estas tolvas desembocan en las máquinas llenadoras y selladoras donde se obtiene el producto final (Chalco, 2021; Espinoza y López, 2018).

2.1.5. Rehidratación en alimentos en polvo

Dentro de los factores que influyen en los mecanismos de transferencia de materia ocurridos durante el fenómeno de rehidratación de alimentos, están los factores propios del proceso de deshidratación (pretratamiento, método de secado, temperatura y velocidad de secado, almacenamiento) y las condiciones de rehidratación a utilizar (Marín et al., 2006).

2.2. Tarwi

2.2.1. Generalidades

El tarwi, también conocido como chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), es una leguminosa nativa de los Andes, particularmente de Perú, Bolivia y Ecuador. Esta planta se adapta a condiciones ecológicas secas situadas entre 2800 y 3600 m.s.n.m y es valorada por su habilidad para fijar nitrógeno atmosférico. Su contenido nutricional es notable, con un extracto etéreo y proteínas superiores a la soja (Fernández y Guivar, 2016; Allende et al., 2019).

La distribución del Tarwi en la región andina se divide en: un 20% en la sierra norte (Cajamarca, La Libertad, Amazonas), 41% en la sierra central (Ancash, Huánuco, y un poco en Junín) y el 39% en la sierra sur (Cusco, Puno, Apurímac) (Tintaya, 2017). Estas plantas poseen hojas alargadas, compuestas por ocho folíolos que pueden ser desde ovalados hasta lanceolados. A diferencia de otros lupinos, tienen menos vellosidades. Sus semillas se encuentran en vainas de 5 a 12 cm y pueden ser redondas, ovaladas o casi cuadrangulares, midiendo de 0,5 a 1,5 cm (Fernández y Guivar, 2016).

El cultivo del Tarwi se da principalmente entre enero y abril y luego de septiembre a diciembre. Aunque la mayoría de los productores prefieren variedades tempranas que maduran en 6-7 meses, algunos mantienen variedades locales tradicionales. En general, reutilizan semillas de cultivos previos o las adquieren en el mercado. Hay variabilidad en la cantidad de semilla utilizada para la siembra (Enrique, 2022).

Una característica del Tarwi es su tegumento endurecido que representa hasta el 10% de su peso total. Contiene de 1,1 a 3% de alcaloides y prospera en suelos con un pH entre 5,5 y 7,6. Sin embargo, el Tarwi crudo es amargo debido a estos alcaloides, lo que lo hace no apetecible para animales. Para hacerlo comestible, se realiza un proceso de desamargado, que consiste en cocinar las semillas y luego lavarlas con agua corriente durante varios días, garantizando que el agua sea potable y no contaminada (Tintaya, 2017; Espada, 2019).

Una vez desamargado, el grano de tarwi puede ser consumido de diversas formas, desde snacks hasta ingredientes principales en platos tradicionales andinos y modernos, como el ceviche serrano, guisos, ensaladas y hasta postres. Esto es evidenciado por recetarios de Ecuador, Perú y Bolivia (Espada, 2019).

2.2.2. Producción nacional

Según el Minagri (2023) entre el 2019 y el 2022, la producción de tarwi a nivel nacional alcanzó alrededor de 16 mil toneladas, cultivadas en un promedio de 11 mil hectáreas, con un rendimiento medio cercano a los 1400 kilogramos por hectárea. En 2021, la producción nacional bordeó las 15 mil 778 toneladas, representando un crecimiento del 14,5% en comparación con 2017 y una reducción mínima del 0,3% en relación con 2020. Entre enero y octubre de 2022, la producción alcanzó las 15 mil 084 toneladas, mostrando un aumento del 2% en comparación con el mismo periodo del año previo y completando el 96% de la producción total del 2021.

Desde el 2018, el rendimiento de tarwi a nivel nacional creció un 6.3%, alcanzando su punto más alto en 2021 con 1421 kilogramos por hectárea. Departamentos como Apurímac, Huancavelica y Junín superan el promedio nacional con rendimientos de 2030, 1822 y 1502 kilogramos por hectárea, respectivamente. Del total de 11 departamentos en Perú donde se produce tarwi, La Libertad, Cusco, Apurímac y Puno lideran, contribuyendo con el 77% de la producción nacional y el 65% del área cosechada en 2021.

Específicamente, La Libertad ha reforzado su posición como el líder en producción de tarwi, registrando un crecimiento del 20% en producción entre 2017 y 2021. Sin embargo, para octubre de 2022, se observó una ligera disminución del 2% en relación con el mismo mes del año anterior, atribuida a una reducción del 3% en el área cosechada (Minagri, 2023).

2.2.3. Composición química y nutricional del tarwi

El grano de tarwi tiene un contenido proteico que varía entre el 39% y el 52%, destacando su riqueza en proteínas y lípidos, que representan más de la mitad de su peso. Por ello, su inclusión en la dieta humana debería ser más recurrente. Estudios efectuados en más de 300 genotipos distintos indican que el contenido de lípidos oscila entre el 14% y el 24% (Tintaya, 2017).

Al contrastar el contenido proteico del tarwi con otras leguminosas como la soya y el frijol, el tarwi destaca notablemente. Es relevante mencionar que este ya alto contenido proteico puede aumentar del 47% al 64% al extraer los lípidos y alcaloides (Tintaya, 2017).

A continuación, en el Cuadro 1 se da a conocer la composición química de tarwi (cocido, seco y en harina).

Cuadro 1. Composición química del tarwi cocido, seco y harina

Descripción	Tarwi (100 g de grano)		
	Cocido	Seco	Harina
Energía (kcal)	177.00	369	450
Humedad (%)	62.50	11.7	4.5
Proteína (g)	20	42.2	44.5
Grasa (g)	8.9	16	23.1
Carbohidratos (g)	8.1	26.7	25
Fibra (mg)	1.1	7.5	9.3
Cenizas (mg)	-	-	-
Calcio (g)	138	98	215
Fósforo (mg)	178	542	308
Hierro (mg)	4.3	7.8	17.7
Retinol (mg)	0	0	1
Tiamina (mg)	0.04	0.46	0
Rivoflavina (mg)	0.28	0.52	0
Niacina (mg)	1.24	2	2.14
Ácido (mg)	0	3	0

Fuente: (Minagri, 2014)

Por otro lado, en el grano del tarwi también se hallan algunas sustancias antinutritivas, que le permiten disponer de defensas naturales contra el ataque de insectos, pero que limitan el uso directo de la semilla cruda en la alimentación humana y animal (Tintaya, 2017). Estas sustancias son los alcaloides formados por esparteína, lupinina, lupanidina, entre otros (Arteaga y Silva, 2015).

2.2.4. Harina precocida de tarwi

Pantoja et al. (2020) proponen un flujo para la elaboración de la harina de tarwi precocido cuya descripción se presenta a continuación.

Limpieza y Selección: Los granos de tarwi se seleccionan a mano, eliminando granos dañados, impurezas, piedras y metales.

Hidratación: Los granos seleccionados se remojan en agua, en una proporción de 1:4 (tarwi:Agua), durante 12 horas. Esto suaviza los granos y optimiza la cocción posterior.

Pre-Cocción: Los granos hidratados se hierven durante 5 minutos. Luego, se dejan en el agua caliente por 30 minutos. Este paso suaviza la cáscara y facilita el proceso de pelado.

Pelado: Los granos cocidos se enfrían con agua hasta alcanzar una temperatura de 35-40 °C. Posteriormente, se despojan de su cáscara mediante fricción.

Cocción: Esta fase dura 40 minutos, cambiando el agua cada 20 minutos, a temperaturas de 96-98 °C. Este proceso ayuda a eliminar muchos de los alcaloides presentes.

Lavado: El objetivo del lavado es reducir la presencia de alcaloides en el grano a no más del 0.02%. Se realizan múltiples lavados con cambios de agua cada 8 horas durante 3.5 días, hasta que el agua se presente clara y sin sabor amargo. Luego, se desinfectan los granos con hipoclorito de sodio a 10 ppm por 5 minutos.

Secado: Los granos de tarwi se someten a un proceso de secado en secador de bandejas, con el propósito de disminuir el contenido de agua en el grano. El proceso dura un promedio de 5.5 horas a una temperatura media de 60 °C.

Molienda y Tamizado: El grano seco se muele en molino de martillos hasta obtener partículas de 0.1 mm de diámetro y posteriormente se tamiza, empleando un tamiz número 120. El resultado es una harina de tarwi precocido.

2.3. Arveja

2.3.1. Generalidades

La arveja o alverja, también conocida como guisante, es una planta herbácea y trepadora que forma parte de la familia de las leguminosas, es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a las familias de las fabáceas papilionáceas. Sus frutos son unas vainas alargadas de forma oval que crecen hasta alcanzar

los 12 cm de largo, en cuyo interior pueden crecer hasta 12 semillas o legumbres comestibles también conocidas como arvejas o guisantes, las cuales son de forma esférica y crecen encerradas, y en fila, dentro de las vainas (Ramírez, 2015, Vadallolid, 2016).

2.3.2. Producción nacional

Minagri (2023) indica que, en Perú, más de 20 mil familias se dedican al cultivo de arveja, señaló el Ministerio de Agricultura y Riego y que en 2019, se cosecharon 45 mil hectáreas de este cultivo en Perú, de las que se obtuvieron 52 mil toneladas. De igual modo indica que, las regiones con mayor producción de arveja son Cajamarca que produce el 27% del total, La Libertad 20%, Huancavelica 13% y Ayacucho 11%. En cuanto a la exportación, el año 2022 Perú exportó arvejas por US\$ 23.4 millones, teniendo como destino 10 mercados, entre los que destacan Reino Unido, Estados Unidos, Países Bajos, Japón y Bélgica.

2.3.3. Composición química y nutricional

La semilla de arveja, a diferencia de los cereales, no contiene albumen o tejido especializado en la acumulación de reservas, el almidón, que representa el 50% del peso del grano, la arveja es conocida por tener alta calidad de proteínas y un alto promedio de proteína cruda (22,6 % sobre una base del 90 % de materia seca), en estado natural tiene un promedio proteico del 23% (en estado natural) y es altamente digerible porque tiene equilibrio de aminoácidos, posee además niveles particularmente altos de lisina (Ramírez, 2015).

2.3.4. Harina de arveja

El aporte energético de la harina de arveja es 365 kJ/100 g y se debe a la presencia de carbohidratos, proteína y grasa la cual es poco significativa, son ricas en fibra de dos tipos: soluble e insoluble. La fibra soluble ayuda a reducir niveles elevados de colesterol y azúcar en sangre, mientras que la fibra insoluble contribuye a regular el buen funcionamiento del intestino, evitando el estreñimiento da el efecto de saciedad (Terán, 2018).

En el Cuadro 2, se muestra la composición nutricional de harina de arveja.

Cuadro 2. Composición nutricional de harina de arveja por 100g de porción

Componente	Cantidad
Energía (kJ)	365.0
Proteína (g)	23.50
Grasa (g)	2.20
Carbohidratos (g)	65.0
Fibra (g)	25.50
Calcio (mg)	55
Hierro (mg)	4.40

Fuente: Terán (2018)

2.4. Cúrcuma

2.4.1. Generalidades

La cúrcuma (*Cúrcuma longa*), originaria del sudeste asiático, es una planta tropical caracterizada por sus hojas de tonalidad verdosa y flores de variados colores. Esta planta, que prospera en zonas cálidas y húmedas con alta pluviosidad, pertenece a la familia Zingiberaceae (Freshfruit, 2021; Saiz de Cos, 2015).

Reconocida globalmente como una especia aromática, la cúrcuma se utiliza en la gastronomía asiática para aportar un color distintivo y un sabor picante a las preparaciones. Es su rizoma anaranjado el que alberga compuestos fitoquímicos que le confieren estas propiedades (Saiz de Cos, 2015).

En la industria alimentaria, la cúrcuma lleva el código E-100. Su resina sirve como agente saborizante y colorante, otorgando un matiz anaranjado a productos como mantequillas, quesos, conservas, mostazas, palomitas de

maíz, cereales, sopas, y derivados cárnicos y lácteos (Saiz de Cos, 2014).

Además de su uso culinario, la cúrcuma es valorada por sus propiedades saludables. Sus componentes antioxidantes y antiinflamatorios la hacen potencialmente beneficiosa para reducir el riesgo de ciertas enfermedades y promover la salud general. Por ello, no solo se emplea como condimento, sino también como un complemento nutricional potente (Seliprandy et al., 2015).

2.4.2. Producción nacional

Los últimos 5 años, las exportaciones de cúrcuma han experimentado un crecimiento sostenido del 29 % en valor FOB y el 37 % en cantidad. Las principales zonas de producción se encuentran en San Martín, Junín, Cusco, Ayacucho, Amazonas y Huánuco. Según Minagri, en el 2019, se exportó el 60 % de cúrcuma orgánica fresca y el 40 % convencional. El 71 % de las exportaciones en el 2019 se dirigieron a la Comunidad Europea (Países Bajos, España, Bélgica, Alemania, Italia, Reino Unido), seguido de Norte América (Canadá y Estados Unidos) con el 12% de participación (Maraví, 2020).

2.4.3. Composición nutricional

La cúrcuma es una planta baja en energía y grasa, compuesta principalmente de carbohidratos. Contiene proteínas, grasas, minerales como potasio, fósforo y magnesio y vitaminas C y E (Hernández, 2016).

En el Cuadro 3, se muestra la composición nutricional de cúrcuma por 100 g de raíz fresca.

Cuadro 3. Composición química y nutricional de la cúrcuma en 100 g en raíz fresca

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g
Agua	g	12.85
Energía	kJ	1305.41
Proteínas	g	9.68
Lípidos totales	g	3.25
Carbohidratos	g	67.14
Fibra	g	22.7
Azúcares totales	g	3.21
Minerales		
Calcio. Ca	mg	168
Hierro. Fe	mg	55.00
Magnesio. Mg	mg	208
Fosforo. P	mg	299
Potasio. K	mg	2080
Sodio. Na	mg	27
Zinc. Zn	mg	4.5
Vitaminas		
Vitamina C	mg	0.7
Tiamina	mg	0.058
Riboflavina	mg	0.150
Niacina	mg	1.350
Vitamina B6	mg	0.107
Folato	ug	20
Vitamina E	mg	4.43
Vitamina K	µg	13.4
Lípidos		
Ácido graso saturado Total	g	1.838
Ácido graso mono insaturado	g	0.449
Ácido graso poliinsaturado	g	0.756
Ácido graso trans	g	0.056

Fuente: Saiz de Cos, (2014)

La ingesta diaria recomendable no debe superar 1mg de curcumina/Kg de peso y 0.3 mg de cúrcuma por Kg de peso (Saiz de Cos, 2014).

Se ha comprobado que extractos de cúrcuma (rizoma), aceite de cúrcuma, fibra de celulosa (tallo de la cúrcuma) e hidrolizados poseen actividad antimicrobiana frente a bacterias de interés en la industria de alimentos, tales como, *Listeria*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* La curcumina, el principal compuesto bioactivo presente en la cúrcuma, ha demostrado tener una alta actividad antimicrobiana frente a bacterias Gram-positivas como *Staphylococcus aureus* (Esparza, 2021).

2.4.4. Cúrcuma en polvo

Para la obtención de cúrcuma en polvo, se sigue el procedimiento descrito a continuación.

Recepción de la materia prima: Se recogen rizomas frescos y sanos con un color naranja brillante, textura firme y un aroma característico.

Limpieza: Los rizomas se sumergen en un tanque con agua y una solución de hipoclorito de sodio al 5%. Un movimiento centrífugo garantiza la eliminación de impurezas y tierra (Fernández, 2018; Mora, 2020).

Selección: Se inspeccionan los rizomas, eligiendo aquellos de excelente calidad y descartando los defectuosos o con características no deseadas (Mora, 2020).

Clasificación: Los rizomas se categorizan según su tamaño, color y textura, buscando aquellos que resultarán en un producto final de alta calidad.

Pelado: Usando cuchillos de acero inoxidable, se pelan los rizomas y se depositan en un recipiente para el siguiente paso.

Troceado: Con una troceadora, se cortan los rizomas en rodajas finas de aproximadamente 0,5 mm, preparándolos para el secado (Calvo, 2017).

Secado: Las rodajas se llevan a un deshidratador, donde el aire caliente circula de manera eficiente, secándolas a 45°C durante 48 horas.

Molienda: Con un molino de rodillos, se tritura la cúrcuma deshidratada hasta obtener un polvo fino, apuntando a partículas de 50 micras (Quispe, 2017).

Tamizado: Se pasa el polvo a través de un tamiz de 150 micras de acero inoxidable, repitiendo el proceso varias veces para asegurar uniformidad (Mora, 2020).

Envasado: El polvo se empaqueta en bolsas de propileno pre-laminadas de 70g, con un cierre hermético, garantizando la protección contra la luz y humedad, y conservando la calidad del producto (Llano, 2016).

Almacenamiento: Una vez empaquetado, el producto se guarda en un espacio ventilado, fresco y oscuro, listo para futuras evaluaciones, como el análisis de polifenoles totales (Mora, 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Ciencias de Alimentos del Programa de Estudios de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales

- Polvo instantáneo de tarwi. Marca Tarwi foods. Provincia de San Miguel, departamento de Lima (Ver anexo 1).
- Harina precocida de arveja. Marca La Nuestra. Trujillo (Ver anexo 2).
- Cúrcuma en polvo. Adquirida en el mercado la Hermelinda. Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad (Ver anexo 3).
- Almidón de maíz. Marca Maicena. Adquirido del mercado la Hermelinda. Trujillo.
- Ajo en polvo. Adquirido del mercado la Hermelinda. Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.
- Perejil en polvo. Adquirido del mercado la Hermelinda. Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.
- Cebolla en polvo. Adquirido del mercado la Hermelinda. Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.
- Pimienta negra. Adquirido del mercado la Hermelinda. Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.
- Sal yodada. Marca Marina. Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.
- Glutamato monosódico. Marca Aji no Moto. Provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.
- Envases plásticos con cierre hermético.

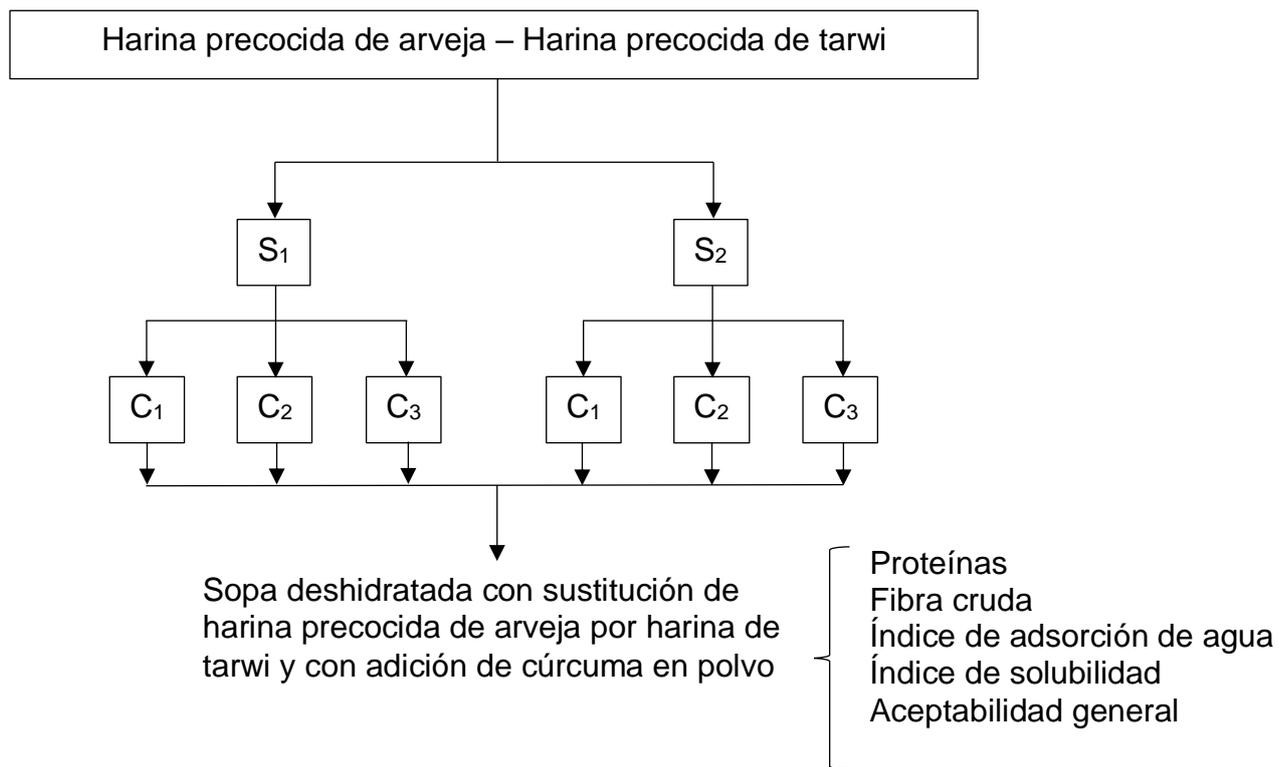
3.3. Equipos e instrumentos

- Termómetro digital. Marca Multi-Thermometer. Rango 50 - 200 °C. Precisión ± 0.01 °C.
- Balanza Analítica. Marca Ohaus. Modelo Explorer Pro. Capacidad 0-210 g. Sensibilidad 0.0001g.
- Equipo Micro Kjeldahl semiautomáticos. Marca Selecta.
- Placa calefactora circular. Marca JP. Selecta. Modelo 100442. Con 6 potencias de calefacción.
- Bomba de vacío. Marca GAST. Potencia 1.6 HP.
- Horno mufla. Marca Barnstead International. Modelo FB14000. Rango: 200 – 500 °C. Precisión ± 1 °C.
- Centrífuga. Marca Heraeus. Modelo Labofuge 200. Capacidad de 12 tubos. Rango 1600 - 5300 rpm.
- Estufa con regulación electrónica. Marca Memmert. Modelo UE300. Capacidad máxima de 30 kg. Rango de 20°C – 300 °C.

3.4. Método experimental

3.4.1. Esquema experimental para la investigación de una sopa deshidratada con harina precocida de arveja, harina precocida de tarwi y cúrcuma en polvo.

En la Figura 1, se presenta el esquema experimental que tiene como variables independientes la sustitución de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi (0 y 10 %) y la adición de cúrcuma en polvo (0.1, 0.3 y 0.5%); y como variables dependientes el contenido de proteínas, fibra cruda, el índice de adsorción de agua, el índice de solubilidad y la aceptabilidad general.



Leyenda:

S₁: Harina precocida de arveja 78.4%; Harina precocida de Tarwi 0%.

S₂: Harina precocida de arveja 70.8%; Harina precocida de Tarwi 7.8%.

C₁: Adición 0.1% de cúrcuma en polvo

C₂: Adición 0.3% de cúrcuma en polvo

C₃: Adición 0.5% de cúrcuma en polvo

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de una sopa deshidratada sustitución de harina precocida de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

3.4.2. Formulación de la sopa deshidratada

En el Cuadro 4, se muestran las formulaciones de los diferentes tratamientos de la sopa deshidratada con sustitución de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Cuadro 4. Formulación de la sopa deshidratada con sustitución de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo (%)

Ingredientes	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
Harina de arveja	78.4	78.4	78.4	70.6	70.6	70.6
Harina de tarwi	0.0	0.0	0.0	7.8	7.8	7.8
Almidón de maíz	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1
Sal yodada	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Glutamato de sodio	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cebolla en polvo	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Pimienta negra	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ajo en polvo	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TOTAL	100	100	100	100	100	100
Cúrcuma en polvo	0.1	0.3	0.5	0.1	0.3	0.5

3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración de una sopa deshidratada de harina precocida de arveja, harina precocida de tarwi y cúrcuma en polvo.

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de una sopa deshidratada (Ramírez, 2015).

A continuación, se describen cada una de las etapas del proceso según el diagrama de flujo de la Figura 2.

Recepción. La materia prima e insumos fueron recepcionados y almacenados en un ambiente fresco. Se revisó que los empaques no presentaran deterioro y que estén dentro de la fecha de caducidad. Se realizó la caracterización de la harina precocida de arveja y cúrcuma en polvo (Anexo 2 y 3).

Pesado. Se pesaron los ingredientes según las formulaciones descritas en el

apartado 3.4.2.

Mezclado. Se colocaron todos los ingredientes en un frasco de vidrio de 250 g de capacidad y se homogenizó por agitación durante 5 minutos hasta que el color de la mezcla sea uniforme (Ramírez, 2015).

Envasado. Las mezclas se colocaron en tapers plásticos con cierre hermético.

Almacenamiento. El producto terminado se almacenó a temperatura ambiente y en un lugar protegido de la luz solar y la humedad hasta su posterior análisis.

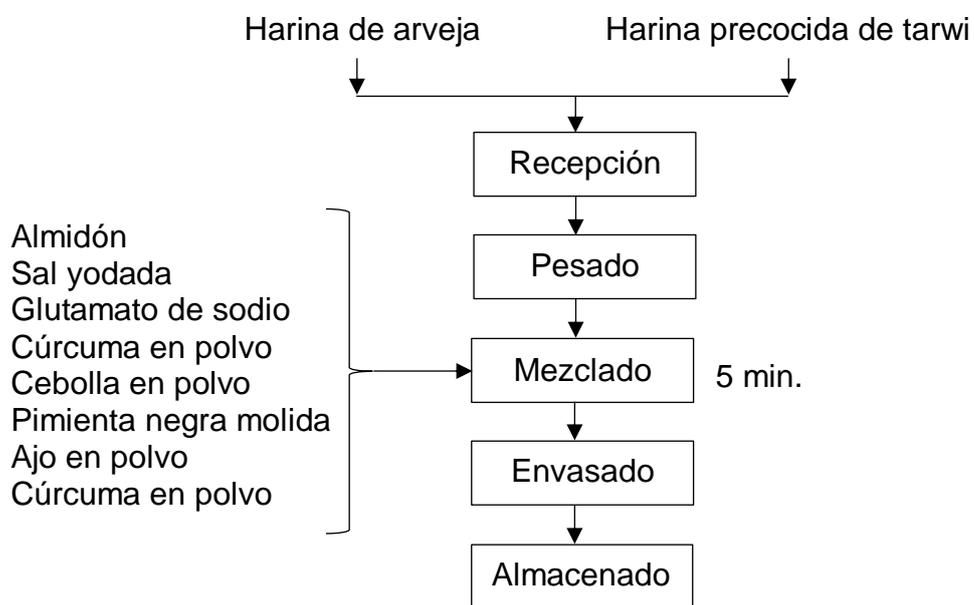


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de una sopa deshidratada con sustitución de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

3.5. Métodos de análisis

3.5.1. Proteína total

Se determinó mediante el método de micro Kjeldahl con un factor de conversión de 6.25 (AOAC,1997). Se pesó 0.5 g de muestra y se colocó en un matraz Kjeldahl. Se adicionaron 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se colocaron los balones en el digestor de proteínas hasta que se aprecie el cambio de color de negro a verde esmeralda traslúcido, lo cual

indica su oxidación completa. Se agregó 10 mL de agua destilada y se colocó el matraz en el equipo de destilación, a la salida de este, se colocó un matraz con 10 mL de ácido bórico al 4% con indicador mixto como receptor del destilado. Se dispensaron aproximadamente 40 mL de hidróxido de sodio al 40% y se destiló hasta el viraje de rojo a azul verdusco. Finalmente, el destilado se tituló con una solución de ácido clorhídrico 0.1N, hasta el viraje a color rojo.

Los resultados se calcularon siguiendo la siguiente fórmula:

$$Proteína(\%) = \frac{mL_{HCl} \times N_{HCl} \times 14.01 \times factor}{P_m} \times 100$$

Donde:

mL_{HCl} : gasto de ácido clorhídrico en la titulación

N_{HCl} : normalidad del ácido clorhídrico (0.1 N)

Factor: factor de conversión para cereales 6.25

P_m : peso de la muestra (mg)

3.5.2. Fibra cruda

Se siguió el método de digestión ácida y alcalina (AOAC, 1997). Se pesaron 2 g de muestra en un vaso de precipitado y se añadió 200 mL de ácido sulfúrico al 1.25%. Se calentó en una placa de calefacción y se controlaron 30 minutos desde la ebullición. Se filtró y se lavó el residuo con agua destilada caliente. Se transfirió el residuo a un vaso de precipitado y se repitió el proceso, pero esta vez utilizando 200 mL de hidróxido de sodio al 1.25%. El producto obtenido se filtró y lavó con agua destilada caliente. Los residuos se secaron en la estufa a 130 °C por 2 h, se enfriaron, se pesaron y se colocaron en la mufla a 500-600 °C por 3 h aproximadamente. La determinación del porcentaje de fibra se calculó por diferencia de peso utilizando la siguiente fórmula:

$$Fibra\ cruda\ (\%) = \frac{P_s - P_c}{M} \times 100$$

Donde:

P_s : peso (g) del residuo seco a 130 °C

P_c : peso (g) de las cenizas

M : peso (g) de la muestra

3.5.3. Índice de absorción de agua e índice de solubilidad en agua

El índice de absorción de agua (WAI) y el índice de solubilidad en agua (WSI) de las muestras se determinaron según el método propuesto por Du et al. (2014). Una muestra de 2.5 g se disolvió en 30 mL de agua destilada y se calentó en baño maría a 70 °C durante 30 min. Posteriormente, la mezcla cocida se enfrió a temperatura ambiente, se transfirió a tubos de centrifuga previamente pesados y se centrifugó a 3000 rpm durante 20 min. El sobrenadante se colocó en una cápsula de secado previamente pesada para determinar su contenido de sólidos por gravimetría tras su evaporación en una estufa a 105 °C. Se pesó el sedimento.

El peso de los sólidos secos se determinó evaporando el sobrenadante durante 24 horas a 105 °C. El WAI y WSI se calcularon utilizando las ecuaciones 1 y 2 respectivamente.

$$WAI = \frac{P_s}{P_m} \quad (1)$$

$$WSI = \frac{P_{ss}}{P_m} \times 100 \quad (2)$$

Dónde:

WAI: Índice de adsorción de agua (g/g muestra)

WSI: Índice de solubilidad en agua (g/100 g muestra)

P_s : Peso del sedimento (g)

P_{ss} : Peso de sólidos disueltos en sobrenadantes (g)

P_m : Peso de la muestra (g)

3.5.4. Aceptabilidad general

Para evaluar la aceptabilidad general de la sopa deshidratada, se empleó una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde 9: Me gusta muchísimo, 8: Me gusta mucho, 7: Me gusta bastante, 6: Me gusta ligeramente, 5: Ni me gusta

ni me disgusta, 4: Me disgusta ligeramente, 3: Me disgusta bastante, 2: Me disgusta mucho y 1: Me disgusta muchísimo.

La evaluación se realizó con 50 panelistas no entrenados y representantes del público objetivo. Se programaron 2 sesiones con 3 muestras cada una para evitar la saturación de los sentidos.

Para la preparación de la muestra, se hidrató la mezcla en una proporción de 90 g por 1 l de agua y se sometió a cocción por 5 minutos (Garrido et al., 2009). Seguido, se colocaron 30 g de cada formulación a 50 °C (Chalco, 2021) en platos hondos descartables de color blanco debidamente codificados con tres dígitos al azar (Escate, 2022).

Se repartió agua a cada panelista para que enjuaguen su paladar entre muestra y muestra y así evitar la confusión de sabores (Chalco, 2021).

En la Figura 3, se muestra la cartilla para la evaluación sensorial.

ACEPTABILIDAD GENERAL

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Sopa deshidratada a base de harina de arveja, tarwi y cúrcuma

Deguste las muestras de sopas que se le presenten e indique, según la escala, su opinión sobre ellas. Marque con un aspa (X) en el renglón que corresponda a la percepción de aceptabilidad de la muestra.

ESCALA	MUESTRA		
	234	567	234
Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			
Me disgusta muchísimo			

Comentarios:

Figura 3. Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de la sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

3.5.5. Método estadístico

Para la evaluación estadística del contenido de proteínas, fibra bruta, índice de adsorción de agua e índice de solubilidad, se aplicó la prueba de Levene para

determinar la homogeneidad de varianzas, seguido del análisis de la varianza para evaluar el efecto de las variables independientes y, finalmente, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para determinar el mejor tratamiento. Para la evaluación de la aceptabilidad general se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman. Todas las evaluaciones se realizaron a un nivel de confianza del 95%, con el uso del software SPSS versión 25 (Montgomery, 2011).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (*Pisum sativum*) por harina precocida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y adición de cúrcuma en polvo (*Cúrcuma longa*) sobre el contenido de proteínas de una sopa deshidratada

En la Figura 4 se presenta los valores del contenido de proteína total de una sopa deshidratada en función de la sustitución la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

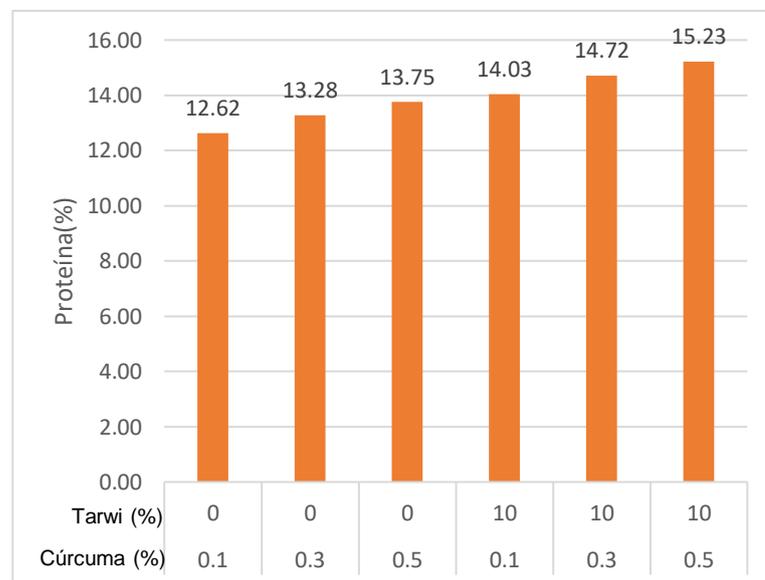


Figura 4. Contenido de proteína en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Dichos resultados oscilaron entre 12.62 a 15.23% siendo la formulación con mayor porcentaje, el tratamiento con sustitución del 10% de harina de harina de tarwi y la adición de 0.5% de cúrcuma en polvo. La base de datos se presenta en el Anexo 6.

Los valores reportados muestran la misma tendencia que otras investigaciones en sopas deshidratadas a base de legumbres, como lo

informado por Ramírez (2015) quien elaboró tres formulaciones de una sopa deshidratada a partir de germinado de quinua (26, 22.5 y 27%), hojas de quinua (8.5, 8.5 y 7%) y harina de arveja (25.5, 29 y 26%) y obtuvo porcentajes de proteína entre 10.05 a 11.61%. De igual manera, Abdel y Omran (2014), reportaron valores entre 7.46 a 14.10% de proteínas en sopas deshidratadas enriquecidas con un 35% de harina de lentejas y arvejas. Por otro lado, Ore y Diaz (2018), reportaron valores de hasta 30% de proteínas en sopas deshidratadas a base de carachi (15%), cañihua (55%) y harina de tarwi (30%).

Estos resultados pueden deberse a que, la harina de tarwi presenta elevado nivel de proteína (33%-46%), la cual se considera de buena calidad, por su composición de aminoácidos como la lisina similar y en algunos casos superior a la de otras proteínas de leguminosas y cereales (Shrestha y otros, 2021).

Abdel-Haleem y Omran (2014) indican que, las legumbres, que se usan en las mezclas de las sopas deshidratadas como la harina de arveja busca incrementar la calidad de la proteína, a través de una complementación aminoacídica de alta calidad, además de su contenido.

En el Cuadro 5 se muestra la prueba de Levene aplicada al contenido de proteína el cual determinó que existe homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 5. Prueba de Levene para el contenido de proteína total en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Variable	Estadístico de Levene	p
Proteína	2.44	0.094

En el Cuadro 6, se presenta el análisis de varianza el cual denotó que la sustitución de harina de arveja por harina de tarwi presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de proteínas de la sopa deshidratada

Cuadro 6. Análisis de varianza para el contenido de proteína en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	F	p
Sustitución (S)	1	6.334	6.334	11.947	0.004
Cúrcuma (C)	2	0.156	0.078	0.147	0.864
S*C	2	1.855	0.927	1.749	0.215
Error	12	6.363	0.530		

Luego, al aplicar la prueba de Duncan (Cuadro 7), se observó las diferencias entre los tratamientos con diferentes porcentajes de adición de cúrcuma en polvo debido a la formación de subgrupos. En el subgrupo 1 se encuentran las formulaciones T6(S10%C0.5%), T5(S10%; C0.3%), T2(S0%C0.5%) y T3(S10%C0.5%) de las cuales se consideró la formulación T6 (S10%SC0.5%), como la más adecuada debido a que presentó un mayor porcentaje de proteína.

De igual modo, Fernández y Guivar (2017) elaboraron una sopa deshidratada a base de harina de arveja 25%, harina de kiwicha 50% y harina de tarwi 25%. Los resultados denotaron el valor de 24.9% como el mayor contenido de proteína.

En el Cuadro 7, se presenta el cuadro de Duncan para el contenido de proteínas en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Factor	Tratamiento	1	2	3
S10%C0.5%	T6	7.08		
S10%C0.3%	T5	5.95		
S0%C0.5%	T3	5.58		
S0%C0.3%	T2	5.24		
S0%C0.1%	T1		4.39	
S10%C0.1%	T4			3.59

4.2. Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (*Pisum sativum*) por harina precocida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y adición de cúrcuma en polvo (*Cúrcuma longa*) sobre el contenido de fibra cruda de una sopa deshidratada

En la Figura 5, se muestra el contenido de fibra cruda en función de la formulación de la sustitución de la harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo en una sopa deshidratada, dichos resultados oscilaron entre 3.59% y 7.08%. Los datos completos se encuentran en el Anexo 7.

Los resultados encontrados en la presente investigación fueron similares al reportado por Ramírez (2015), quien realizó un análisis proximal de la harina de arveja cruda, teniendo como resultado 5.5% de fibra cruda. Es importante mencionar que este valor podría variar debido a la procedencia de la materia prima, zona geográfica, altitud, condiciones de suelo, fertilización e irrigación, entre otras posibles causas.

Fernández y Guivar (2017) mencionan que la mezcla de harinas extruidas, compuesta por 50% de harina de kiwicha, 25% de harina de arveja y 25% de harina de tarwi, presentó un contenido de fibra cruda de 6.36%, lo cual se genera por el alto contenido de harina de tarwi, así mismo, indican que es muy importante consumir alimentos con alto contenido de fibra cruda debido a que podría reducir los niveles de glucosa en sangre y de formar soluciones de gran viscosidad a nivel intestinal, en combinación con los ácidos urónicos intestinales durante la digestión, por lo que también, posibilitaría el efecto antes mencionado.

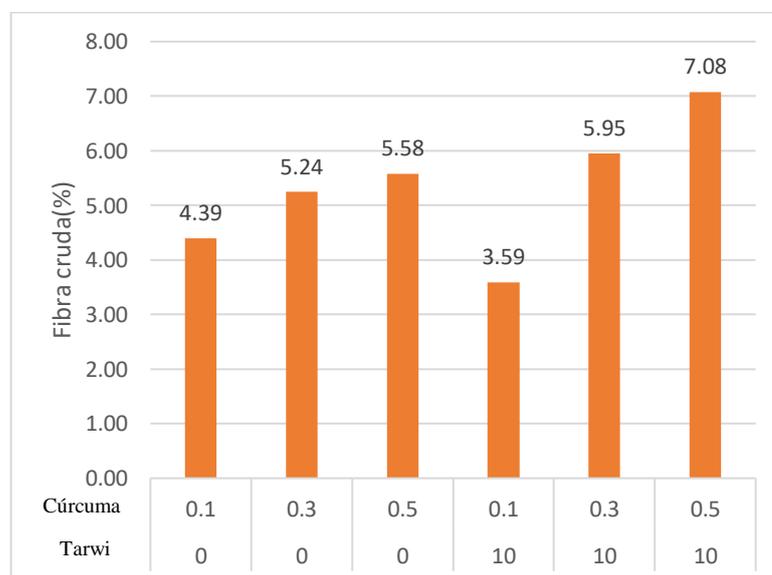


Figura 5. Contenido de fibra cruda de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

En el Cuadro 8 se muestra la prueba de Levene aplicada al contenido de fibra cruda, demostrando que existe homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 8. Prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Variable	Estadístico de Levene	p
Fibra cruda	3.203	0.05

En el Cuadro 9, se presenta el análisis de varianza el cual denotó que la sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo no afectaron significativamente ($p > 0.05$) sobre el contenido de fibra cruda de la sopa deshidratada.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	F	p
Sustitución (S)	1	0.982	0.982	0.461	0.045
Cúrcuma (C)	2	0.076	0.038	0.018	0.982
S*C	2	1.203	0.601	0.282	0.755
Error	12	25.528	2.127		

Fernández y Guivar (2017) encontraron que la mezcla con 50% de harina de kiwicha, 25% de harina de arveja y 25% de harina de tarwi, presentó diferencia significativa de sus variables independientes.

En el Cuadro 10, se presenta el cuadro de Duncan para el contenido de fibra en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el contenido de fibra en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Factor	Tratamiento	1	2	3
S10C0.5	T6	7.08		
S10C0.3	T5	5.95		
S0C0.5	T4	5.581		
S0C0.3	T3	5.2445		
S0C0.1	T2		4.392	
S10C0.1	T1			3.589

4.3. Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (*Pisum sativum*) por harina precocida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y adición de cúrcuma en polvo (*Cúrcuma longa*) sobre el índice de absorción de agua y el índice de solubilidad en agua

En la Figura 6, se muestra el índice de absorción de una sopa deshidratada en función de la formulación de la sustitución de la harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo en una sopa deshidratada, dichos resultados oscilaron entre 4.27% y 4.07%. Los datos se encuentran en el Anexo 8.

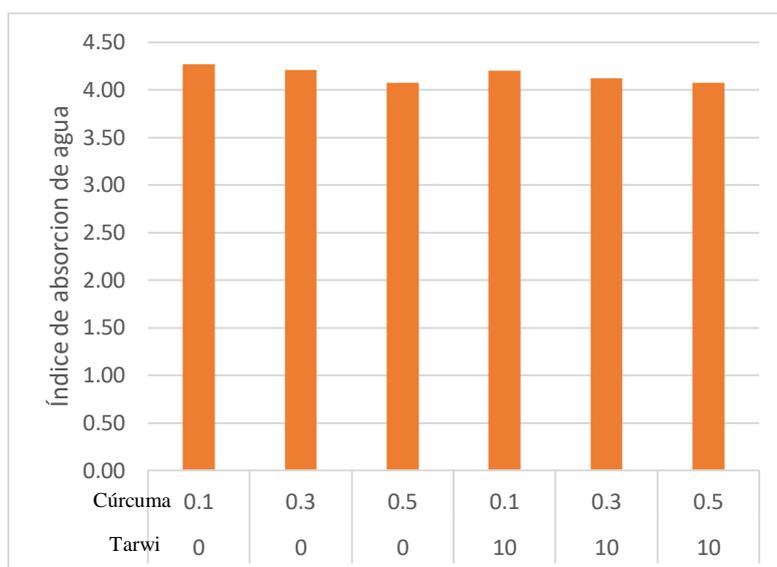


Figura 6. Absorción de agua de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

En el Cuadro 11 se muestra la prueba de Levene aplicada a valores del índice de absorción de agua y determinó que existe homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza (Cuadro 12) y posteriormente la prueba de Duncan (Cuadro 13) para determinar el mejor tratamiento.

Yntusca (2018) elaboró sopas instantáneas preparadas con harina de quinua evaluando el índice de absorción, obteniendo valores de 4.30 a 5.67 g/g muestra, mencionando que la capacidad de absorción de agua, se relaciona con el grado de asociación entre los polímeros del almidón. Escate (2021) evaluó índice de adsorción de una sopa instantánea a base de tres proporciones de harina de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) extruidas, Salcedo INIA y Pasankalla Roja, (0:100, 50:50 y 100:0) con valores en el rango de 4.40 a 6.63 g/g de muestra, indicando que las variaciones de los valores podrían atribuirse a la estructura y composición de la proteína usadas en la mezcla. En nuestro caso no se reportó una diferencia significativa en los tratamientos evaluados lo que podría indicar que existe una

similitud en la composición de las proteínas de arveja y tarwi al momento de realizar la sustitución.

Cuadro 11. Prueba de Levene para el índice de absorción de agua en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Variable	Estadístico de	
	Levene	P
Índice de absorción	0.941	0.488

En el Cuadro 12, se presenta el análisis de varianza el cual denotó que la sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo no tienen efecto significativo ($p > 0.05$) sobre el índice de absorción de agua de la sopa deshidratada.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el índice de absorción de agua en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	F	p
Sustitución (S)	1	0.0129	0.0129	0.86	0.372
Cúrcuma (C)	2	0.0167	0.0084	0.56	0.587
S*C	2	0.0005	0.0002	0.02	0.984
Error	12	0.1805	0.0150		

En el Cuadro 13, se presenta el cuadro de Duncan para el índice de absorción de agua de una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma

Cuadro 13. Prueba de Duncan para el índice de absorción en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Factor	Tratamientos	1
S0C0.1	T6	4.27
S0C0.3	T5	4.21
S10C0.1	T4	4.20
S10C0.3	T3	4.13
S0C0.5	T2	4.08
S10C0.5	T1	4.07

En la Figura 7, se muestra valores del índice de solubilidad en función de la formulación de la sustitución de la harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo en una sopa deshidratada, dichos resultados oscilaron entre 40.43% y 42.79%. Los datos completos se encuentran en el Anexo 9.

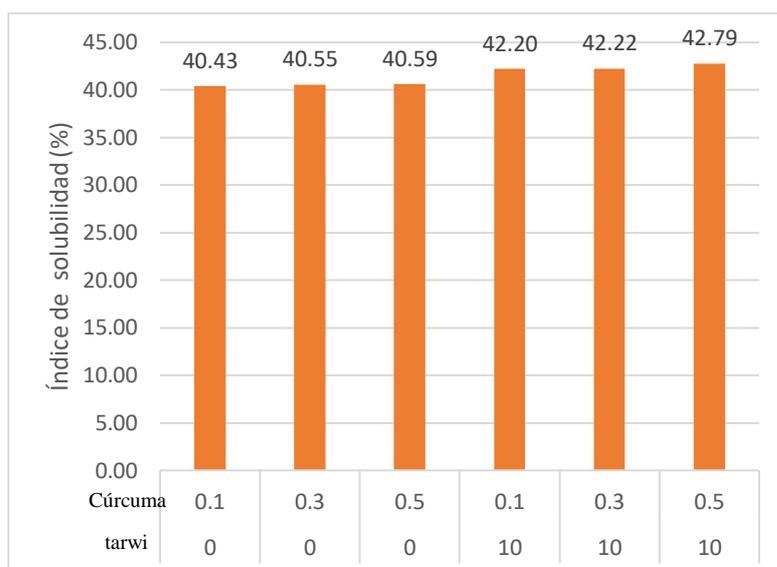


Figura 7. Índice de solubilidad de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

En el Cuadro 14 se muestra la prueba de Levene aplicada a valores del índice de solubilidad, determinando que existe homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 14. Prueba de Levene para el índice de solubilidad en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Variable	Estadístico de	
	Levene	P
Índice de solubilidad	1.798	0.187

En el Cuadro 15, se presenta el análisis de varianza para el índice de solubilidad en agua, el cual denotó que sólo la sustitución de harina de arveja por harina de tarwi presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el índice de solubilidad de la sopa deshidratada,

Cuadro 15. Análisis de varianza para el índice de solubilidad en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	F	p
Sustitución (S)	1	15.833	15.833	126.122	0.006
Cúrcuma (C)	2	0.476	0.238	1.898	0.192
S*C	2	0.240	0.120	0.955	0.412
Error	12	1.503	0.126		
Total	17	18.05			

Fernández y Guivar (2017) elaboraron una mezcla de harina de arveja, kiwicha y tarwi, obteniendo un índice de solubilidad de 56%, valores por encima de los reportados en la presente investigación. Escate (2021) indicó efecto significativo sobre índice de solubilidad de una sopa instantánea a base de tres proporciones de harina de dos variedades de quinua extruidas, Salcedo INIA y Pasankalla Roja, (0:100, 50:50 y 100:0) con valores en el rango de 28.49 a 43.55%, valores cercanos a nuestra investigación, así mismo, menciona que el índice de solubilidad en las harinas de cereal o leguminosas es posible que varíe de acuerdo al contenido de proteína y carbohidratos y que puede verse afectada por la variedad; por otro lado, la distinta estructura proteica y la presencia de diferentes carbohidratos hidrofílicos también, podrían ser los responsables de las variaciones observadas.

Yntusca (2018) y Li y otros (2017) elaboraron sopas instantáneas preparadas con harina de quinua, en las cuales analizaron el índice de solubilidad, mencionando que es posible que este indicador se vea afectado por sus componentes como almidón, proteínas, fibra cruda, entre otros.

Luego, al aplicar la prueba de Duncan (Cuadro 16), se observó las diferencias entre los tratamientos con diferentes porcentajes de adición de cúrcuma en polvo debido a la formación de subgrupos. En el subgrupo 2 se encuentran las formulaciones T4(S10%C0.1%), T5(S10%C0.3%) y T6(S10%C0.5%) con valores de 42.20, 42.22 y 42.79% de índice de solubilidad, seleccionando como mejor tratamiento la formulación T6 por presentar la mayor solubilidad.

En el Cuadro 16, se presenta el cuadro de Duncan para el índice de solubilidad en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el índice de solubilidad en una sopa deshidratada con sustitución de harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo.

Factor	Tratamiento	1	2
S0%C0.1%	T1	40.44	
S0%C0.3%	T2	40.55	
S0%C0.5%	T3	40.59	
S10%C0.1%	T4		42.20
S10%C0.3%	T5		42.22
S10%C0.5%	T6		42.79

4.4. Efecto de la sustitución parcial de harina precocida de arveja (*Pisum sativum*) por harina precocida de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y adición de cúrcuma en polvo (*Cúrcuma longa*) sobre la aceptabilidad general

En la Figura 8, se muestra los resultados de la evaluación de aceptabilidad general en función de la formulación de la sustitución de la harina de arveja por harina de tarwi y adición de cúrcuma en polvo en una sopa deshidratada, dichos resultados oscilaron entre 9 y 6 puntos.

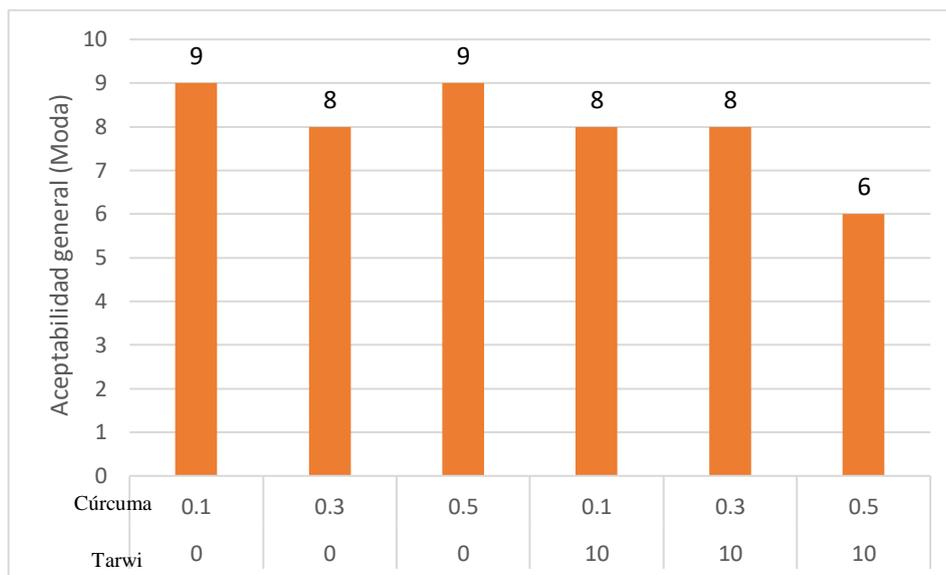


Figura 8. Valores de aceptabilidad general de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Estrada y Velezvía (2010) elaboraron sopa reconstituible a base de carachi, tarwi, quinua y cañihua, mencionando que hubo muy buena aceptación por los panelistas, lo cual posiblemente se le atribuye a la palatabilidad y degustabilidad del producto. Rozan y otros (2018) evaluaron la aceptabilidad sensorial de una sopa deshidratada de harina de lentejas elaborada con la adición de diferentes niveles de cúrcuma en polvo (1, 2 y 3%), encontrando que, el aumento del nivel de adición de cúrcuma en polvo en la sopa de lentejas denotó un sabor amargo en la aceptabilidad de los panelistas, motivo por el cual, la cúrcuma en polvo podría incorporarse hasta 2% con la finalidad de mejorar la aceptabilidad de los consumidores. Así mismo, indicaron que el sabor amargo de la cúrcuma puede verse afectado no solo por la concentración de uso sino también, por su composición de acuerdo a la zona de procedencia.

En el Cuadro 17 se presenta la prueba de Friedman para una sopa deshidratada en función de la proporción de harina de quinua Salcedo INIA

Cuadro 17. Prueba de Friedman para valores de aceptabilidad general de una sopa deshidratada en función de la sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo

Sustitución (%)	Cúrcuma (%)	Tratamiento	Rango promedio	Promedio	Moda
0	0.1	T1	4.67	8.60	9
0	0.3	T2	3.59	7.68	8
0	0.5	T3	3.88	8.28	9
10	0.1	T4	2.82	7.12	8
10	0.3	T5	3.24	7.44	8
10	0.5	T6	2.80	6.88	6
Chi cuadrado				5.807	
p				0.325	

Pasankalla Roja y goma de tara, en el que se determinó que no existió diferencia ($p \geq 0.05$) para aceptabilidad general, entre las muestras de sopa deshidratada evaluadas.

Se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero se observó que el tratamiento T1 y T3 presentaron la mayor aceptabilidad general, en base al mayor promedio y moda.

V. CONCLUSIONES

La sustitución parcial de harina precocida de arveja por harina precocida de tarwi y adición de cúrcuma en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de proteínas y fibra cruda para una sopa deshidratada.

No hubo diferencia significativa a nivel sensorial en los diferentes tratamientos, pero se considera el T1 como el más aceptado por los panelistas por presentar el mayor valor numérico de moda 9 y promedio 8.60 puntos, además de un 12.55% de contenido de proteína, 4.39% de fibra bruta, 4.27 g/g de muestra de índice de absorción de agua y 40.43% de índice de solubilidad.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar porcentajes mayores de sustitución y de adición de cúrcuma en polvo para poder observar mayores diferencias entre las formulaciones.

Mejorar la medición otros parámetros que puedan verse influenciados por la sustitución y adición de cúrcuma en polvo, como, por ejemplo: la viscosidad, color y actividad antioxidante

VII. REFERENCIAS

Abdel-Haleem, A. M., y Omran, A. A. (2014). Preparation of dried vegetarian soup supplemented with some legumes. *Food and Nutrition Sciences*, 5(22), 2274-2285.

Allende A., Calderon L. y Castillo K. (2019). Industrialización de Productos en base a Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) Desamargado con una Bebida Funcional de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). [Trabajo de investigación para optar por el grado académico de Bachiller, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio de institucional digital - Universidad San Ignacio de Loyola.

AOAC (1997). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 16(2). Washington, DC. USA.

Arteaga P. y Silva A., (2015). Sustitución Parcial de la Harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por Harina de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y Harina de cascara de Maracuyá (*Passiflora edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional digital - Universidad Nacional del Santa.

Calvo, V. (2017). Implementación de un proceso para el aprovechamiento integral de plantas medicinales (*Curcuma longa*) y residuos de frutas (*Annona muricata*). [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista]. Biblioteca digital Lasallista.

Chalco, C. (2021). Evaluación del contenido de proteína, hierro y aceptación global de una sopa instantánea elaborada a base de hojas de atajo (*Amaranthus viridis* L.), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y trigo (*Triticum aestivum*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de tesis digitales - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Du, S. K., Jiang, H., Yu, X. y Jane, J. L. (2014). Physicochemical and functional

properties of whole legume flour. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 308-313.

Enrique, E., (2022). Evaluación de las Propiedades Fisicoquímicas de la Harina del *Lupinus Mutabilis* Sweet (tarwi) desamargado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional digital - Universidad Nacional de Huancavelica.

Escate, M. (2022). Efecto de la proporción de harina de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Salcedo INIA y Pasankalla roja extruidas, y la adición de goma de tara, sobre las características reológicas, índice de adsorción de agua, índice de solubilidad y aceptabilidad general de una sopa instantánea. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio digital - Universidad Privada Antenor Orrego.

Espada F. (2019). Determinación de los parámetros favorables para el desamargado del tarwi y propuesta de implementación de una planta para la obtención de harina de esta leguminosa. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional digital - Universidad Mayor de San Andrés.

Esparza I. (2021). Cúrcuma (*Curcuma longa*): una revisión bibliográfica del procesamiento, propiedades funcionales y capacidad antimicrobiana. [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Repositorio académico - Universidad de Chile.

Espinoza, J. y López, A. (2018). Evaluación de las Propiedades Funcionales y Fisicoquímicas de una Sopa Instantánea formulada a partir de tallos de espárragos verdes (*Asparagus officinalis*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Franco, T. (25 de noviembre de 2019). Ajo deshidratado: nutrientes y uso culinario. Información gastronómica. <https://informaciongastronomica.com/ajo-deshidratado->

nutrientes-y-uso-culinario/.

Freshfruit. (12 de diciembre de 2021). Crecen las Exportaciones de Cúrcuma. <https://freshfruit.pe/2021/12/12/crecen-las-exportaciones-de-curcuma/>.

Fernández Mejía, J. L., y Guivar Delgado, C. L. (2020). Formulación de harina proteica y extruida a base de harina de: arveja (*Pisum sativum*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Garrido F., Jara K., Wittig de Penna E., Dondero M., Mendoza S. y González S., (2009). Aceptabilidad de sopas deshidratadas de leguminosas adicionadas de realzadores del Sabor (UMAMI). *Revista Chilena de Nutrición*, 36(4), 1105-1112.

Hernández, K. (2016). Caracterización y digestión gastrointestinal de cápsulas líquidas de curcumina (*Curcuma longa* L). [Tesis de maestría, Universidad Veracruzana]. <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/TESIS-I.-en-A.-KARINA-HERNANDEZ-HUESCA.pdf>.

INACAL. (2017). Instituto Nacional de Calidad. NTP 209.037:1974 (revisada el 2017), Sopas deshidratadas. Generalidades, 1a Edición. Perú: Ministerio de Producción.

Kambazi, M., Wandayi, M., Ngala, S., Njue, L. y Vasanthakalam, H. (2022). Physicochemical properties and sensory evaluation of bean based composite soup flour. *Legume Science*. <https://doi.org/10.1002/leg3.139>.

Llano, S. (2016). Establecimiento de los protocolos de poscosecha para la obtención de una harina de *Curcuma longa* con estándares de calidad internacional. [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista]. Biblioteca digital Lasallista.

Maraví, D. (16 de octubre de 2020). Oportunidades para la Cúrcuma Peruana en Europa y Norteamérica. PromPerú.

<https://boletines.exportemos.pe/694/oportunidades-para-la-curcuma-peruana-en-europa-y-norteamerica->

[#:~:text=Las%20principales%20zonas%20de%20producci%C3%B3n,fresca%20y%20el%2040%20%25%20convencional.](#)

Marín B., Eduardo; Lemus M., Roberto; Flores M., Verónica y Vega G., Antonio (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. Revista Chilena de Nutrición, 33(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182006000500009>.

Merc@limentos. (2021). *Leguminosas USA*. (2023)

224<http://www.leguminosasparalasalud.org/>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). Producción y Comercio de Tarwi. <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1398/1/Producci%C3%B3n%20y%20comercio%20del%20Tarhui.pdf>

Montgomery, D. (Segunda ed.). (2011). Diseño y análisis de experimentos. Editorial Limusa.

Mora J., (2020). Elaboración de Chifles de Plátano Verde (*Musa paradisiaca*) Enriquecidos con Polvo de Cúrcuma (*Curcuma longa*) como Ingrediente Antioxidante. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria de Ecuador]. Repositorio digital - Universidad Agraria de Ecuador.

Mousa, M., El-Magd, M., Ghamry, H., Alshahrani, M., El-Wakeil, N., Hammad, E., y Asker, G. (2021). Pea peels as a value-added food ingredient for snack crackers and dry soup. Scientific reports, 11, 22747. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02202-5>.

Noordraven, L., Kim, H., Hoogland, H., Grauwet, T., y Van Loey, A. (2021). Potential

of Chickpea Flours with Different Microstructures as Multifunctional Ingredient in an Instant Soup Application. *Foods*, 10(11): 2622. <https://doi.org/10.3390/foods10112622>.

Oré, L.E., y Diaz, D. (2010). Elaboración de sopas reconstituibles en base de carachi (*Orestias agassii* V.), tarhui (*Lupinus mutabilis* S.), quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.). *Agricultural Science*, 1-9.

Pantoja L., Prieto G. y Aguirre E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. *Tayacaja*, 3(1). <https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>.

Pawar, P., Kshirsagar R., Sawate A. y Patil B. (2017). Standardization, preparation, and quality evaluation of turmeric soup. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 256-260.

Quispe, M. (2017). La cúrcuma como pigmento pictórico, en San Juan del Oro – Sandia 2016. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Red de repositorios Latinoamericanos.

Ramírez E. (2015). Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) y arveja (*Pisum sativum*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional Agraria la Molina.

Ramírez, A. e Hinojosa, A. (2016). Formulación, caracterización y evaluación sensorial de una sopa deshidratada a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad Hualhuas. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional del Centro del Perú.

Rojas, W. (2016). Optimización de mezclas de harinas (*Chenopodium quínoa*, *Solanum tuberosum* y *Zea mays*) para la elaboración de cake libre de gluten. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de tesis - Universidad Peruana Unión.

Rozan, M. A., Bayomy, H. M., & Boriy, E. G. (2018). Effects of turmeric addition on chemical composition, antioxidant activity and sensory evaluation of lentil soup. *Alexandria Science Exchange Journal*, 39(January-March), 1-6.

Saiz de Cos P. (2014). Cúrcuma I (*Curcuma longa* L.) *Reduca*, 7(2), 84-99.

Seliprandy A., Alves E. y Simonin B. (2015). Propiedades funcionais da Cúrcuma na Suplementação Nutricional. *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*, 2(1). <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v1n2a15>.

Serpa, A., Gómez, C., Velásquez – Cock. J., Vélez, L., Gañán, P., Velásquez, A. y Zuluaga, R. (2019). The nanotech potencial of turmeric (*Curcuma longa* L.) in food technology: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(11), 1842-1854. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2019.1604490>.

Shrestha, S., van't Hag, L., Haritos, V. S., & Dhital, S. (2021). Lupin proteins: Structure, isolation and application. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 928-939.

Sierra, P. (2018). Desarrollo de una sopa instantánea a partir de una variedad de cubio (*Tropaeolum tuberosum* R&P). [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. *Ciencia Unisalle – Universidad de la Salle*.

Terán L. (2018). Caracterización Físico Químico de la Harina de Arveja (*Pisum Sativum*) para su uso en Panificación. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional - Universidad de Guayaquil.

Tintaya E., (2017). Determinación de las propiedades físicas, químicas y nutricionales de harina instantánea de tarwi (*Lupinus tomentosus*). [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de tesis - Universidad Peruana Unión.

Valladolid, A. (2016). Leguminosas de granos "Semillas nutritivas para un futuro sostenible". Ministerio de Agricultura y Riego. Perú

Vallejos Ibarra, Y. E. (2018). Obtención de concentrados proteicos de la harina de arveja (*Pisum sativum*) y determinación de su actividad antioxidante por el método del ácido tiobarbitúrico (TBA) [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio digital - Universidad Técnica de Ambato.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del polvo instantáneo de tarwi

FICHA TÉCNICA



TARWICORP S.A.C. - RUC 20602100333
 Av. Parque de las Leyendas 210, Bloque A, oficina 601-A,
 Urbanización Pando, San Miguel.
 Telef. 452-3328 ; info@tarwicorp.com / www.tarwicorp.com

POLVO INSTANTANEO DE TARWI

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES				
DESCRIPCIÓN GENERAL	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, desamalgado y deshidratado.			
INGREDIENTES	100% Tarwi (Lupinus Mutabilis Sweet), sin aditivos.		IMAGEN REFERENCIAL	
VIDA ÚTIL	24 meses			
REGISTRO SANITARIO	E-4608023N NACRDE			
CERTIFICACIONES	No aplica			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Mesh 60 / 250 µm			
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	De sabor neutro con apariencia a harina fina de color amarillo pálido			
IDEAL PARA	Deportistas, veganos, mujeres embarazadas, niños en etapa de crecimiento y, en general, todas las personas que buscan una fuente de proteína de origen vegetal.			
MODOS DE USO	Ideal para batidos, mazamoras y en repostería como sustituto parcial de la harina, entre otras aplicaciones.			
PRESENTACIÓN	Bolsas kraft de 15 kg			
DISPONIBILIDAD	Todo el año.			
II. ANÁLISIS NUTRICIONAL				
Parámetro	Resultado	Unidad	Método del análisis	
Humedad	7.5	g/100g	NMX-F-083-1986. Alimentos, determinación de humedad en productos alimenticios. PEE LASA FQ.10 Gravimetría	
Cenizas	2.1	g/100g	NMX-F-083-1986. Alimentos, determinación de humedad en productos alimenticios. PEE LASA FQ.10c Gravimetría	
Determinación de energía total	483.6	Kcal/100g	Cálculo. MS-INS Collazos. Pág. 45. Edición. 1996.	
Determinación de carbohidratos totales	22.0	g/100g	Cálculo. MS-INS Collazos. Pág. 45. Edición. 1996.	
Azúcares totales	0.0	g/100g	NMX-F-312-1978. Determinación de reductores directos y totales en alimentos.	
Proteína	48.5	g/100g	COVENIN 1195. 1980. Alimentos. Determinación de nitrógeno. Método Kjeldahl.	
Fibra Dietaria	17.5	g/100g	AOAC International, 16th Edition, Volume II, Section 45.4.07 Method 985.29 (1997). Total Dietary Fiber in foods enzymatic-gravimetric method.	
Grasa total	22.4	g/100g	AOAC 996.06. Año 2017. Ed. 20 Vol II	
Grasa saturada	4.4	g/100g	AOAC 996.06. Año 2017. Ed. 20 Vol II	
Grasa trans	N.D.	g/100g	AOAC 996.06. Año 2017. Ed. 20 Vol II	
Omega 3	0.5	g/100g	AOAC 996.06 20th Ed. 2016. Fat.	
Omega 6	6.6	g/100g	AOAC 996.06 20th Ed. 2016. Fat.	
Omega 9	9.5	g/100g	AOAC 996.06 20th Ed. 2016. Fat.	
Grasa monoinsaturada	10.6	g/100g	PEE LASA INS.02 Cromatografía de gases	
Grasa Poliinsaturada	8.6	g/100g	PEE LASA INS.02 Cromatografía de gases	
Micronutrientes				
Colesterol	<1.00	mg/100g	Journal of AOAC International Vol. 76, No 4, pp 902-05, 1993. Rapid determination of cholesterol in Single and Multicomponent Prepared Foods.	
Sodio	4.1	mg/100g	AACC 40-71.01. Sodium and Potassium by Atomic Absorption	
Hierro	6.6	mg/100g	NOM-117SSA1-1994, Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación por el método de espectrofotometría de absorción atómica.	
Calcio	226.49	mg/100g	AOAC 40-70. Elements by Atomic Absorption Spectrophotometry.	
Potasio	13.67	mg/100g	AACC 40-71.01. Sodium and Potassium by Atomic Absorption.	
III. CRITERIO MICROBIOLÓGICO				
Clasificado de acuerdo a la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano", resultado del match de los ítems IV.3 Mezcla en seco de uso instantáneo, V.2 Harinas y Sémolas (Cereales, leguminosas, quenopodiáceas) y V.7 Productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados y hojuelas a base de granos (gramíneas, quenopodiáceas y leguminosas) que no requieren cocción.				
Parámetro	Resultado	Unidad	Conformidad	Método del análisis
Numeración de aerobios en placa (UFC/g)	5,1 x10 ²	UFC/g	CONFORME	FDA/BAM Online 8 th Ed Rev A/ 1998. January 2001. Chapter 3. Aerobic Plate Count. Conventional plate count method
Numeración de Mohos (UFC/g)	< 10	UFC/g	CONFORME	ICMSF Microorganisms in foods. Significado y método de enumeración. Pág. 165-166, 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000.
Numeración de Bacillus cereus (UFC/g)	< 100	UFC/g	CONFORME	ICMSF Microorganisms in foods. Significado y método de enumeración. Método 5. Pág. 285-286, 2da Ed. 1983. Reimpresión 2000. FDA-BAM Online 8th Ed. Rev. A/1998. January 2001. Chapter 14, P-6. Updated February 2012
Numeración de Coliformes Totales (NMP/g)	< 3.0	NMP/g	CONFORME	FDA/BAM Online 8th Ed. Rev. A/ 1998. October 2020. Chapter 4 ítem C, D. 2020 Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. Conventional Method for Determining Coliforms and E. coli.
Detección de Salmonella (Salmonella/25g)	Ausencia	Salmonella / 25g	CONFORME	FDA/BAM Online 8 th Ed Rev A/ 1998. January 2021. Chapter 5. Ítem A-E (Ítem E, L.2, 33 y h, 3 y 6). 2021 Salmonella

Anexo 2. Caracterización de la harina precocida de Arveja

Harina precocida de Arveja	
Marca	La Nuestra
Presentación	Bolsa plástica por 160 g
Registro Sanitario	E4613010N/NABOLN
Color	Beige
Aroma	Característico
Sabor	Característico
Apariencia	Harina homogénea
Humedad %	7.72
Granulometría	50 micras

Anexo 3. Caracterización de la cúrcuma en polvo a granel

Cúrcuma en polvo	
Marca	-
Presentación	A granel
Color	Anaranjado Oscuro
Aroma	Característico
Sabor	Característico
Apariencia	Harina homogénea
Humedad %	12.15
Granulometría	150 micras

Anexo 4. Código de producto **UTW-0610**. Balanza para Humedad con capacidad de 50 g x 0.001 g



Anexo 5. Marca: W. S. Tyler Modelo: RX-30-16



Anexo 6. Resultados del análisis de contenido de proteína

Sustitución (%)	Cúrcuma (%)	Proteína (%)	Promedio
0	0.1	13.15	
0	0.1	12.01	12.55
0	0.1	12.50	
0	0.3	13.51	
0	0.3	13.04	13.18
0	0.3	13.00	
0	0.5	13.81	
0	0.5	13.76	13.75
0	0.5	13.70	
10	0.1	14.06	
10	0.1	14.05	14.03
10	0.1	14.00	
10	0.3	13.95	
10	0.3	14.16	14.11
10	0.3	14.20	
10	0.5	13.46	
10	0.5	16.27	14.91
10	0.5	15.00	

Anexo 7. Resultados del análisis de contenido de fibra cruda

Sustitución (%)	Cúrcuma (%)	Fibra cruda (%)	Promedio
0	0.1	4.28	
0	0.1	3.95	4.39
0	0.1	4.95	
0	0.3	5.16	
0	0.3	5.34	5.24
0	0.3	5.23	
0	0.5	6.58	
0	0.5	5.07	5.58
0	0.5	5.09	
10	0.1	4.37	
10	0.1	3.18	3.59
10	0.1	3.21	
10	0.3	5.13	
10	0.3	6.82	5.95
10	0.3	5.90	
10	0.5	6.43	
10	0.5	7.89	7.08
10	0.5	6.92	

Anexo 8. Resultados del análisis de Índice de absorción de agua

Sustitución (%)	Cúrcuma (%)	Índice de absorción	Promedio
0	0.1	4.12	
0	0.1	4.39	4.27
0	0.1	4.30	
0	0.3	4.24	
0	0.3	4.23	4.21
0	0.3	4.16	
0	0.5	4.14	
0	0.5	4.07	4.08
0	0.5	4.03	
10	0.1	4.26	
10	0.1	4.14	4.20
10	0.1	4.20	
10	0.3	4.15	
10	0.3	4.13	4.13
10	0.3	4.10	
10	0.5	3.90	
10	0.5	4.25	4.07
10	0.5	4.06	

Anexo 9. Resultados del análisis de Índice de solubilidad

Sustitución (%)	Cúrcuma (%)	Índice de solubilidad (%)	Promedio
0	0.1	9.35	
0	0.1	9.19	9.25
0	0.1	9.22	
0	0.3	9.19	
0	0.3	8.78	9.09
0	0.3	9.29	
0	0.5	8.77	
0	0.5	8.15	8.58
0	0.5	8.83	
10	0.1	9.06	
10	0.1	8.18	8.62
10	0.1	8.61	
10	0.3	8.63	
10	0.3	8.29	8.48
10	0.3	8.51	
10	0.5	8.00	
10	0.5	8.30	8.19
10	0.5	8.27	