

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena (*Avena sativa*) por harina de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) expandida por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia

Área de Investigación:
Tecnología de Alimentos

Autor:
Chávez García, Yender Erwin

Jurado Evaluador:
Presidente: Huanes Mariños Milton Américo
Secretario: Cabrera La Rosa Juan Carlos
Vocal: Márquez Villacorta Luis Francisco

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

TRUJILLO – PERÚ
2024

Fecha de sustentación: 2024/02/26

Turnitin Yender Chavez García

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

8%

2

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Carla Consuelo Pretell Vásquez, docente del Programa de Estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena (*Avena sativa*) por harina de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) expandida por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia", autor Yender Erwin Chávez García, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 12%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (05 de febrero 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, 06 de febrero de 2024

Asesor: Carla Consuelo Pretell Vásquez

Autor: Yender Erwin Chávez
García

DNI: 40312374

DNI: 71986357

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4070-788X>

Firma:

Firma:



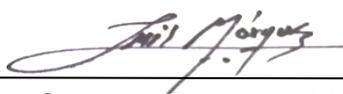
La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños
PRESIDENTE



Ing. Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa
SECRETARIO



Ing. Mg. Sc. Luis Francisco Márquez Villacorta
VOCAL



Dra. Ing. Carla Consuelo Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios, por fortalecerme cuando estaba a punto de rendirme y permitir que llegue a este momento tan valioso.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres, a quienes considero los pilares esenciales de mi vida, por su apoyo inquebrantable y su constante presencia a mi lado. Asimismo, deseo manifestar mi aprecio a toda mi familia brindándome su apoyo incondicional y depositar su confianza en mí.

A mi enamorada Susana, por su apoyo, paciencia y entendimiento en toda mi etapa universitaria.

A mis maestros, que me acompañaron en el camino de mi carrera universitaria, con sus enseñanzas no solo impartieron conocimiento si no también ética profesional.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a todas aquellas personas que me ayudaron a lograr esta investigación, principalmente a mi asesora la Dra. Ing. Carla Consuelo Pretell Vásquez por su orientación, seguimiento y motivación en el logro de este trabajo.

A los miembros del distinguido jurado: Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños, Ing. Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa y Ing. Mg. Sc. Luis Francisco Márquez Villacorta por ayudarme a mejorar en este trabajo de investigación.

La Ingeniera Ibonny Diana Barrios Salazar, merece un reconocimiento especial por su inestimable apoyo en las labores de laboratorio, que resultaron fundamentales para la realización de este proyecto.

No puedo pasar por alto la mención de mis amigos y compañeros, quienes estuvieron a mi lado, brindándome ánimo y respaldo en la consecución de este logro. Les estoy profundamente agradecido a todos ellos.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. PALETA O CLADODIO DE TUNA (<i>Opuntia ficus-Indica</i>)	4
2.1.1. Generalidades	4
2.1.2. Variedades de tuna	4
2.1.3. Valor nutricional de los cladodios de tuna	4
2.1.4. Producción nacional de tuna	4
2.2. TARWI.....	7
2.2.1. Generalidades	7
2.2.2. Variedades del tarwi.....	7
2.2.3. Valor nutricional del tarwi	8
2.2.4. Producción nacional del tarwi.....	8
2.3. BARRAS ALIMENTICIAS	11
2.3.1. Generalidades	11
2.3.2. Valor nutricional de las barras alimenticias	11
2.3.3. Ingredientes e insumos para la elaboración de barras alimenticias	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	15
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS	15

	Pág.
3.2.1. Materia prima.....	15
3.2.2. Insumos	15
3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	16
3.4. METODOLOGÍA.....	16
3.4.1. Esquema experimental para la evaluación de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	16
3.4.2. Formulaciones para la investigación de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi.....	18
3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración de la barra alimenticia	18
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS	22
3.5.1. Humedad	22
3.5.2. Fibra cruda.....	23
3.5.3. Proteínas	23
3.5.4. Firmeza.....	23
3.5.5. Aceptabilidad general	23
3.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad en una barra alimenticia.....	Pág.
4.2. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la fibra cruda en una barra alimenticia.....	29
4.3. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre las proteínas en una barra alimenticia	34

4.4. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la firmeza en una barra alimenticia	34
4.5. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la aceptabilidad general en una barra alimenticia	34
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. REFERENCIAS.....	44
VIII. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición química de la fruta de tuna	5
Cuadro 2. Variedades del tarwi en el Perú	8
Cuadro 3. Composición química del tarwi	12
Cuadro 4. Formulaciones para la investigación de la barra alimenticia	18
Cuadro 5. Prueba de Levene para la humedad de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 6. Análisis de varianza para la humedad de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 7. Prueba de Duncan para la humedad de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 8. Prueba de Levene para la fibra cruda de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 9. Análisis de varianza para la fibra cruda de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 10. Prueba de Duncan para la fibra cruda de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28

Cuadro 11. Prueba de Levene para las proteínas de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 12. Análisis de varianza para las proteínas de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 13. Prueba de Duncan para las proteínas de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 14. Prueba de Levene para la firmeza de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 15. Análisis de varianza para la firmeza de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 16. Prueba de Duncan para la firmeza de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	28
Cuadro 17. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi.....	28

Cuadro 18. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi.....28

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la evaluación de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi	17
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la barra alimenticia.....	19
Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de la barra alimenticia a base de quinua expandida con harina de paleta de tuna y harina de tarwi	25
Figura 4. Humedad (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	26
Figura 5. Fibra cruda (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de Pág. tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	30
Figura 6. Proteínas (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	35
Figura 7. Firmeza (N) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	35
Figura 8. Aceptabilidad general en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de la humedad (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	51
Anexo 2. Valores de la fibra cruda (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	51
Anexo 3. Valores de las proteínas (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	51
Anexo 4. Valores de la firmeza (N) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	51
Anexo 5. Valores de la aceptabilidad general en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.....	51

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de salvado de avena por harina de paleta de tuna (30, 20, 10%) y kiwicha expandida por harina de tarwi (20, 15, 10%) sobre la humedad, el contenido de proteínas, fibra cruda, firmeza y aceptabilidad general en una barra alimenticia. Para el análisis sensorial se trabajó con 66 panelistas no entrenados. La prueba de Levene demostró homogeneidad de varianza y el análisis de varianza indicó un efecto significativo ($p < 0.05$) de las formulaciones sobre cada una de las variables paramétricas, luego se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan. Para la aceptabilidad general, la prueba de Friedman demostró diferencia significativa ($p < 0.05$) y, por tanto, se complementó con la prueba de Wilcoxon, no encontrando diferencia significativa. El tratamiento con la sustitución parcial de salvado de avena por harina de paleta de tuna (30%) y kiwicha expandida por harina de tarwi (20%) fue seleccionado como el mejor debido a que presentó el menor contenido de humedad 9.24%; el mayor contenido de proteínas con 10.51%; mayor contenido de fibra cruda con 4.49%; mejor firmeza con 28.18 N y presentó la mejor aceptación sensorial con 7.17 puntos que representa “me agrada bastante”.

Palabras claves: barra alimenticia, tarwi harina de tuna, proteínas y fibra cruda

ABSTRACT

The effect of partial replacement of oat bran with prickly pear shoulder flour (30, 20, 10%) and expanded kiwicha with tarwi flour (20, 15, 10%) on moisture, protein content, crude fiber, firmness and general acceptability in a food bar. For the sensory analysis, we worked with 66 untrained panelists. Levene's test demonstrated homogeneity of variance and the analysis of variance indicated a significant effect ($p < 0.05$) of the formulations on each of the parametric variables, then Duncan's multiple comparisons test was applied. For general acceptability, the Friedman test showed a significant difference ($p < 0.05$) and, therefore, it was complemented with the Wilcoxon test, finding no significant difference. The treatment with the partial replacement of oat bran with prickly pear shoulder flour (30%) and expanded kiwicha with tarwi flour (20%) was selected as the best because it had the lowest moisture content of 9.24%; the highest protein content with 10.51%; higher crude fiber content with 4.49%; best firmness with 28.18 N and presented the best sensory acceptance with 7.17 points which represents "I like it a lot."

Keywords: food bar, tarwi, prickly pear flour, proteins and crude fiber

I. INTRODUCCIÓN

El estilo de vida desordenada de los consumidores urbanos se muestra en el consumo de comida ligera o apresurada, a menudo conocidas como bocadillos o snacks. Los bocadillos se han definido como cualquier alimento que sea pequeño, conveniente, listo para comer entre comidas, fácilmente disponible e ingerido en cualquier lugar (Thakur, Sharma, Mehta y Torrico, 2022). Los bocadillos son utilizados, cada vez más e incluso como reemplazo de comidas completas (Kumar y Chambers, 2019a; Kumar y Chambers, 2019b).

Las barras energéticas no son suplementos alimenticios, que aporten reemplazo de fuente de energía alimenticia por carbohidratos complejos. Son productos que deben satisfacer las necesidades energéticas durante un esfuerzo físico, aumentar el rendimiento y ayudar a una recuperación más rápida después del ejercicio, mediante el aporte de energía, contenida, en nutrientes como: carbohidratos, proteínas, grasas. El consumo de barras energéticas se ha expandido más allá del ámbito deportivo, debido al acelerado estilo de vida que ha conllevado a las personas a modificar sus tendencias alimenticias (Ochoa, 2012).

Los cereales constituyen el alimento básico para la mayoría de la humanidad por ser ricos en almidón y proveer al organismo de energía. Aportan alrededor de 1255.2 a 1464.4 kJ (300 a 350 kcal) /100 g, por lo que, se les considera como una fuente importante de energía en la dieta. Se caracterizan por su contenido de proteína (14 a 46% en grano seco), grasa, carbohidratos, minerales y fibra, lo que determina su valor e importancia en la alimentación humana. A la cantidad de proteína, se suma la calidad de la misma, (balanceando el alimento al consumirlo junto a otros alimentos), la grasa de calidad (omega 6, omega 3), la fibra, el hierro, fósforo y zinc y otros componentes útiles para la salud como las isoflavonas

y los antioxidantes (Peralta, Mazón, Murillo, Rivera, Rodríguez, Lomas y Monar, 2012).

Las paletas de cactus, denominadas cladodios, dentro de ellas las tuna, además, del uso culinario, se han utilizado en el tratamiento de úlceras, heridas, afecciones hepáticas y fatiga. Además, numerosos estudios han mostrado que la paleta aporta un alto valor nutricional en proteínas, minerales y fibra dietética, que son características interesantes para el diseño de nuevos productos, como las barras alimenticias (Cheikh, Abdelmoumen, Thomas, Attia y Ghorbel, 2018).

Según Hernández-Becerra, Aguilera-Barreiro y Contreras-Padilla (2022), las paletas son una excelente fuente nutricional y deben incluirse en las dietas humanas en todo el mundo; los cladodios de tuna muestran diferente composición química en sus etapas de madurez, lo que se utiliza en las dietas humanas para mejorar la nutrición; las paletas jóvenes frescos aportan fibra soluble y polifenoles, mientras que los cladodios en etapa de madurez avanzada proveen fibra, que mejora la digestión humana, calcio y magnesio, buenos para la densidad mineral ósea.

El futuro de la alimentación son las leguminosas, siendo los cultivos sostenibles con el ambiente; además, aportar buena fuente de nutrientes (especialmente proteínas de bajo costo); lo cual contribuye a lograr la seguridad alimentaria. El tarwi o chocho es una leguminosa andina con un gran potencial para su consumo masivo en humanos, ya que ofrece 42% de proteínas; además, en la obtención de su harina es necesario realizar un proceso de desamargado; esto permitirá concentrar aún más este nutriente hasta en 51%, un elevado contenido de aceite entre 18 a 22% y entre los micro elementos sobresale el hierro (7.8 mg/100 g) básico para la producción de hemoglobina (Carhuallanqui, Ccora, Vilcapoma y Casas, 2022).

Existen diferentes presentaciones de barras alimenticias, como barras altas en proteínas o con fibra que es un aditivo funcional usado como prebiótico. Los productos prebióticos pueden obtenerse a partir de subproductos agroindustriales como cáscaras, semillas, plantas (paleta de tuna), etc. (Márquez y Pretell, 2018). Además, al aporte nutricional del tarwi, principalmente, sobre el contenido elevado de proteínas y la incorporación de harina de paletas de tuna con el aporte de fibra; se presenta este proyecto de investigación, buscando elaborar una barra alimenticia con aporte benéfico para la salud y con las mejores características sensoriales. Se espera que el mercado mundial de barras de cereales crezca en 8.5% hasta el 2026. Aunque las barras de cereales a menudo se perciben como una alternativa saludable, es necesario observar su formulación, debido a que pueden contener un alto contenido de grasas saturadas, azúcar (añadida) y/o sal, sin embargo, también parecen proporcionar cantidades valiosas de fibra (Klerks, Roman, Verkerk y Sánchez, 2022).

Los objetivos planteados fueron:

- ❖ Evaluar el efecto de la sustitución parcial de salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre el contenido de humedad, fibra cruda, proteína, firmeza y aceptabilidad general de una barra alimenticia

- ❖ Determinar la sustitución parcial de salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi para obtener un adecuado contenido de humedad, y mejores contenidos de fibra cruda, proteína y firmeza y la mayor aceptabilidad general de una barra alimenticia.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. PALETA O CLADODIO DE TUNA

2.1.1. Generalidades

El nopal, denominado tuna en el Perú, es una planta arbusto, rastrera o erecta, que se ubica en zonas templadas-semiáridas y tropicales secas que pueden alcanzar de 3 a 5 m de altura. Su tronco es leñoso y mide entre 20 y 50 cm de diámetro. Sus hojas están formadas por pencas o cladodios de 30 a 60 cm de largo por 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor (Zamora, 2011). El cladodio joven se denomina nopalito, cuando los brotes son tiernos entre 3-6 meses y 10 a 15 cm de largo, y se llama penca cuando se encuentran parcialmente lignificados siendo equivalente a cladodios de 2-3 años (Sáenz, Berger, Corrales, Galletti, García e Higuera, 2006).

Entre los aspectos menos conocidos del aprovechamiento de la planta se encuentra la utilización del mucílago, un biopolímero presente tanto en los cladodios como en los frutos. Este hidrocoloide presenta un interesante potencial como ingrediente para la industria alimentaria y no alimentaria. Tiene propiedades tecno-funcionales, principalmente reológicas (viscosidad), nutricionales (prebiótico) y medicinales (protectores gástricos de extracto de mucilago) (Sáenz y otros, 2006), que hacen de este biopolímero un compuesto de especial atractivo para la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, entre otras. Debido a su alta actividad de agua ($A_w > 0.8$) y a su composición, el mucilago fresco es susceptible al ataque microbiano; su extracción y transformación en polvo mediante algunos procesos de secado (atomización o liofilización) extendería su vida útil y se estaría más cerca de comenzar a producirlo a mayor escala (Medina-Torres y otros, 2013).

2.1.2. Variedades de tuna

Según MIDAGRI (2021), las variedades de tuna se diferencian mayormente, por el color. La variedad conocida como tuna silvestre, crece libremente en el campo, se caracteriza por tener hojas y frutos más pequeños que el resto de variedades; la mayoría de plantas está plagada por la cochinilla, un parásito del que se extrae el carmín, un colorante natural de uso industrial. La Amarilla con espinas, es una variedad producto del cruce entre la tuna silvestre y la tuna amarilla sin espinas, provocada por la polinización de los insectos; su fruto es grande y redondo; es muy apreciada por su pulpa amarillenta que la vuelve atractiva. La tuna blanca es una variedad que tiene fruto alargado, la pulpa tiene un sabor más dulce que el resto de tunas, entre las ventajas está que es la planta más resistente al ataque de las enfermedades; es de fácil manejo, porque tiene pocas espinas. La variedad morada se produce principalmente en la Sierra, de fruto grande, jugoso, dulce, delicado, es más harinosa que la tuna blanca. Su color va del rojo claro al rojo oscuro pudiendo ser incluso púrpura. Rendidora y de buena calidad. Tiene cáscara gruesa con escasas y pequeñas espinas.

La variedad colorada es originaria de la Sierra, de fruto grande y harinoso, tiene cáscara delgada y presenta problemas por su rápida sobre maduración, siendo bastante delicada, no apropiada para el transporte, lo que impide su comercialización en gran escala. Debido a ello es de menor aceptación. Similar descripción ha sido realizada para los frutos de *O. Streptacantha*.

2.1.3. Valor nutricional del cladodio de tuna

Según el MIDAGRI (2021), la fruta de la tuna tiene la composición química que se muestra en el Cuadro 1. Los componentes nutricionales del cladodio de tuna (*Opuntia ficus indica*) en materia seca son: 18.72% de proteína, 13.09% de cenizas (minerales), 2.66% de extracto etéreo y 65.53% de fibra

cruda total e hidratos de carbono de los cuales el mucílago (carbohidrato) del cladodio posee una gran capacidad de retención de agua, cuya característica convierte al cladodio en un recurso potencial de fibra dietaría, ofreciendo nuevas alternativas de añadir propiedades funcionales a los alimentos (Sáenz y otros, 2006). El alto contenido de fibra cruda total e hidratos de carbono presente en el cladodio de tuna es 65.53%, principalmente constituidos por: mucílagos de 3.8 a 8.6%, pectinas de 5.3 a 14.2%, hemicelulosa de 5.2 a 13.8% y celulosa de 3.5 a 13.2%, siendo una excelente fuente de fibra dietaría, donde la edad de los cladodios juega un papel importante en la obtención de la misma (Sáenz y otros, 2006). El cladodio de tuna posee una gran cantidad de fibra y proteína comparada con la fruta del mismo, su contenido de fibra es su particular característico, entre sus principales usos tiene: elaboración de harinas, galletas y polvo para pasteles (Sáenz y otros, 2006).

Cuadro 1. Composición química de la fruta de tuna

Composición	Cantidad
Calorías (kJ)	276.14
Proteínas (g)	3.1
Grasas (g)	0.20
Carbohidratos (g)	15.5
Calcio (mg)	29
Fosforo (mg)	28
Azúcar (mg)	12 - 15
Potasio (mg)	3.4

Fuente: MIDAGRI (2021)

2.1.4. Producción nacional de tuna

La producción nacional de tuna al 2020, llega a más de 62000 t con un área cosechada de 12000 ha; teniendo un rendimiento promedio de 5.3 t/ha. Si bien, la evolución ha sido negativa durante los últimos cinco años, en el

primer semestre 2021 se observa una recuperación, cuyos niveles de rendimiento son mayores al promedio histórico. Los bajos niveles en los rendimientos en la producción de tuna, se deben a la preferencia del agricultor por el cultivo de la cochinilla (colorante natural), que le otorga mayores ganancias y a la falta de un buen manejo agronómico (MIDAGRI, 2021b).

Las principales áreas de producción de tuna son: Ayacucho, Cusco, Huancavelica y Apurímac, representando con un total aprox del 75% de la producción total (MIDAGRI, 2021b).

2.2. TARWI O CHOCHO

2.2.1. Generalidades

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa, originaria de los Andes centrales del territorio de Perú, Bolivia y Ecuador; es un alimento con valor proteico; la planta tiene una altura aproximada de 1 a 1.50 m, contiene entre 2 a 6 semillas por vaina y sus flores son de coloración azul a morado. Ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos autóctonos. Por ello la necesidad de tomar este grano leguminoso y aprovechar su alto contenido de proteínas para obtener una harina con buenas propiedades funcionales para diseñar una variedad de productos atractivos; un ejemplo son las mezclas en polvo para preparar una sopa instantánea, con el fin de contribuir, en menor tiempo, a satisfacer el hambre y proveer requerimientos mínimos de nutrición a corto plazo (García, 2003). Los aminoácidos esenciales recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) están presentes en el tarwi, con un contenido promedio alto de lisina, pero los aminoácidos azufrados (cisteína y metionina) son limitantes, reflejando baja calidad proteica (medida por el índice de eficiencia proteica) en comparación con las proteínas de quinua y caseína; sin embargo, esto podría superarse

mezclando el tarwi con otros cultivos andinos de alta calidad proteica como la quinua (Carvajal-Larenas, Linnemann, Nout, Koziol y Van Boekel, 2016).

Lupinus mutabilis ha recibido diferentes nombres comunes como chocho en Colombia, Ecuador y norte del Perú, lupino amargo, lupinos, tarwi o tarhui en el idioma quechua y en la zona central y centro sur del Perú, y Tauri en la lengua aymara al sur del Lago Titicaca del Perú; el nombre “mutabilis” indica las transformaciones en la coloración de la inflorescencia (los cambios que ocurren en medio de las diferentes fases fenológicas) (Tapia, 2015).

El tarwi posee un alto contenido de alcaloides, los cuales son: Lupanina con 27 -74%, esparteína con 2-32%, hidroxilupanina con 4-28% y 4-hidroxilupanina con 3-22%; que propician un gusto amargo, por lo que se puede consumir directamente, por ello se aconseja realizar un tratamiento con agua que propician un gusto amargo, por lo que se puede consumir directamente, por ello se aconseja realizar un tratamiento con agua (consiste en dejar el tarwi a corriente de agua fría durante 07 días aproximadamente) (Mamani y Molina, 2016). El tarwi es un cultivo que se localiza entre los 2800 a 3900 msnm del territorio peruano (Quispe, 2015).

2.2.2. Variedades del tarwi

Muchos ecotipos y subespecies existen actualmente a lo largo de los Andes del Perú; en el Cuadro 2 se presenta las variedades de tarwi en el Perú, según Camarena, Huaranga, Jiménez y Mostacero (2012).

2.2.3. Valor nutricional del tarwi

El valor nutritivo del tarwi es muy importante en esta leguminosa, por ser rico en proteínas y grasas, se le debería utilizar más en la alimentación humana, ya que su contenido proteico es incluso superior al de la soya, por ello la proteína del tarwi es una excelente opción para sustituir o reducir el

consumo de proteína animal y evitar así los problemas de salud. El calcio se localiza principalmente en la cáscara del grano, siendo recomendable su consumo en forma integral (sin pelar), el consumo de tarwi provee de 77.5 mg del calcio total que necesita el organismo humano diariamente, y este elemento es de vital importancia, por su función de la construcción de los huesos (Camarena y otros, 2012). A continuación, se presenta en el Cuadro 3 con la composición química y nutricional del tarwi.

Cuadro 3. Composición química y nutricional del tarwi

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

Fuente: Ávila, Quispe y Vegas (2020).

Según Instituto Nacional de Laboratorio de Salud (INLASA, 2014), es similar al aceite de maní y es relativamente rico en ácidos grasos no saturados, incluyendo el ácido linoleico. El contenido de fibra de la semilla no es excesivo, pero se estima que pueda constituir una fuente importante de minerales. La fibra se ubica principalmente en la cáscara del grano, incluye aquellos componentes del tarwi que no pueden ser degradados por las enzimas digestivas del hombre. Su contenido en el grano desamargado desciende a 10.37%. El mineral predominante es el calcio, con una concentración promedio de 0.48% y el fósforo en 0.43%, ambos, localizándose en la cáscara del grano (Ávila y otros, 2020).

Entre los micro elementos del tarwi, se encuentra el hierro (75 mg), mineral importante para la producción de hemoglobina, transporte de oxígeno e incremento de la resistencia de enfermedades (Ávila y otros, 2020).

Cuadro 2. Variedades del tarwi en el Perú

Variedad	Procedencia	Características
Kayra	E.E. Andenes, Cusco	Alto rendimiento
Altagracia	Huamachuco, La Libertad	Tolerante e antracnosis
Puno	E.E. Camacani, Puno	Precoz
Andenes 80	E.E. Andenes, Cusco	Alto rendimiento
Yunguyo	E.E. Ilpa, Puno	Alto rendimiento
Blanca de Cajamarca	E.E. Baños del Inca	Alto rendimiento
Precoz CICA	E.E. Kayra, Cusco	Precoz, buen rendimiento

Fuente: Camarena y otros (2012)

2.2.4. Producción nacional del tarwi

Según MINAGRI (2021), la producción de tarwi en el Perú entre los años 2015 – 2020; este crecimiento se debe a mayor superficie cosechada que pasó de 9.851 mil ha en el 2015 a 11.307 mil ha en el 2020. La Libertad es la primera región productora (32.5%), seguida de Cusco (21.5%), Apurímac (12.7%), Puno (10.2%) y Huánuco (6.3%).

2.3. BARRAS ALIMENTICIAS

2.3.1. Generalidades

Según Henao (2018), las barras energéticas alimenticias, son proteicas, están fortificadas con vitaminas, minerales y carbohidratos; así mismo, pueden contener también suplementos dietéticos. Son fáciles de consumir, ya que aportan calorías a partir de una combinación de carbohidratos y proteínas simples y complejas, las barras energéticas hechas fibra se pueden hacer a partir de granos y tienen diferentes cantidades de calorías.

Las barras alimenticias son suplementos dietéticos que aportan nutrientes básicos; principalmente contienen carbohidratos, aunque algunas están adicionadas con otros nutrientes. Inicialmente fueron diseñadas para deportistas, pensando en su desgaste físico y la necesidad de reponer de

forma rápida y fácil todos los elementos perdidos. Son un producto altamente comercializado, por ello la introducción de nuevos sabores, tamaños y propiedades ha abierto una enorme puerta, permitiendo así ganar aceptación cada día más (Cervantes, 2011).

Las barras de cereales son productos obtenidos a partir de la compresión de los cereales tostados que pueden contener frutos secos, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes, se constituyen en una opción de comida saludable (Zenteno, 2014). Las barritas de cereales existentes en el mercado, fundamentalmente están elaboradas en base a maní, arroz y avena; también, participan de la formulación frutas deshidratadas como manzana o frutilla, etc., dependiendo de los sabores ofrecidos. Pero además se utilizan una serie de productos químicos como aceite hidrogenado, edulcorantes y emulsionantes entre otros aditivos autorizados (Capella, 2016).

Las barras de cereales son un alimento popular y conveniente y, por lo tanto, tienen un formato de alimento ideal para consumir derivados de fruta, antioxidantes fenólicos y fibra (Sun-Waterhouse, Teoh, Massarotto, Wibisono, y Wadhwa, 2009). Son productos que pueden adecuarse a la mayoría de las metas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para dieta saludable: sustituir las grasas saturadas por insaturadas, eliminar los ácidos grasos trans, aumentar el consumo de granos enteros y frutos secos. Las barras de suplemento nutricional son aliados para personas que realizan algún tipo de actividad física para poder recuperar su organismo de fuertes desgastes causados por los entrenamientos realizados, pueden variar en su contenido de carbohidratos, proteínas u otros nutrientes. Una alimentación saludable debe constar de 40% carbohidratos, 30 % proteínas y 30% grasas (Capella, 2016).

2.3.2. Valor nutricional de las barras alimenticias

El valor nutricional de las barras de cereal es muy diferente entre unas y otras, pero en términos generales aportan cada 100 g: 60 a 80% de carbohidratos (por eso resultan tan energéticas), 3 a 24% de grasas, 4 a 15% de proteínas, 370 a 490 kcal y enriquecidas con vitaminas y minerales y su contenido de humedad no debe superar el 15% (Ochoa, 2012).

El consumo de cereales, leguminosas, semillas y frutos secos en barras de cereales, nutritivas, energéticas o llamado barritas son benéficos para la salud ya que el cereal cubre las deficiencias de aminoácidos azufrados de la leguminosa y ésta cubre la deficiencia de lisina o triptófano del cereal, además son una buena fuente de fibra dietética, ricos en omegas 3 y 9 debido a las semillas, y la mezcla de un grupo de estos componentes en barras forman un complemento nutricional (Zenteno, 2014).

Uno de los factores que llevó a los consumidores a mejorar la aceptabilidad con respecto a la barra de cereal fue su considerable contenido de fibra alimentaria. La fibra alimenticia es un término general para diferentes tipos de carbohidratos derivados de la pared celular de las plantas que no son hidrolizados por las enzimas digestivas ni absorbidas por el intestino humano (Leite, 2013).

2.3.3. Ingredientes e insumos para la elaboración de barras alimenticias

A continuación, se presentan los principales ingredientes para la elaboración de las barras alimenticias:

Salvado de avena

La avena (*Avena sativa* L.) es uno de los principales ingredientes de las barras alimenticias. Cereal de alta calidad nutricional, rico en proteínas, ácido oleico, linoleico y vitaminas. Es rico en fibras solubles, denominadas β -glucanos; polisacáridos lineales, no ramificados,

compuestos por unidades de glucosa unidas por conexiones de tipo β -1,4 y β -1,3. Son hidrosolubles y resistentes a los procesos digestivos (Espinoza, Roldán, y Martínez, 2021).

En la avena, la fibra alimentaria se encuentra principalmente en los tejidos externos del grano (cáscara y salvado), con funciones estructurales y de protección. Estos tejidos contienen más del 70% del total de la fibra alimentaria, mientras que el endospermo (capa más interna del grano) presenta cantidades relativamente pequeñas (Espinoza y otros, 2021).

Arroz expandido

Son producidos a partir de arroz (fragmento de grano de arroz que pasa en criba de agujeros circulares de 1.6 mm de diámetro), en un proceso de expansión termoplástica que combina alta temperatura y presión. En estas condiciones, se obtiene un producto instantáneo o pre-cocido y crujiente, fabricado a base de harina de arroz, azúcar, malta y sal. El producto tiene una estructura celular formada por bolsillos de aire envueltos por paredes de almidón gelatinizado, lo que contribuye a su textura quebradiza (Delgado Ruiz, Sánchez, Zazueta, Aguilar, Carrillo, Camacho y Quintero, 2019).

Quinua expandida.

La quinua posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas. Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas dada por los aminoácidos esenciales que constituye como: la Isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. La quinua posee mayor contenido de minerales que los cereales y gramíneas, tales como fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros minerales. Mediante el proceso de extrusión permite mejorar o modificar propiedades funcionales; además, desnaturaliza e inactiva factores antinutricionales de la quinua para el desarrollo de nuevos

productos. Su alto valor del expandido de quinua se fundamenta en el alto valor proteico (12.6%) y contenido de fibra (3.6%) realza la composición química de las barras de cereales (Espinoza y otros, 2021).

El proceso de extrusión de la quinua, inicia con la obtención de la harina de quinua a humedad 25%, para luego llevarlo a la maquina extrusora, a una alta presión, temperatura elevada y la cizalla que se presenta durante la extrusión fragmenta moléculas más grandes de hidratos complejos de carbono en moléculas más pequeñas que son solubles en agua, al igual los fragmentos de fibra se unen para formar complejos grandes con otros compuestos y participan en la reacción de Maillard (Cerón-Fernández, Guerra, Legarda, Enríquez y Pismag, 2016).

Kiwicha expandida

Su contenido proteico oscila entre 14 y 18%, es de alta calidad por sus aminoácidos esenciales en particular lisina. Contiene entre 5 y 8% de aceites con un balance de ácidos grasos, monoinsaturados y poliinsaturados (Delgado y otros, 2019).

Al grano de kiwicha se le puede aplicar el proceso de expansión dando un producto que se puede consumir como tal o en la preparación de otros alimentos. Diversos estudios indican que usando kiwicha procesado térmicamente se mejora la relación de eficiencia proteínica, así como, la digestibilidad y la destrucción de factores anti nutricionales, lo que hace más nutritiva a la semilla. Sobre la base de su poder nutricional se han desarrollado estudios para optimizar las cualidades nutricionales y transformarlo en productos de mayor valor agregado, tales como las barras alimenticias nutricionales, productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía (Solís y González, 2019).

Maltodextrina

Son polímeros sacáridos que tienen un equivalente de dextrosa menor de 20. Se obtienen por hidrólisis del almidón con ácido o enzimas. Se les encuentra como polvo blanco o en solución concentrada. Las soluciones de maltodextrina tienen un sabor suave, que puede reemplazar a grasas y aceites en una amplia variedad de formulaciones (Solís y González, 2019).

Lecitina de soya

Es una sustancia natural, que se encuentra en la mantequilla, leche, yema de huevo y en diversos granos, frutos secos y semillas. Como es un producto natural, está exento de control por la legislación y queda en un apartado respecto de otras sustancias que se describirán más adelante. La lecitina comercial, viene con disolventes, pero su composición es variable y siempre contiene un porcentaje apreciable de aceite de soya (Espinoza y otros, 2021).

La lecitina comercial es un fluido o pasta plástica. Si se utiliza en exceso, comunica sabor desagradable. Las proporciones útiles se encuentran normalmente entre 0.25-2.0% de la grasa y se disuelve convenientemente en ella antes de añadirla a los componentes de la receta (Solís y González, 2019).

Glucosa de maíz

Se obtiene a partir del hidrólisis del almidón de maíz. Otras fuentes de almidón son la yuca y el arroz (Solís y González, 2019). En las barras de cereal, la glucosa de maíz ejerce la función de agente agregador, es el principal ingrediente para la producción del jarabe (Espinoza y otros, 2021).

Azúcar invertido

Según Siles y Guido (2020) indican que el azúcar invertido es denominado a la mezcla de los azúcares (+) D- glucosa y (-) D- fructosa obtenida a partir de la inversión de la sacarosa. El grado de inversión puede variar de poco a total. Comercialmente se utiliza los grados medio y total. En el azúcar invertido media, la mitad de la sacarosa se ha descompuesto mientras la otra mitad permanece inalterada.

Gelatina (como aglutinante)

Se presenta como un sólido de color ámbar claro a un débil amarillo vidrioso y quebradizo. Es fuertemente hidrofílica, absorbe hasta 10 veces su peso en agua; se usa en soluciones acuosas desde 10 al 20% como aglutinante (Melati, Lucchetta, Prado, Oliveira y Tonial, 2021).

Frutas deshidratadas

El contenido de agua es el factor que más contribuye en el deterioro del alimento; por tanto, al reducir, se impide el crecimiento de los microorganismos y la generación de reacciones bioquímicas; además, se prolonga su vida útil y condiciones de almacenamiento, pero afecta la calidad de la fruta, debido a que origina alteraciones físicas y químicas que modifican las características organolépticas y nutricionales, siendo la vitamina C inestable ante estos procesamientos (Verduga, Santamaría, Gordillo, y Montero, 2022).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

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

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. Material de investigación

- Salvado de avena. Ver ficha técnica en el Anexo 1.
- Harina de tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*) en polvo. Ver ficha técnica en el Anexo 1.
- Harina de penca de tuna (*Opuntia ficus-Indica*) en polvo. Marca Salvada, procedente de Arequipa. Ver ficha técnica en el Anexo 1.
- Quinoa expandida. Ver ficha técnica en el Anexo 1.

3.2.2. Insumos

- Kiwicha expandida marca Munay, fue adquirido en Supermercado Tottus, Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Maní tostado marca Amaru, adquirido en Plaza Vea Hiper del Real Plaza, Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Goma xantana, adquirida de Química Industrial de la ciudad de Lima, Perú.
- Lecitina de soya, adquirida en Montana S.A. de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Maltodextrina, adquirida en Montana S.A. de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Glucosa, adquirida de Montana S.A. de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú.

- Azúcar blanca, marca Cartavio, adquirida del Mercado Zonal Palermo del distrito Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Bolsas de polipropileno con cierre, marca Ziploc, adquiridas del Mercado Zonal Palermo del distrito Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Moldes de acero inoxidable AISI 304. Dimensiones 45 x 24 x 1.5 cm (largo, ancho, espesor). Capacidad 28 barritas.

Reactivos

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Ácido bórico, H₃BO₃ (4%)
- Ácido sulfúrico, H₂SO₄ (1.25%)

3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Balanza analítica. Marca A&D Company Limited. Modelo GR-200. Capacidad 0 - 200 g, sensibilidad aprox. 0.0001 g.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión ± 0.01 °C.
- Estufa de laboratorio, marca MMM Group, modelo Venticell 111, Capacidad 111 L, rango de temperatura de: 10 a 250 °C.
- Deshidratador de bandejas (solar-eléctrico). Capacidad 30 kg/batch.
- Texturómetro Instron, Modelo 3342. Capacidad 50 N, velocidad 2mm/s.
- Equipo digestor Microkjeldahl. Marca Selecta.
- Horno mufla. Marca Barnstead thermolyne. Modelo FB1400. Rango 0-1400 °C. Precisión 0.1 °C.
- Cocina eléctrica. Marca Selecta. Con regulación de Temperatura. Rango 1000 – 1500 W.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Esquema experimental para la evaluación de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi

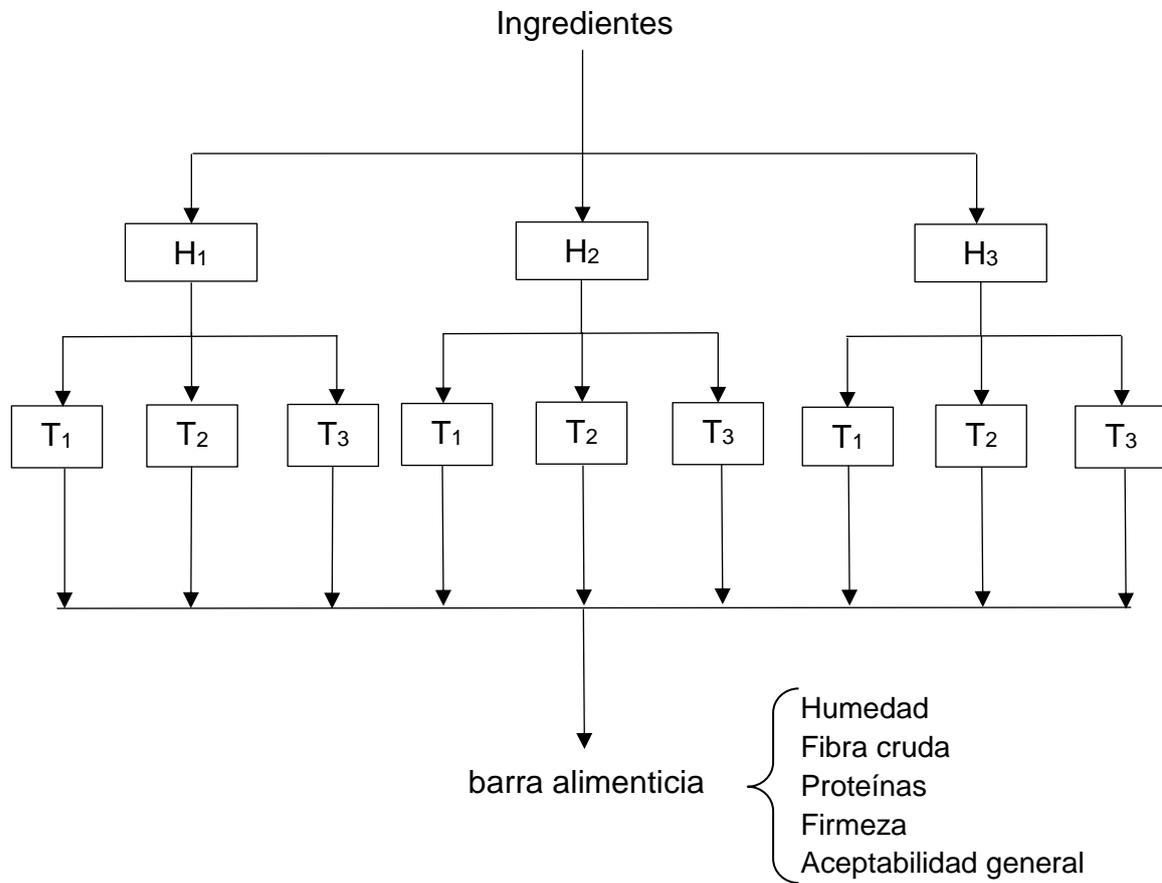
En la Figura 1, se muestra el esquema experimental. Las variables independientes: la sustitución de salvado de avena por harina de paleta de tuna (2, 4 y 6%) y kiwicha expandida por harina de tarwi (3, 6 y 9%) y, como variables dependientes: contenido de humedad, fibra cruda, proteínas, firmeza y aceptabilidad general.

3.4.2. Formulaciones para la elaboración de la barra alimenticia

En el Cuadro 4, se presentan las formulaciones para la elaboración de barras alimenticias con sustitución parcial de salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi para los tratamientos considerados en la investigación.

Cuadro 4. Formulaciones para la elaboración de las barras alimenticias

Ingredientes	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Salvado avena	14.7	14.7	14.7	14.4	14.4	14.4	14.1	14.1	14.1
Harina de tuna	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9
Kiwicha expandida	20.37	19.74	19.11	20.37	19.74	19.11	20.37	19.74	19.11
Harina de tarwi	0.63	1.26	1.89	0.63	1.26	1.89	0.63	1.26	1.89
Quinoa expandida	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Manzana deshidratada	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Maní	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ingredientes secos	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Azúcar invertida	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
Glucosa	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Maltodextrina	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
Lecitina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Goma xantan	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Ingredientes aglutinantes	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Donde:

H1: Sustitución de salvado de avena por harina de tuna al 2%

H2: Sustitución de salvado de avena por harina de tuna al 4%

H3: Sustitución de salvado de avena por harina de tuna al 6%

T1: Sustitución de kiwicha expandida por harina de tarwi al 3%

T2: Sustitución de kiwicha expandida por harina de tarwi al 6%

T3: Sustitución de kiwicha expandida por harina de tarwi al 9%

Figura 1. Esquema experimental para la evaluación de la barra alimenticia con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi

3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración de la barra alimenticia

En la Figura 2, se muestra se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de la barra alimenticia. A continuación, se describe las respectivas etapas. La descripción del diagrama de flujo se presenta a continuación (Gutkoski, Bonamigo, Teixeira y Peó 2007, con modificaciones del autor).

Recepción. Se recibieron las harinas de quinua, tarwi, penca de tuna y salvado de avena que formaron la base de la barra alimenticia, así como, los insumos que sirvieron para el preparado del agente ligante.

Selección y limpieza. Se realizó excluyendo impurezas o materias extrañas que no sean aptos para el consumo.

Formulación y mezcla. Se pesaron los ingredientes de acuerdo a la fórmula de cada tratamiento (Cuadro 4) para su posterior mezcla. El mezclado consistió en verter en un recipiente, la harina de tarwi, harina de tuna y salvado de avena, juntos con otros ingredientes de la barra y mezclar manualmente, con ayuda, de una cuchara de acero inoxidable, durante 10 min a 40 °C hasta formar una masa, a la cual se le agrego azúcar invertida en pequeñas cantidades, para ayudar a mantener la textura suave de la barra durante su vida útil; luego, se agregó la glicerina, para reducir la actividad acuosa y mantener la masa más flexible, menos pegajosa y con la suavidad requerida de la barra.

Moldeado y prensado. Se colocó la masa en un molde de aluminio de base rectangular, de 36 cm de largo x 24 cm de ancho x 1.5 cm de espesor y con la ayuda de una cuchara se presionó la masa uniformemente, ejerciendo fuerza mecánica para que las barras queden compactas.

Secado. La barra grande, en el molde, fue colocada en una bandeja de aluminio, y se mantuvo en un horno a 105 °C por 35 min.

Enfriado. Se dejó a enfriar la bandeja, que contienen la barra en molde, hasta temperatura ambiente por alrededor de 25 min.

Desmoldado. Se sacaron con cuidado, la barra alimenticia grande, previamente horneada, tratando de mantener sus dimensiones y evitando roturas.

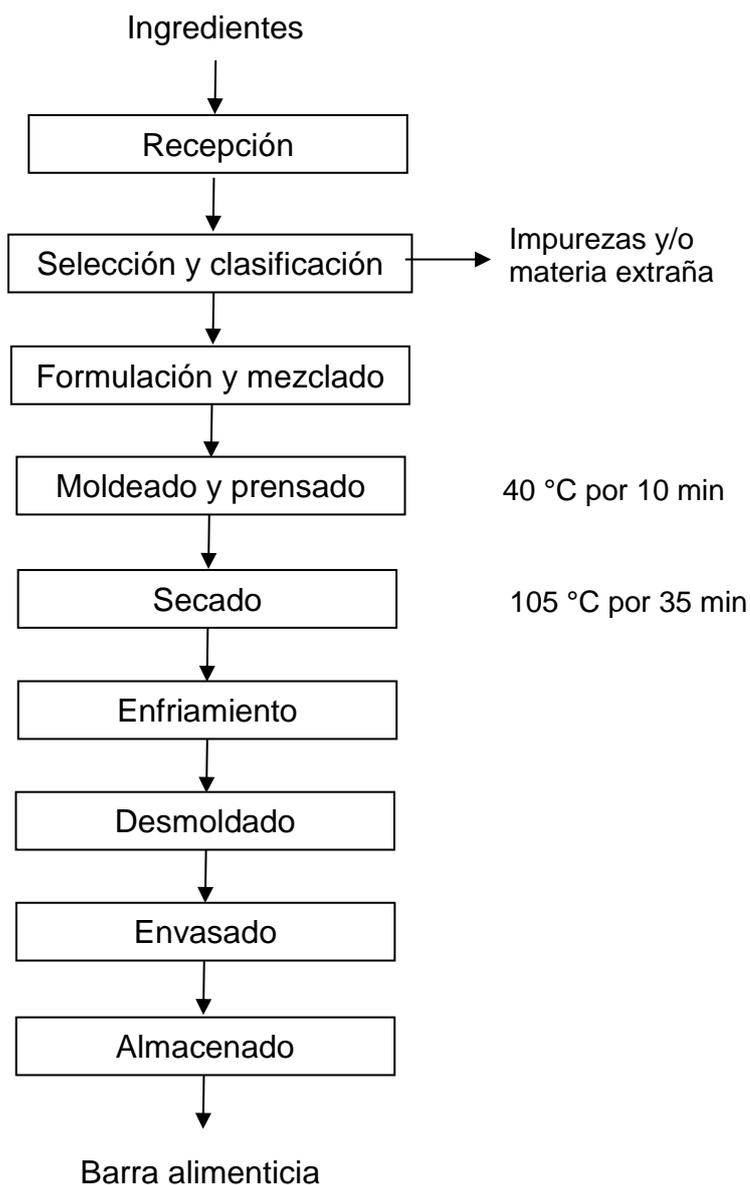


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la barra alimenticia

Cortado y pesado. Posteriormente, se cortó la barra grande en barras pequeñas de 9 cm largo por 3 cm de ancho y 1.5 cm de espesor. Se procedió a pesar las barras las cuales oscilaron entre 20 a 25 g aproximadamente.

Envasado. Se procedió a llenar en bolsas con cierre hermético para su conservación.

Almacenamiento. Las barras se almacenaron en un ambiente ventilado a temperatura ambiente, y posteriormente realizar los análisis fisicoquímicos y sensoriales.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. Humedad

El contenido de humedad se determinó siguiendo el método usado por Ochoa (2012), el cual consiste en secar la muestra en una estufa a una temperatura de 103 ± 3 °C hasta peso constante.

3.5.2. Fibra cruda

El contenido de fibra cruda se determinó siguiendo el método usado por Ochoa (2012), que consistió en la digestión secuencial de la muestra (P_m) sin grasa con una solución de ácido sulfúrico (1.25%) y una solución de hidróxido de sodio (1.25%), el residuo insoluble se obtuvo por filtración, se lavó, secó, pesó (P_1) y se llevó al horno mufla para obtener el pesó (P_c) de las cenizas.

$$\% \text{ FC} = (P_1 - P_c) / P_m \times 100$$

3.5.3. Proteínas

Se determinó por el método micro Kjeldahl (AOAC, 2000). Se pesó 0.5 g de muestra homogenizada y fue colocado en el matraz; luego se adicionó aproximadamente 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado. A continuación, el matraz con la mezcla fue colocado en el

digestor de proteínas, se calentó suavemente al inicio, hasta su completa oxidación, momento donde cambio de color oscuro a verde esmeralda traslúcido.

Se dejó enfriar a temperatura ambiente, luego se agregó 25 mL de agua destilada, moviendo el tubo sin dejar solidificar la muestra. Se instaló el equipo de destilación, a la salida del refrigerante se colocó un matraz Erlenmeyer, que contuvo 40 mL de ácido bórico al 4%, luego, se adicionará 3 gotas de rojo de metilo. Al matraz Kjeldahl se le añadió aproximadamente 50 mL de NaOH 40%, y fue puesto al sistema de destilación. Se destilo hasta recoger la muestra en el matraz Erlenmeyer mostrando una coloración azulada.

Se tituló con solución de HCl 0.1 N, virando a color rosa. Se registró el gasto de titulación, para luego, ser reemplazado en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{(\text{N acido HCl} \times \text{Vol. HCL}) - (\text{N NaOH} \times \text{Vol. NaOH}) \times 1.40067 \times \text{factor}}{\text{peso de la muestra (mg)}}$$

3.5.4. Firmeza

La firmeza se determinó de manera instrumental con el texturómetro Instron Modelo 3342. Se midió la fuerza (N) máxima antes de la ruptura de la muestra. En cada tratamiento se obtuvieron tres mediciones reportándose el promedio de los valores. La prueba se realizó con un punzón tipo guillotina, a una velocidad de 0.2 mm/s (Córdova, 2018).

3.5.5. Aceptabilidad general

A cada panelista se le proporcionó 5 g de muestra de cada formulación debidamente rotulada de 3 dígitos al azar, y se utilizó agua de mesa como neutralizante entre cada tratamiento. Se trabajó en dos sesiones (5 y 4 formulaciones en cada una), con la finalidad de no saturar la percepción de los 50 panelistas no entrenados y consumidores del producto; se entregó

una ficha de evaluación (Figura 3) con una escala hedónica de 9 puntos, con un mayor puntaje de 9 puntos (“me agrada muchísimo”) y con menor puntaje de 1 punto (“me desagradaba muchísimo”), y un valor medio de 5 puntos (“no me agrada ni me desagradaba”) (Anzaldúa-Morales, 2005).

3.5. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

El método estadístico corresponderá a un diseño experimental de arreglo bifactorial 3 x 3, con 3 repeticiones. Para el contenido de humedad, fibra cruda, proteína, firmeza y aceptabilidad general, se empleará la prueba de Levene para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizará un análisis de varianza (ANVA) y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicará la prueba de comparaciones múltiples de Duncan con la que se determinará el mejor tratamiento. La aceptabilidad general se evaluará mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon. Todos los análisis estadísticos se realizarán con un nivel de confianza del 95%. Los datos se procesarán con el paquete estadístico SPSS version 22 (Statistical Package for the Social Sciences).

Prueba de aceptabilidad general de la barra alimenticia

Nombre:

Fecha:

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

	Muestra			
Escala	148	389	223	516
Me agrada extremadamente	-----	-----	-----	-----
Me agrada mucho	-----	-----	-----	-----
Me agrada bastante	-----	-----	-----	-----
Me agrada ligeramente	-----	-----	-----	-----
Ni me agrada ni me desagrada	-----	-----	-----	-----
Me desagrada ligeramente	-----	-----	-----	-----
Me desagrada bastante	-----	-----	-----	-----
Me desagrada mucho	-----	-----	-----	-----
Me desagrada extremadamente	-----	-----	-----	-----
Comentarios:	----- -----			

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005).

Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de las barras alimenticia a base de quinua expandida con harina de paleta de tuna y harina de tarwi

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad en una barra alimenticia

En la Figura 4, se presenta cómo varía la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad en una barra alimenticia. Las cifras obtenidas se hallaron entre 9.23% y 9.44%. Los datos se encuentran en el Anexo 1.

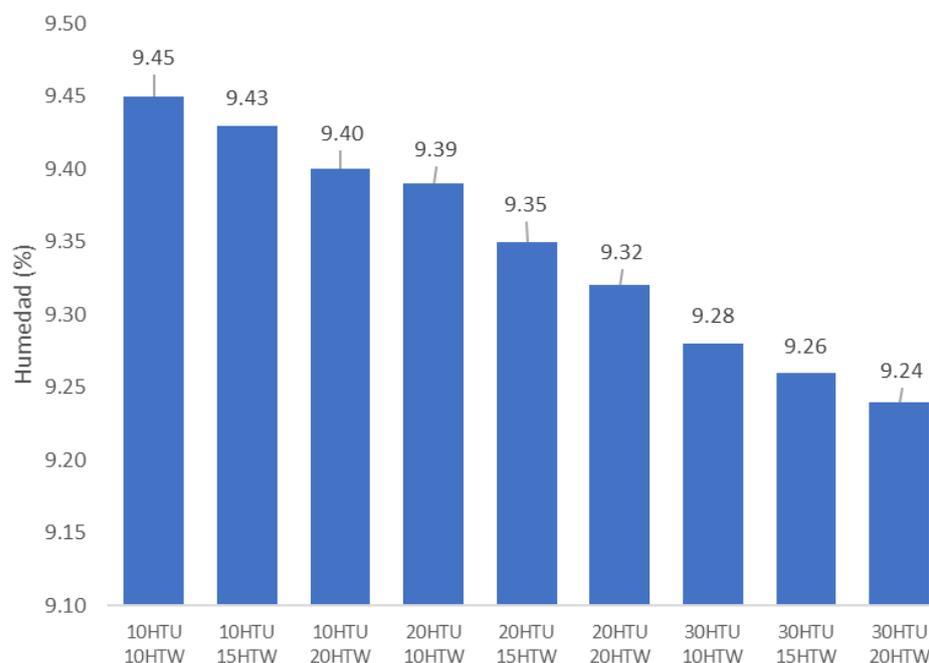


Figura 1. Contenido de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad en una barra alimenticia.

Según el MIDAGRI (2021), la harina de tuna tiene un alto contenido de fibra, lo que le permite presentar una alta capacidad para retener el agua, pudiendo beneficiar en el diseño de productos para mantener un producto flexible. Por otro lado, se considera un producto con

propiedades funcionales. Camarena y otros (2012) mencionan que el tarwi es una leguminosa con gran contenido nutricional, especialmente por la cantidad de proteínas (52%) destacando las globulinas y albuminas, carbohidratos (18.9%), grasa (21%) fibra cruda (7.1%), calcio (15%), hierro (10%), además, tiene una humedad del 7.7%, lo que la hace ideal para su uso en alimentos. Referente a los aminoácidos contiene en especial lisina, que es un aminoácido esencial en la absorción de calcio y la construcción del tejido muscular.

Según Ochoa (2012) las barras con alto contenido de proteína a base de quinua expandida con avena suelen contener una humedad que no exceda el 14.3%, indicando que cuando los ingredientes de baja humedad se combinan con otros ingredientes que pueden retener mayor humedad, el agua tenderá a migrar dentro del nuevo producto que se elabora hasta que se alcance el equilibrio de forma que se controle para evitar peligros de crecimiento microbiano. Olivera y otros (2012) elaboraron una barra de cereal con germen de trigo y avena denotando un valor de humedad de 9.9%, dando a conocer que la composición química de los diferentes ingredientes podría mantener un equilibrio adecuado de humedad, lo que es fundamental para la aceptación de las barras alimenticias. Taramuel (2020) desarrollo una barra proteica con 9.3% de quinua y 9.3% de harina de tarwi obteniendo una humedad de 9.54%, representando una baja humedad en los alimentos, indicando que son menos propensos al crecimiento de microorganismos perjudiciales, como mohos y levaduras; así mismo, mencionó que no existe norma técnica que referencie el contenido de humedad en este tipo de producto, por lo que consideró la norma técnica mexicana 2595: 2011 Granola–Requisitos presentando un valor de 10% de humedad, encontrando el valor dentro del límite establecido.

En el Cuadro 5, se describe la prueba de Levene aplicada a la humedad de la barra alimenticia existe una significativa diferencia porque el valor p es mayor a 0.05 por lo tanto se podrá efectuar el ANOVA.

Cuadro 1 . Prueba de Levene para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad en una barra alimenticia.

Variable	Estadístico de Levene	p
Humedad (%)	0.91	0.533

En el Cuadro 6 Se observa que las variables harina de tuna y harina de tarwi influyen de forma significativa en la formulación de la barra porque el p es menor a 0.05.

Cuadro 2. Análisis de la varianza de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad en una barra alimenticia

Origen de variaciones	Suma de cuadrados	Grados libertad	Promedio cuadrados	F	p
Harina tuna	0.123	2	0.061	66.579	0.000
Harina tarwi	0.012	2	0.006	6.568	0.007
Interacción	0.000	4	0.000	0.096	0.982
Error	0.017	18	0.001		
Total	0.152	26			

En el Cuadro 7 se presenta la prueba de Duncan que fue utilizada para analizar la humedad en la barra alimenticia. Quedando demostrado mediante la formación de subgrupos que presentaban características similares. Se escogió como el mejor tratamiento el subgrupo F con el resultado 9.23% debido a que presenta un

contenido de humedad bajo el cual permitirá un mayor tiempo de almacenamiento.

Cuadro 3. Prueba de Duncan para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad en una barra alimenticia

Tuna (%)	Tarwi (%)	Sub Grupo					
		A	B	C	D	E	F
10	10	9.45					
	15	9.43					
	20	9.40					
20	10	9.39					
	15		9.35				
	20			9.32			
30	10				9.28		
	15					9.26	
	20						9.23

4.2. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la fibra cruda en una barra alimenticia

En la Figura 5, se presenta cómo varía la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la fibra cruda dentro de una barra alimenticia. Las cifras obtenidas se ubicaron en un rango entre 1.50% y 4.49%. Los datos se encuentran en el Anexo 2.

Sáenz y otros (2006) mencionan que la paleta de tuna contiene un alto porcentaje de fibra cruda y está compuesta principalmente por mucílagos (3.8 - 8.6%), pectinas (5.3 - 14.2%), hemicelulosa (5.2 - 13.8%) y celulosa (3.5 - 13.2%), lo que lo convierte en una adecuada fuente de fibra, recalando que la edad de las paletas es un factor determinante en la cantidad de fibra que se puede obtener de ellos.

Por otro lado, Ávila y otros (2020) mencionan que, en el tarwi, la fibra está en su mayor parte en la cáscara pudiendo llegar a valores de 6 a 10%, aproximadamente, en el grano desamargado.

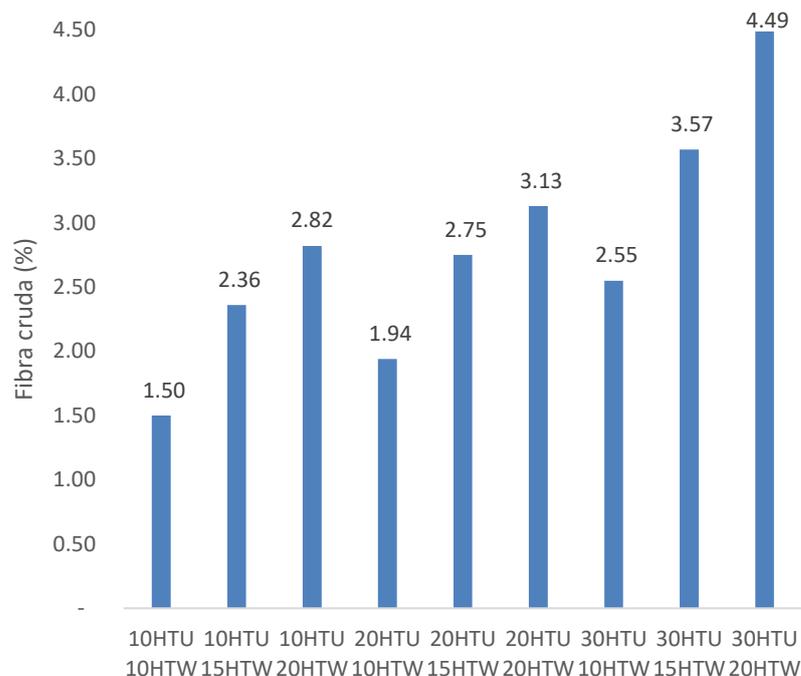


Figura 2. Contenido de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la fibra cruda en una barra alimenticia.

Leite (2013) menciona que uno de los factores que contribuyó a que los consumidores mejoraran su aceptación de las barras de cereal fue el alto contenido que presentan de fibra cruda. Espinoza y otros (2021) exponen que en la barra alimenticia la mayor parte de la fibra cruda en la avena se hallan en los tejidos exteriores del grano, como la cáscara y el salvado, los cuales cumplen funciones de protección y estructurales. La misma tendencia fue observada en la harina de tarwi.

En el Cuadro 8, se refleja la prueba de Levene aplicada a la fibra cruda dentro de la barra alimenticia existiendo diferencia significativa porque el valor p es mayor a 0.05 por lo tanto, pasamos a realizar el ANOVA.

Cuadro 4. Prueba de Levene para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la fibra cruda en una barra alimenticia

Variable	Estadístico de Levene	P
Fibra cruda (%)	0.401	0.905

En el cuadro 9 se observa que las variables harina de tuna y harina de tarwi influyen de forma significativa en la formulación de la barra porque el p es menor a 0.05

Cuadro 5. Análisis de la varianza de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la fibra cruda en una barra alimenticia

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados libertad	Promedio cuadrado s	F	p
Harina tuna	8.162	2	4.081	104.332	0.000
Harina tarwi	10.066	2	5.033	128.668	0.000
Interacción	0.513	4	0.128	3.282	0.035
Error	0.704	18	0.039		
Total	19.446	26			

En el Cuadro 10 se aplicó la prueba de Duncan al contenido de fibra cruda en la barra alimenticia, lo que mostró una significativa diferencia entre los tratamientos, como se evidenció debido a la formación de subgrupos. Los resultados muestran que el tratamiento 30% de harina

de tuna y 20% de harina de tarwi se consideró el mejor ya que presentó el mayor contenido de fibra cruda, con un valor de 4.49%.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la fibra cruda en una barra alimenticia.

Tuna (%)	Tarwi (%)	Sub Grupo					
		A	B	C	D	E	F
30	20	4.49					
30	15		3.57				
20	20		3.13				
10	20			2.82			
20	15			2.75			
30	10				2.55		
10	15				2.36		
20	10					1.94	
10	10						1.50

4.3. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre las proteínas en una barra alimenticia

En la Figura 6, se presenta cómo varía la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la proteína en una barra alimenticia. Los valores oscilaron entre 3.66 y 10.47%. Los datos se pueden observar en el Anexo 4.

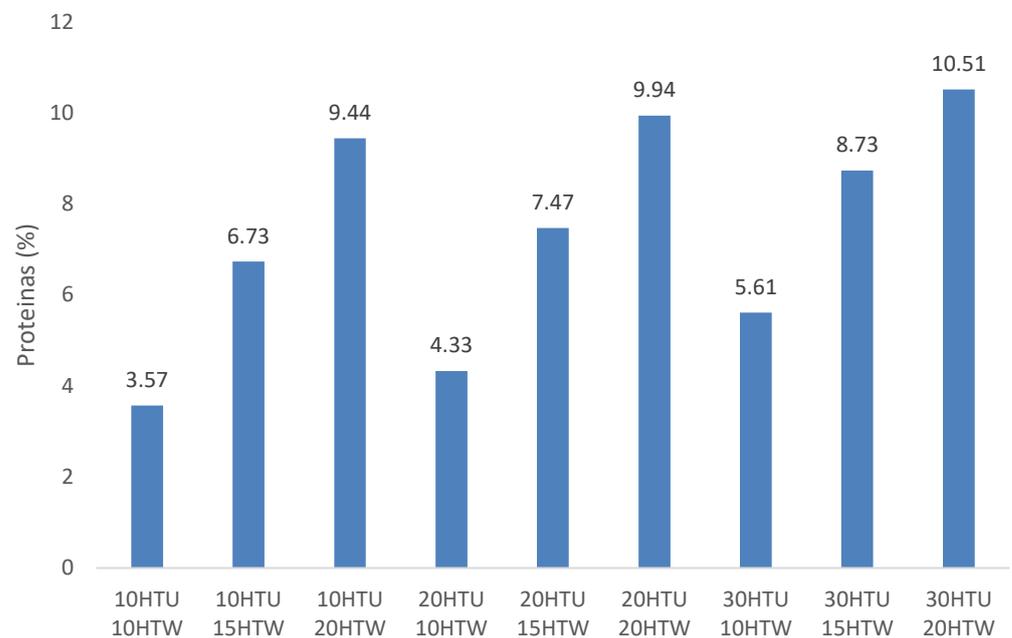


Figura 3. Contenido de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la proteína en una barra alimenticia

Según MIDAGRI (2021) y Azócar (2000) la harina de tuna tiene un contenido proteico de 12.66%, así mismo, mencionan que este componente podría verse afectado por factores como el tipo de planta (especie, variedad), edad de las paletas, estación del año, condiciones agronómicas (clima, tipo de suelo, fertilidad del suelo, condiciones de crecimiento). El contenido de proteína disminuye significativamente en la medida que las paletas de tuna aumentan su peso con la edad (Castillo y otros, 2013).

Ávila, Quispe y Vega (2020) señalan que la harina de tarwi tiene un alto contenido de proteína 44.3% y se considera de alta calidad por presentar un alto contenido del aminoácido esencial conocido como lisina. Adicionalmente, se considera una excelente alternativa para sustituir o limitar la ingesta de proteína animal, pudiendo evitar futuros inconvenientes de salud. Delgado y otros (2019) desarrollo un

producto con kiwicha, determinando que tiene un contenido proteico que varía entre el 14 y el 18%, por lo que presenta un aporte importante cuando se lo considera como ingrediente dentro del diseño de un alimento. Villanueva (2018) formulo un producto con aislado proteico de tarwi en el cual indica que esta leguminosa es un alimento que puede considerarse de alta calidad por su contenido de aminoácidos esenciales, como lisina, seguido de isoleucina, leucina, metionina, cistina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina, presentando un aporte importante en la nutrición humana.

Capella (2016) señala que el contenido de proteínas en las barras alimenticias disponibles en el mercado suele estar hechas principalmente de maní, arroz y avena. Según Ochoa (2012) las barras alimenticias suelen tener un contenido de proteínas ubicado entre el 4 a 15%, lo cual coincide con los valores obtenidos en nuestra investigación.

El Cuadro 11 muestra la prueba de Levene realizada en el cual existe diferencia significativa porque el valor p es mayor a 0.05 por lo tanto pasamos a realizar el ANOVA

Cuadro 7. Prueba de Levene para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la proteína en una barra alimenticia

Variable	Estadístico de Levene	P
Proteínas (%)	0.501	0.844

En el cuadro 12 se observa que las variables harina de tuna y harina de tarwi influyen de forma significativa en la formulación de la barra porque el p es menor a 0.05.

Cuadro 8. Análisis de la varianza de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la proteína en una barra alimenticia

Origen de variaciones	Suma de cuadrados	Grados libertad	Promedio cuadrados	F	p
Harina tuna	12.206	2	6.103	276.682	0.000
Harina tarwi	135.093	2	67.546	3062.239	0.000
Interacción	0.873	4	0.218	9.892	0.000
Error	0.397	18	0.022		
Total	148.568	26			

En el Cuadro 13 se muestra la prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en las barras alimenticias. Los resultados indican que se escogió como mejor tratamiento la combinación 30% de harina de tuna y 20% de harina de tarwi por presentar el mayor contenido de proteína (10.47%).

Cuadro 9. Prueba de Duncan para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la proteína en una barra alimenticia

Tuna (%)	Tarwi (%)	Sub Grupo								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
30	20	10.47								
20	20		9.93							
10	20			9.42						
30	15				8.80					
20	15					7.54				
10	15						6.80			
30	10							5.50		

20	10	4.31
10	10	3.66

4.4. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la firmeza en una barra alimenticia

En la Figura 7, se presenta cómo varía la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la firmeza en una barra alimenticia. Los datos obtenidos se ubican en un rango entre 12.66 y 28.18 N. Los valores se presentan en el Anexo 5.

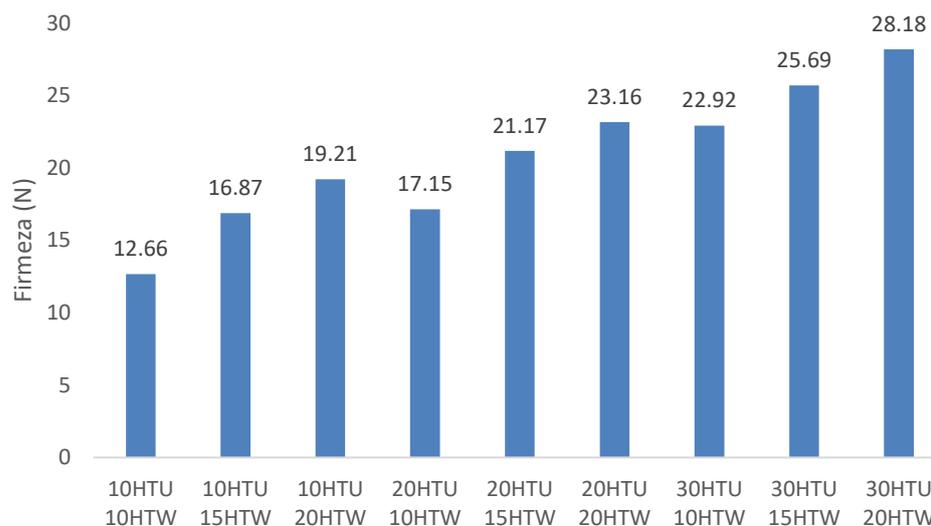


Figura 4. Contenido de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la firmeza en una barra alimenticia.

Márquez y Pretell (2018) evaluaron la firmeza de una barra proteica, elaborada con quinua, salvado de avena y harina de cáscara de piña con concentraciones entre 0 - 31.34%, obteniendo valores de 22.8 a 37.8 N, indicando que los alimentos con alto contenido de fibra proporcionan mayor densidad y fuerza influyendo en el aumento en la

resistencia al corte, además, es necesario considerar la diversidad de ingredientes presentes en una formulación ya que puede producir variación de fuerzas al momento de realizar las mediciones. Esta misma tendencia fue observada en los resultados encontrados en nuestra investigación.

Iuliano, González, Casas, Moncayo y Cote (2019) desarrollaron barras con cereales de quinua expandida, kiwicha expandida, hojuelas de quinua y semillas de chia (31 - 34%) y arándano rojo y nuez macadamia (24 - 31%), denotando una firmeza ascendente con valores de 8.67 – 24.30 N, conforme aumentó las semillas de chí y nuez respectivamente. Sánchez (2023) evaluó una barra proteica con harina de tarwi (4 – 14%), salvado de avena (5 - 17.5%), quinua expandida (16 – 26%) y arándanos deshidratados (2.5 – 15%) obteniendo valores de 9.15 - 14.77 N de firmeza, mostrando un incremento conforme aumentó el salvado de avena en la formulación.

Espinoza, Roldán, y Martínez (2021) elaboraron un snack extruido con harina de kiwicha (0 – 15%), harina de quinua (0 – 20%), harina de arveja (0 – 10%) indicando que la firmeza de un alimento se ve influenciada de manera proporcional por la presencia de la fibra cruda presente, la cual tiene un efecto positivo a nivel digestivo en los consumidores. Delgado, Ruiz, Sánchez, Zazueta, Aguilar, Carrillo, Camacho y Quintero (2019) mencionan que las barras alimenticias elaboradas con cereales expandidos pueden presentar una firmeza firme y crujiente, debido al uso de productos expandidos que cuentan con una estructura celular compuesta por bolsillos de aire y almidón gelatinizado.

En el Cuadro 14, se muestra la prueba de Levene aplicada a la firmeza de la barra alimenticia donde existe significativa diferencia porque el valor p es mayor a 0.05 por lo tanto, pasamos a realizar el ANOVA.

Cuadro 10. Prueba de Levene para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la firmeza en una barra alimenticia

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	0.25	0.974

En el Cuadro 15 se observa que las variables harina de tuna y harina de tarwi influyen de forma significativa en la formulación de la barra porque el p es menor a 0.05.

Cuadro 11. Análisis de la varianza de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la firmeza en una barra alimenticia

Origen de variaciones	Suma de cuadrados	Grados libertad	Promedio cuadrados	F	p
Harina tuna	394.66	2	197.33	1200.55	0.000
Harina tarwi	161.62	2	80.81	491.64	0.000
Interacción	2.20	4	0.55	3.34	0.032
Error	2.95	18	0.16		
Total	561.44	26			

En el Cuadro 16, la prueba de Duncan fue utilizada para analizar los niveles de firmeza en la barra alimenticia, lo cual reveló que existía una diferencia significativa entre los distintos tratamientos, quedando demostrado por la formación de subgrupos. Se escogió como el mejor tratamiento la combinación de 30% de harina de tuna y 20% de harina

de tarwi, con un valor de 28.18 N por presentar el mayor contenido de proteína y fibra cruda.

Cuadro 12 . Prueba de Duncan para la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la firmeza en una barra alimenticia

Tuna (%)	Tarwi (%)	Sub Grupo						
		A	B	C	D	E	F	G
30	20	28.18						
30	15		25.69					
20	20			23.16				
30	10			22.92				
20	15				21.17			
10	20					19.21		
20	10						17.15	
10	15						16.87	
10	10							12.66

4.5. Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la aceptabilidad general en una barra alimenticia

La Figura 8 muestra la aceptabilidad general en relación con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia. Se observa la mayor aceptación en la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna 20% y kiwicha expandida por harina de tarwi 15%. Los resultados pueden observarse en el Anexo 7.

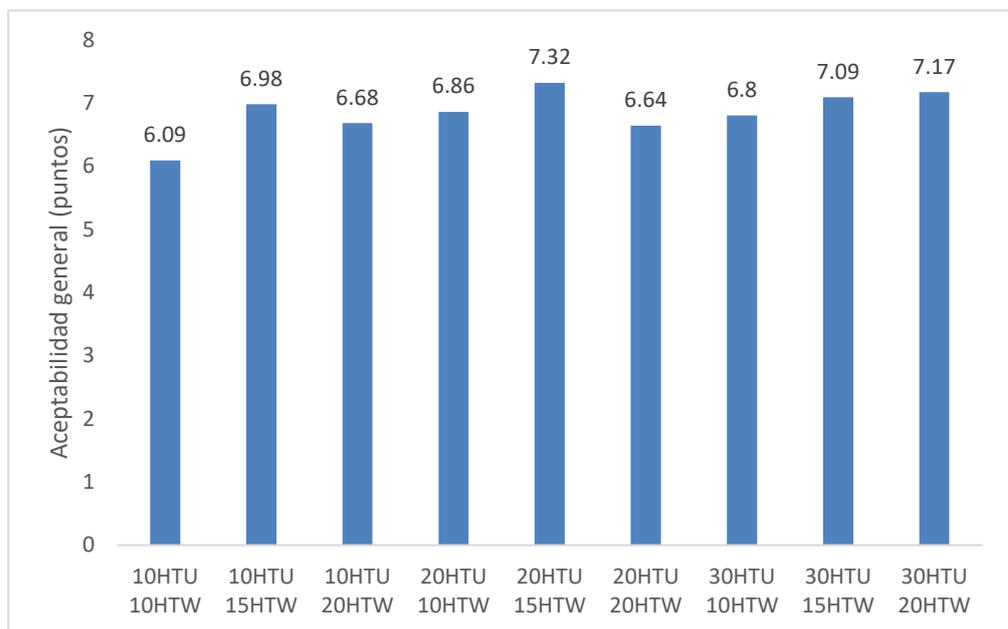


Figura 5. Sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la aceptabilidad general en una barra alimenticia.

Riveros (2020) obtuvo una aceptabilidad general con valores entre 7.73 y 6.97 puntos en una barra alimenticia con harina de tarwi (38, 30 y 10%), harina de yuca (10, 35 y 60%) y harina de arracacha (52, 35 y 30%). Sánchez (2023) evaluó una barra proteica con harina de tarwi (4 – 14%), salvado de avena (5 - 17.5%), quinua expandida (16 – 26%) y arándanos deshidratados (2.5 – 15%) obteniendo valores de 6 – 7.48 puntos.

Leite (2013) menciona que, en barras elaboradas con cereal, la aceptabilidad entre los consumidores aumenta cuando presentan fibra cruda muy probable porque la tendencia a la alimentación saludable está interiorizándose de forma más arraigada. Márquez y Pretell (2023) mencionan que la aceptabilidad sensorial puede relacionarse con la mezcla de los diferentes ingredientes secos y aglutinantes; sugiriendo que el uso de harinas pueden ser potenciales ingredientes para ser utilizados en el diseño de nuevas barras proteicas.

En el Cuadro 17, se dispuso la prueba de Friedman que indicó que existe diferencia entre los tratamientos al obtener un valor p menor a 0.05, por lo tanto, se escogió al tratamiento 20% harina de tuna y 15% harina de tarwi por presentar la mayor aceptación general en base al mayor promedio 7.67 y mayor valor de moda 9 puntos para ser comparado con los demás tratamientos y validar el mejor tratamiento usando la prueba de Wilcoxon.

Cuadro 13. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.

Formulación				
Harina de Tuna (%)	Harina de Tarwi (%)	Mediana	Promedio	Moda
10	10	6.33	6.09	8
	15	7.00	6.98	8
	20	6.89	6.68	8
20	10	7.00	6.86	8
	15	7.67	7.32	9
	20	6.78	6.64	7
30	10	7.00	6.80	6
	15	7.17	7.09	8
	20	7.17	7.17	9
Chi ²			20.05	
p			0.01	

En el Cuadro 18, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de la barra alimenticia, empleada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Se demostró estadísticamente que no hubo diferencia significativa entre

las diferentes formulaciones. Sin embargo, se considero como el mejor tratamiento la combinación 30% de harina de tuna y 20% de harina de tarwi por presentar una mediana y promedio de 7.17 puntos correspondiente a me agrada bastante, así como una moda de 9 puntos, además de reportar los valores más altos de contenido de proteína y fibra cruda.

Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia.

Formulación	Formulación		Mediana	p
	Harina de Tuna (%)	Harina de Tarwi (%)		
20% harina de tuna 15% harina de tarwi	10	10	6.33	1.000
		15	7.00	0.530
		20	6.89	0.901
	20	10	7.00	0.794
		20	6.78	0.936
		10	7.00	0.790
	30	15	7.17	0.203
		20	7.17	0.146

V. CONCLUSIONES

Existió efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi sobre la humedad, el contenido de proteínas, fibra cruda, firmeza y aceptabilidad general de una barra alimenticia.

El tratamiento con la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna (30%) y kiwicha expandida por harina de tarwi (20%) en una barra alimenticia presentó el menor contenido de humedad, 9.24%; mayor contenido de proteínas, 10.47%; mayor contenido de fibra cruda, 4.49%; mejor firmeza, 28.18 N y presentó la mejor aceptación sensorial, con 7.17 puntos que representa "me agrada bastante".

VI. RECOMENDACIONES

Optimizar la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en barras alimenticias.

Determinar la vida útil de la barra alimenticia elaborada a partir de una sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi.

Realizar ensayos con agentes antiendurecimiento y aglutinantes, para un mayor control de la firmeza y que evidencie una mayor aceptación.

Desarrollar análisis microbiológicos (hongos, mohos y levaduras) en las barras alimenticias con sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi.

Usar otros tipos de cereales, harinas de leguminosas y frutos deshidratados en la formulación de barras alimenticias.

VII. REFERENCIAS

Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible (AEDES). (2015). Manual de producción de kiwicha orgánica. Manual de la Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible. Arequipa, Perú. 1-39.

Álvarez, Y. C. (2012). Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una de base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

Allauca, V. (2005). Desarrollo de la tecnología de elaboración de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) germinado fresco para aumentar el valor nutritivo del grano (Disertación de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Anzaldúa–Morales, A. (2005). Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la Práctica. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza, España.

AOAC. (1989a). AOAC 992.23 Protein content in Foods. 13th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

AOAC (1995b). Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis (16th ed.). Arlington, VA, USA: Association of Analytical Chemists.

Apaza, V., Cáceres, G., Estrada R. y Pinedo R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de Quinoa en el Perú. Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Primera edición. Perú.

Ávila, L., Quispe, M. y Vegas, R. (2020). Efecto de la temperatura y tiempo de hidrolisis con NaOH en la obtención de péptidos solubles de harina de semillas residuales de tarwi. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad*, 3(2): 39-55.

Azócar, P. (2000). Utilización de paletas de tuna en la alimentación de rumiantes. Sitio Argentino de Producción Animal disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/Tuna/78-paletas_de_tuna.pdf

Bueno, E. (2021). Desarrollo de un snack horneado a partir de la harina de frejol panamito (*Phaseolus vulgaris*) con la cáscara y semillas de sandía (*Citrullus lanatus*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agrícola. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.

Camarena, F., Huaranga, A., Jiménez, J. y Mostacero, E. (2012). Revalorización de un cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Primera Edición. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina-Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).

Capella, A. (2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. Tesis para la obtención del Título de Licenciatura en Bromatología.

Carhuallanqui, S., Ccora, A., Vilcapoma, E. y Casas, J. (2022). Characterization of tarwi (*Lupinus mutabilis*) and design of a debittering prototype for the reduction of alkaloids. *Journal of Agri-Food Science*, 1: 53-62.

Carvajal-Larenas, F., Linnemann, A., Nout, M., Koziol, M. y Van Boekel, M. (2016). *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9): 231-246.

Castillo, S., Estrada, L., Margalef, M. y Tóffoli, L. (2013). Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra. *Diaeta*, 31(142):20-26

Cerón-Fernández, C., Guerra, L., Legarda, J., Enríquez, M. y Pismag, Y. (2016). Effect of extrusion on the physicochemical characteristics of quinoa flour. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2): 92-99.

Cervantes, J. (2011). Diseño y elaboración de una barra energética aprovechando un residuo agroindustrial incorporada con un probiótico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Químico Biológicas. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.

Córdova, B. 2018. Efecto de la sustitución parcial de salvado de avena (*Avena sativa*) por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra energética a base de quinua. Tesis para obtener el Título de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Cheikh, M., Abdelmoumen, S., Thomas, S., Attia, H. y Ghorbel, D. (2018). Use of green chemistry methods in the extraction of dietary fibers from cactus rackets (*Opuntia ficus indica*): Structural and microstructural studies. *International Journal of Biological Macromolecules*, 116: 901-910.

Delgado, C., Ruiz, K., Sánchez, J., Zazueta, J., Aguilar, E., Carrillo, A. Camacho, I. y Quintero, A. (2019). Effect of extrusion on physicochemical, nutritional and antioxidant properties of breakfast cereals produced from bran and dehydrated naranjita pomace. *Journal of Food Science*, 17(1): 240–250.

Espinoza, K., Roldán, D. y Martínez, N. (2021). Elaboración de Snack extruido a partir de cereales y concentrado de proteína de pota y determinación de su vida útil. *Rev. Anales Científicos*, 82 (1): 180-191.

FAO. (2011a). La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

FAO. (2011b). Métodos analíticos para la determinación de humedad, alcohol, energía, materia grasa y colesterol de alimentos. Depósito de documentos de la FAO.

Figueiredo, M., Macedo, R., De Oliveira, M., Rezende, K., Silva, N., Silva, D., Costa, D., Batista, K., Fernández, K., Peixoto M., y Buranelo, M. (2019). Characterization of corn (*Zea mays* L.) bran as a new food ingredient for snack bars. *LWT - Food Science and Technology*, 101: 812-818.

García, I., N. (2003). Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica* L) y su incorporación en galletas. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca, México.

Gutkoski, L., Bonamigo, J., Teixeira, D. y Peó, I. (2007). Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Food Sci. Technol* 27(2) <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200025>

Henao, M., Y. (2018). Formulación de una barra energética con alta capacidad antioxidante dirigida a ciclistas recreativos. Recuperado el 8 de noviembre del 2022 de:

http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2273/1/Formulacion_barra_energetica_ciclistas_recreativos.pdf

Hernández-Becerra, E., Aguilera-Barreiro, M., Contreras-Padilla, M., Pérez-Torrero, E. y Rodríguez-García, M.E. (2022). Nopal cladodes (*Opuntia Ficus Indica*): Nutritional properties and functional potential. *Journal of Functional Foods* 95. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105183>

Hincho, R. y Llacho, K. (2015a). Aceptabilidad y valor nutricional de una barra nutritiva a base de harina de tarwi, kiwicha expandida y harina de trigo. Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciado en Nutrición Humana. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Iuliano, L., González, G., Casas, N., Moncayo, D. y Cote, S. 2019. Development of an organic quinoa bar with amaranth and chia. *Food Sci. Technol, Campinas*, 39(1): 218-224.

Klerks, M., Roman, S., Verkerk, R. y Sánchez-Siles, L. (2022). Are cereal bars significantly healthier and more natural than chocolate bars? A preliminary assessment in the German market. *Journal of Functional Foods*, 89: Recuperado el 15 de octubre del 2020 de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175646462200010X>.

Kumar, R. y Chambers, E. (2019a). Lexicon for multiparameter texture assessment of snack and snack-like foods in English, Spanish, Chinese, and Hindi. *J. Sensory Stud.*, 34(4): 1-21.

Kumar, R. y Chambers, E. (2019b). Understanding the terminology for snack foods and their texture by consumers in four languages: a qualitative study. *Foods* 8(10): 1-23.

Leite, C. (2013). *Elaboração de barras de cereal com bocaiuva*. Tesis para obtener el Grado Académico de Doctor en Salud y Tecnología. Universidad Federal de Mato Grosso. Campo Grande, Brasil.

León, J. (2003). *Cultivo de la quinua en Puno-Perú. Descripción, manejo y producción*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano – UNAP. En: *La quinua en el Perú cadena exportadora y políticas de gestión ambiental*. Fairlie, R., A. Editor. PUCP. Recuperado el 4 de noviembre del 2022 de. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/54092/Nro_6_Fairlie_quinua_Per%C3%BA.pdf?sequence=1

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*, Puno, julio – octubre 2015. Tesis para Obtener el Título Profesional de Licenciado en Nutrición Humana. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Mamani, Y. y Quispe, M. (2017). *Efecto de la calidad proteica de la mezcla de harinas de kiwicha germinada y garbanzo en la recuperación nutricional y en los diversos órganos en ratas albinas inducidos a desnutrición*. Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciados en Nutrición Humana. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.

Márquez, L. y Pretell, C. (2018). *Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2): 67-78.

Melati, J., Lucchetta, L., Prado, N., Oliveira, D. y Tonial, I. (2021). Physical and sensory characteristics of salty cereal bar with different binding agents. *Food Science and Technology*, 41(1): 150-154.

MIDAGRI. (2020), Análisis del mercado de la quinua (2015-2020). Sierra exportadora. Unidad de Inteligencia comercial. Recuperado el 15 de noviembre del 2022 de:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1479275/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Quinua%202015%20-%202020.pdf>

MINAG. (2011). Series históricas de producción Agrícola. Ministerio de Agricultura. Oficina Económico y Estadísticos. Recuperado el 23 de noviembre del 2022 de:

<https://es.slideshare.net/hlarrea/minag-produccion-agricola-2011>

MINAG. (2013). Quinua Principales aspectos de la cadena agro productiva Perú. Ministerio de Agricultura. Dirección de Competitividad Agraria. Recuperado el 8 de noviembre del 2022 de:

<https://es.calameo.com/read/002384628bc079510c40e>

MINAGRI-DGESEP-SIEA (2018). Nota técnica de granos andinos Lima-Perú. Recuperado el 24 de noviembre del 2022 de:

<https://docplayer.es/95746402-Nota-tecnica-de-granos-andinos-junio-ministerio-de-agricultura-y-riego.html>

MIDAGRI. (2021a). Perú se consolida como primer productor y exportador de Quinua en el mundo. Ministerio de Agricultura y Riego. Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional. Recuperado el 18 de octubre del 2022 de:

<https://www.todoagro.com.ar/peru-se-consolida-como-primer-productor-y-exportador-de-quinua-en-el-mundo/>

MIDAGRI. (2021b). Análisis de Mercado de Tuna. Ministerio de Agricultura y Riego. Unidad de Inteligencia Comercial. Sierra y Selva Exportadora. Recuperado 28 de octubre del 2022 de:
<https://www.gob.pe/institucion/sse/informes-publicaciones/2765089-analisis-de-mercado-tuna-2015-202>.

MINAGRI (2021a). Observatorio de las Siembras y Perspectivas de la Producción de Quinua. Campaña Agrícola (2020-2021). Dirección General de Políticas Agrarias. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Recuperado el 22 de noviembre de 2022.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1742360/Observatorio%20de%20las%20siembras%20y%20perspectivas%20de%20la%20producci%C3%B3n%20de%20quinua.pdf>

MINAGRI. (2021b). Análisis de Mercado Tarwi. Ministerio de Agricultura y Riego. Unidad de Inteligencia Comercial. Sierra y selva exportadora. Recuperado el 11 de octubre del 2022 de:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2194218/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Tarwi%202021.pdf>

Momanyi, D., Owino, W. y Makokha A. (2020). Formulation, nutritional and sensory evaluation of baobab based ready-to-eat sorghum and cowpea blend snack bars. *Scientific African*, 7: 1-9.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00215>.

MDRYT. (2009). Política nacional de la quinua. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Consejo Nacional de Comercializadores y Productores de Quinua.

Muñoz-González, J. J. (2010). Identificación de fibra dietaría en la cascara pulpa y en el residuo de la extracción de gel de penca de tuna (*Opuntia ficus*) variedades amarilla y blanca. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Agropecuarias. Universidad Católica de Loja. Loja, Ecuador.

Ochoa. (2012). Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Apicare. Tesis para obtener el Título Profesional de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Olivera, M., Ferreyra, V., Giacomino, S., Curia, A., Pellegrino, N., Fournier, M., Apro, N. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Rev Chil Nutr.* 39(3): 18-25.

Peralta E., Mazón N., Murillo A, Rivera M., Rodriguez D., Lomas L. y Monar C. (2012). Manual agrícola de granos andinos. Chocho, quinua, amaranto y ataco. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Tercera edición. Ecuador.

Quispe, D. (2015). Composición nutricional de diez genotipos de Lupino (*L. Mutabilis* y *L. Albus*) desamargados por proceso acuoso. Tesis para obtener el Grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Rubio, J. (2019). El aporte de minerales a base de yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) en la elaboración de barras energéticas con kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Pesquero. Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera. Callao, Perú.

Sáenz, C.; Berger, H.; Corrales, J.; Galletti L.; García, V. y Higuera, I. (2006). Utilización agro-industrial del nopal. (Boletín de servicios agrícolas 162). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Sánchez, A. (2023). Efecto de la quinua expandida (*Chenopodium quinoa*), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*), salvado de avena (*Avena Sativa*) y arándano (*Vaccinium corymbosum*) deshidratado sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad de una barra alimenticia). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Programa de Estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Sierra Exportadora. (2013). Perfil comercial: Kiwicha. Consejo de Presidencia de ministros. Perú. 1-39.

Silva, F., Pante, C., Prudencio, S. y Ribeiro, A. (2011). Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. Revista Alimentos e Nutrição. Araraquara, Brasil.

Solís, A. y González, A. (2019). Diseño del proceso de producción de una planta piloto para la elaboración de barras energéticas. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua.

Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R. y Wadhwa, S. (2009). Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. Auckland, Nueva Zelanda.

Sharma, C., Kaur, A., Aggarwal, P., Singh, B. 2014. Cereal bars - a healthful choice a review, Carpath. J. Food Sci. Technol., 6 (2): 29–36.

Tapia, M. (2015). El tarwi, lupino andino. Proyecto titulado: Mujeres Andinas en Camino: Promoción del producto tarwi de la Provincia de Huaylas hacia el mercado nacional e internacional en el marco rural del desarrollo sostenible. Financiado por Fondo Ítalo Peruano. Perú.

Taramuel, E. (2020). Formulación y evaluación de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) y otros productos como una alternativa de valor agregado para la microempresa INDPROAGRO S.A. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Alimentos. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador.

Teixeira, C., Ferreira, R., Da Costa, R., Bonomo, P., Veloso, C., Cardoso, G. (2011). Characterization and sensorial evaluation of cereal bars with jackfruit. Universidad Estatal del Sudoeste de Bahia. Bahia, Brasil.

Thakur, M., Sharma, C., Mehta, A. y Torrico, D. 2022. Health claim effects on consumer acceptability, emotional responses, and purchase intent of protein bars. Journal of Agriculture and Food Research, 8: 1-7.

Verduga, K., Santamaría, J., Gordillo, G. y Montero, C. (2022). Sacha inchi energy bars: formulation optimization with statistical mix design. Enfoque UTE Revista, 13(1): 58-72.

Villanueva, G. (2018). Formulación de un producto con alto contenido en proteína a partir de un aislado proteico del tarwi (*Lupinus mutabilis* SWEET). Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. Universidad Mayor de San Andrés.

Yacila L. y Barraza G. (2014). Efecto de la proporción de *Chenopodium quinoa* (Quinua), *Amaranthus caudatus* (Kiwicha) y *Plukenetia volubilis* l.

(Sacha Inchi) en la aceptabilidad general y el análisis proximal de una barra energética. Revista Científica. Universidad Cesar Vallejo. Perú.

Zenteno, S. (2014). Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. Revista de Investigación Universitaria, 3:56-66. Lima, Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores de la humedad (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia

% Harina de tuna	10			20			30		
% Harina de tarwi	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Repetición 1	9.44	9.43	9.41	9.45	9.32	9.30	9.27	9.29	9.24
Repetición 2	9.46	9.42	9.37	9.38	9.37	9.32	9.30	9.24	9.20
Repetición 3	9.44	9.43	9.43	9.32	9.37	9.34	9.28	9.26	9.26
Promedio	9.45	9.43	9.40	9.39	9.35	9.32	9.28	9.26	9.24

Anexo 2. Valores de la fibra cruda (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia

% Harina de tuna	10			20			30		
% Harina de tarwi	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Repetición 1	1.33	2.24	2.66	1.87	2.53	3.12	2.15	3.34	4.45
Repetición 2	1.75	2.36	2.85	1.93	2.78	3.00	2.67	3.59	4.67
Repetición 3	1.41	2.49	2.94	2.01	2.94	3.27	2.82	3.78	4.34
Promedio	1.50	2.36	2.82	1.94	2.75	3.13	2.55	3.57	4.49

Anexo 3. Valores de las proteínas (%) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia

% Harina de tuna	10			20			30		
% Harina de tarwi	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Repetición 1	3.41	6.56	9.45	4.42	7.41	10.01	5.72	8.81	10.55
Repetición 2	3.73	6.89	9.42	4.23	7.53	9.86	5.49	8.65	10.47
Repetición 3	3.83	6.94	9.38	4.28	7.67	9.93	5.30	8.94	10.38
Promedio	3.57	6.73	9.44	4.33	7.47	9.94	5.61	8.73	10.51

Anexo 4. Valores de la firmeza (N) en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia

% Harina de tuna	10			20			30		
% Harina de tarwi	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Repetición 1	13.11	16.95	19.64	16.88	20.91	23.11	23.25	26.08	28.61
Repetición 2	11.91	16.69	19.07	17.64	21.43	22.96	22.48	25.45	27.56
Repetición 3	12.96	16.96	18.92	16.92	21.17	23.41	23.04	25.53	28.37
Promedio	12.66	16.87	19.21	17.15	21.17	23.16	22.92	25.69	28.18

Anexo 5. Valores de la aceptabilidad general en función de la sustitución parcial del salvado de avena por harina de paleta de tuna y kiwicha expandida por harina de tarwi en una barra alimenticia

Juez	10HTU	10HTU	10HTU	20HTU	20HTU	20HTU	30HTU	30HTU	30HTU
	10HTW	15HTW	20HTW	10HTW	15HTW	20HTW	10HTW	15HTW	20HTW
1	6	7	5	6	6	9	8	7	6
2	5	7	5	5	5	8	6	8	8
3	8	8	3	4	5	7	6	9	6
4	7	9	8	8	4	5	7	6	9
5	6	8	6	8	7	6	5	9	6
6	8	7	6	9	9	5	5	7	6
7	8	8	7	8	8	7	9	7	5
8	8	7	7	6	7	6	7	5	4
9	5	9	5	7	8	7	9	8	7
10	3	9	3	8	5	6	6	6	8
11	4	8	4	5	9	4	6	6	8
12	8	6	9	5	9	9	5	9	9
13	6	6	9	5	7	6	9	6	7
14	7	6	7	8	8	7	4	8	5
15	3	8	7	7	9	8	7	7	6
16	6	7	8	6	5	9	6	5	8
17	4	5	9	5	7	4	6	6	8
18	8	7	6	9	9	8	9	9	9
19	9	6	8	9	8	6	8	7	7
20	7	6	5	8	9	4	6	8	9
21	7	5	5	6	8	7	7	8	8
22	5	4	7	4	5	7	8	7	6
23	8	8	9	9	7	7	5	6	7
24	6	8	9	5	6	6	6	6	6
25	7	8	7	8	6	5	6	7	8
26	9	8	7	7	9	9	8	8	9

27	9	6	8	9	6	7	5	8	6
28	3	4	9	5	7	6	6	9	8
29	3	7	8	8	9	9	6	8	8
30	4	8	8	9	9	7	8	8	9
31	8	5	8	6	7	7	9	6	8
32	6	6	7	7	9	5	3	7	8
33	5	7	8	8	9	7	6	8	9
34	9	6	6	8	8	8	8	3	4
35	8	7	7	9	6	8	5	9	9
36	8	9	8	8	8	6	6	6	5
37	9	8	8	7	7	5	4	8	7
38	8	9	6	8	7	9	5	8	9
39	7	6	8	9	9	9	9	8	7
40	3	8	6	7	9	6	8	7	9
41	3	7	6	7	8	2	5	3	9
42	5	5	5	4	6	3	7	5	7
43	5	7	8	8	9	9	9	9	6
44	3	8	3	5	7	5	8	5	7
45	7	8	6	6	6	6	6	6	9
46	7	8	3	4	8	8	7	5	6
47	6	9	8	9	9	5	9	7	8
48	4	8	7	5	7	6	6	6	5
49	5	8	9	9	9	7	8	8	6
50	3	7	8	9	6	8	8	9	6
51	5	5	8	7	7	7	9	7	8
52	5	5	7	5	5	6	9	8	5
53	8	4	3	8	7	6	9	9	7
54	6	6	7	7	8	8	5	6	9
55	6	8	5	7	5	9	6	9	6
56	9	9	5	5	6	5	8	8	8
57	8	9	6	5	9	8	7	6	6
58	3	8	7	8	9	6	8	8	9
59	4	6	8	8	9	4	8	6	7
60	4	7	5	6	5	7	7	7	9
61	6	5	6	6	6	8	9	6	8
62	5	8	9	7	6	5	4	8	9
63	5	5	7	6	8	6	7	7	5
64	7	6	8	5	8	7	6	8	6
65	6	6	4	8	6	9	7	8	7
66	9	8	7	6	9	7	5	6	4
Promedio	6.09	6.98	6.68	6.86	7.32	6.64	6.80	7.09	7.17
Rango									
Promedio	6.00	6.50	6.00	6.50	6.50	5.50	6.00	6.00	6.50
Mediana	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Moda	8	8	8	8	9	7	6	8	9