

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



FORMULACIÓN DE PASTA ALIMENTICIA (Tallarín de Casa) CON
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y
ADICIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO EN POLVO

TESIS

PRESENTADA POR:

CLAUDIA PINARES HUAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

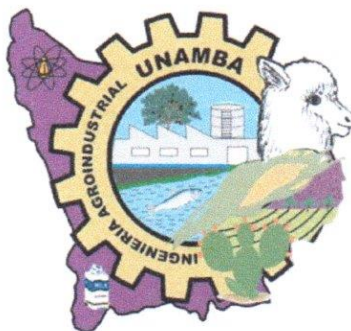
ABANCAY – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

“FORMULACIÓN DE PASTA ALIMENTICIA (Tallarín de Casa) CON
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y
ADICIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO EN POLVO”

Presentado por **CLAUDIA PINARES HUAMANI**, para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Agroindustrial

Sustentado y aprobado el 17 de octubre del 2019 ante el jurado:

Presidente:

Ph.D Fulgencio Vicanqui Pérez

Primer miembro:

Ing. Ruth Mery Ccopa Flores

Segundo miembro:

Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján

Asesor(es):

Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz

Dr. Melquiades Barragán Condori

Agradecimiento

- A mi padre celestial Jehová de los ejércitos Dios todopoderoso, a nuestro Señor Jesucristo y al Espíritu Santo por la vida que me da, por haberme permitido conocer su palabra, su misericordia, su gracia, su infinito amor, y su sabiduría, hasta aquí siempre me ha ayudado en todo para lograr mis objetivos. Gracias por todas sus promesas: *“Primeramente buscad el reino de Dios y su justicia y todo lo demás os serán añadidas”* *“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas”*.
- A toda mi familia, especialmente a mi hermano Rubén por haberme dado todo su apoyo y consejo en todo momento.
- A mis asesores Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz y Dr. Melquiades Barragán Condori por su tiempo, apoyo y orientación profesional constante, en la planificación y ejecución del presente trabajo de investigación.
- A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por permitirme el acceso de los laboratorios para la ejecución de mi tesis.
- A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por haber contribuido con sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi formación profesional.
- A la Sra. Visitación Paniura Samaca, por la facilitación del uso de su planta procesadora de tallarines de casa “Doña Vissi” y el uso de sus equipos, para realizar la ejecución de dicho proyecto de investigación.
- A mis amigas y amigos por su apoyo incondicional durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

Dedicatoria

A mi padre celestial Dios Todopoderoso, Omnipotente, Omnisciente, Omnipresente, por la vida que me da, por su cuidado, por guiar mis pasos y mi camino a la vida eterna.

A mis padres: Carlos y Ana, por brindarme su amor, apoyo incondicional y sus consejos que me empujan siempre a seguir adelante en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos: Rosmery, Rubén, José Luis y Mabel Rocío; por su apoyo incondicional, motivación de superación, por sus ejemplos de inspiración a seguirles y por confiar en mí.

ÍNDICE

Contenido	pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CAPÍTULO I.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1. Descripción del problema.....	4
1.2. Enunciado del problema.....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.5. Delimitación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Generalidades: Cereales y Leguminosa.....	10
2.2.2. Trigo.....	11
2.2.2.1. Composición de la harina de trigo.....	13
2.2.2.2. Papel del gluten en la industria de las pastas.....	13
2.2.2.3. Gelatinización del almidón.....	14
2.2.3. Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).....	14
2.2.3.1. Composición nutricional.....	15
2.2.3.2. Desamargado del grano de tarwi.....	17
2.2.3.3. Usos de la semilla de tarwi:.....	17
2.2.4. Cáscara de huevo.....	17
2.2.5. El calcio.....	18
2.2.5.1. Metabolismo del calcio.....	18
2.2.5.2. Dosis diarias recomendadas de calcio.....	19
2.2.5.3. Factores que limitan la absorción de calcio:.....	19
2.2.5.4. Deficiencia de Calcio.....	20
2.2.5.5. Toxicidad.....	20
2.2.6. Pasta alimenticia.....	20

2.2.6.1. Clasificación de las pastas alimenticias	21
2.2.6.2. Características de calidad de las pastas alimenticias	22
2.2.7. Evaluaciones de pastas alimenticias	23
2.2.7.1. Evaluación sensorial	23
2.2.7.2. Evaluación fisicoquímica	24
2.2.7.3. Análisis Microbiológico	24
2.2.8. Metodología de superficie de respuesta.....	24
2.2.8.1. Aspectos de metodología de superficie de respuesta.....	25
2.2.8.2. Técnicas de optimización	26
2.2.8.3. Diseño central compuesto (DCC).....	27
2.3. Definición de términos (Marco Conceptual)	28
CAPÍTULO III	29
DISEÑO METODOLÓGICO	29
3.1. Definición de Variables	29
3.2. Operacionalización de variables	29
3.3. Hipótesis de la investigación	30
3.4. Tipo y diseño de la investigación	30
3.4.1. Tipo de investigación	30
3.4.2. Diseño de la investigación.....	30
3.5. Población y Muestra	34
3.6. Procedimiento de la investigación	34
3.7. Material de investigación.....	41
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS.....	42
4.1. Descripción de los resultados.....	42
4.2. Contrastación de hipótesis	47
4.2.1. Hipótesis estadísticas (nula y alterna)	47
4.3. Discusión de resultados	50
CAPÍTULO V	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	63

ÍNDICE TABLA

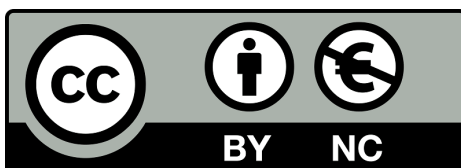
CONTENIDO	Pág.
Tabla 1. Composición media de las harinas de trigo.....	13
Tabla 2. Composición proximal de semillas, cotiledon y tegumento de tarwi.....	16
Tabla 3. Composición de aminoácidos de la fracción proteica de semilla de tarwi.....	16
Tabla 4. Composición de ácidos grasos de diferentes muestras de tarwi.....	16
Tabla 5. Dosis diarias recomendadas de calcio	19
Tabla 6. Requisitos físico químicos que deben cumplir las pastas o fideos.....	23
Tabla 7. Operacionalización de variables.....	29
Tabla 8. Coordenadas del Diseño Central Compuesto para dos factores.....	31
Tabla 9. Niveles codificadas de las variables independientes del experimento	32
Tabla 10. Tratamientos obtenidos mediante el Diseño de Compuesto Central (DCCR)	33
Tabla 11. Insumos utilizados para la elaboración de las pastas (Tallarín de Casa).....	33
Tabla 12. Materiales e instrumentos de Laboratorio	41
Tabla 13. Aceptabilidad (escala de 7 puntos) de los atributos sensoriales de la pasta alimenticia sustituida con tarwi y cáscara de huevo.....	42
Tabla 14. Análisis de la variación de sabor y aspecto general de la pasta con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo.....	43
Tabla 15. Formulación optimizada con la máxima aceptabilidad en los atributos de sabor y aspecto general	45
Tabla 16. Características fisicoquímicas de pasta alimenticia optimizada y control	46
Tabla 17. Valor nutricional de pasta alimenticia optimizada y control.....	47
Tabla 18. Resultados del análisis microbiológico	47
Tabla 19. Análisis de varianza de la aceptabilidad de pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en función al atributo sabor.....	69
Tabla 20. Análisis de varianza de la aceptabilidad de pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en función al Aspecto general	70
Tabla 21. Aceptabilidad máxima alcanzada.....	70
Tabla 22. Optimización de Múltiples Respuestas (sabor y aspecto general)	70

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Figura 1. Superficies de respuesta: a) descrita por un modelo de primer orden; b), c) y d) descritas por modelos de segundo orden.	26
Figura 2. Diseño central compuesto para dos factores.	31
Figura 3. Gráfica de superficie de respuesta del sabor y aspecto general.	44
Figura 4. Gráfica de contorno de superficie de respuesta de sabor.	44
Figura 5. Gráfica de contorno de superficie de respuesta de aspecto general.	44
Figura 6. Gráfica de contorno de superficie de respuesta estimada de optimización múltiple.	45
Figura 5. Comparación de la aceptabilidad del sabor y aspecto general.	48
Figura 6. Comparación de las características fisicoquímicas	48
Figura 7. Comparación del valor nutricional entre la pasta alimenticia en estudio y control.	49

FORMULACIÓN DE PASTA ALIMENTICIA (Tallarín de Casa) CON SUSTITUCIÓN
PARCIAL DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y ADICIÓN DE CÁSCARA DE
HUEVO EN POLVO

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ABREVIATURAS Y UNIDADES

MSR	: Metodología de Superficie de Respuestas
DCCR	: Diseño Central Compuesto Rotable
NTP	: Norma técnica peruana
g	: Gramos
ml	: Mililitros
µg	: Microgramos
ufc/g	: Unidades formadoras de colonias por gramo
A	: acidez titulable
HR	: Humedad relativa
Tc	: Tiempo de cocción
Ap	: Aumento de peso
Av	: Aumento de volumen

INTRODUCCIÓN

La pasta alimenticia es un alimento de consumo masivo y alta aceptabilidad a nivel mundial, forma parte de los hábitos alimenticios de muchas poblaciones, es relativamente económico, versátil, facilidad de preparación y almacenamiento. Perú es el segundo país de mayor consumo per cápita de pastas alimenticias con 10 kg/habitante/año en América Latina [1].

El componente principal de la pasta alimenticia es el gluten, sustancia de naturaleza proteica que se forma por hidratación de la harina de trigo y que tiene la característica especial de ligar los demás componentes de la harina y/o fideo [2]. La pasta alimenticia desde el punto de vista nutricional, es un alimento no balanceado, pobre en lisina. Sin embargo, si se combina con leguminosas ricas en este aminoácido esencial, no sólo se produce una complementación aminoacídica, sino que se incrementa el contenido de fibra dietética y de minerales [3].

La pasta o fideo compuesto contiene cantidades variables de legumbres, otros cereales o granos andinos, gluten, huevos, lácteos, verduras, u otros elementos nutritivos (como vitaminas, minerales adicionales a los establecidos por la autoridad competente) o funcionales permitidos con el fin de mejorar sus cualidades dietéticas [4].

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una de las fuentes más importantes de proteínas, grasa; además contienen elevados niveles de macronutrientes como fósforo y potasio, y de micronutrientes como hierro; pero bajos niveles de minerales esenciales como calcio y magnesio [5].

La cáscara de huevo es un subproducto considerado como desecho, sin embargo presenta un potencial nutricional [6]. La cáscara representa aproximadamente 10% del peso del huevo, de las cuales el 95% representa carbonato de calcio. El calcio es el macromineral con mayor presencia en el organismo y el cuarto componente después del agua, proteínas y grasas [7].

La pasta alimenticia “Tallarín de Casa” es un producto típico de la región Apurímac, se caracteriza por contener huevo, tiene mayor demanda puesto que se consume como plato típico acompañado con rocoto relleno, kapchi de chuño, cuy relleno, etc., en restaurantes y Quintas. Es por ello, el objetivo fue formular y optimizar una pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo, y determinar las características fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas al tratamiento optimizado.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue formular y optimizar una pasta con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo, y así determinar las características fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas. Se formuló 10 tratamientos con harina de tarwi entre 8 y 22%, y cáscara de huevo entre 0,8 y 2,2%. Se realizó la evaluación sensorial, a través de la prueba afectiva de satisfacción usando la escala hedónica de 7 puntos; además se utilizó la metodología de superficie de respuesta (MSR) y el diseño central compuesto rotatable (DCCR) para la optimización. A la formulación óptima se hizo la comparación de las características fisicoquímicas y nutricionales con la pasta alimenticia control (Tallarín de casa comercial) para ello se usó la prueba Tukey. El mejor tratamiento que obtuvo la mayor aceptabilidad respecto a los atributos de sabor y aspecto general, fue optimizado la formulación de la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de 10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo en polvo. Las características fisicoquímicas de la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con la formulación optimizada fueron: acidez titulable 0,12% de ácido láctico con 9,55% de humedad relativa, tiempo de cocción de 10,67 minutos, incremento del peso en 61% e incremento del volumen en 55,65%, siendo inferior al control (71,22%). Asimismo, mostró mayor valor nutricional: 12,33% de proteína; 0,27% de grasa; 73,58% de carbohidratos; 139,9 mg/100 de calcio y 7,25 µg/100 de vitamina D. Según el análisis microbiológico no hubo presencia de *salmonella* sp, los coliformes fueron menores a 10 ufc/g y el recuento de mohos fue de 45 ufc/g, estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la NTP 206.010:2016. La pasta alimenticia optimizada con sustitución de tarwi y fortificada con cáscara de huevo, tiene mayor valor nutricional respecto al tallarín de casa comercial, principalmente en su contenido de proteína y calcio, además mantiene sus características fisicoquímicas y organolépticas.

Palabras claves: *acidez titulable, optimización, pasta alimenticia, valor nutricional*

ABSTRACT

The objective of this study was to formulate and optimize a paste with replacement of tarwi and eggshell powder, and thus determine the physicochemical, nutritional and microbiological characteristics. 10 treatments were formulated with tarwi flour between 8 and 22%, and eggshell between 0,8 and 2,2%. Sensory evaluation was performed, through the affective satisfaction test using the 7-point hedonic scale; In addition, the response surface methodology (MSR) and the rotatable composite central design (DCCR) were used for optimization. At the optimum formulation the comparison of the physicochemical and nutritional characteristics was made with the control food paste (commercial noodle) for this purpose the Tukey test was used. The best treatment that obtained the highest acceptability regarding the flavor and general appearance attributes, the formulation of the pasta (House Noodle) was optimized with replacement of 10% tarwi and 1% eggshell powder. The physicochemical characteristics of the pasta (Tallarín de Casa) with the optimized formulation were: titratable acidity 0,12% lactic acid with 9,55% relative humidity, cooking time of 10,67 minutes, weight increase in 61,03 % and volume increase by 55,65%, being lower than the control (71,22%). It also showed a higher nutritional value: 12,33% protein; 0,27% fat; 73,58% carbohydrates; 139,9 mg / 100 of calcium and 7,25 µg / 100 of vitamin D. According to the microbiological analysis there was no presence of *salmonella* sp, the coliforms were less than 10 cfu / g and the mold count was 45 cfu / g, These values are within the permissible limits established in NTP 206.010: 2016. The pasta optimized with replacement of tarwi and fortified with eggshell, has greater nutritional value compared to the commercial house noodle, mainly in its protein and calcium content, also maintains its physicochemical and organoleptic characteristics.

Key words: *titratable acidity, optimization, food paste, nutritional value*

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La producción de pasta alimenticia (fideos envasados) en Perú, registro 388 533 TM en el año 2017, mientras la producción de pasta alimenticia (fideos especiales) fue 6TM, siendo como el último registro en el año 2006, según Ministerio de Agricultura (2018) [8]. En la actualidad no hay un registro de la producción de fideos especiales con sustituciones de harina de quinua, kiwicha u/o tipos de harina que incrementa el valor nutricional [3]. La malnutrición y la desnutrición sigue siendo un problema en el Perú [9], las regiones más afectadas son Huancavelica con casi 60%, Cajamarca, Amazonas, Ayacucho y Apurímac entre 40 a 50 % [10]. La Organización mundial de la Salud, menciona que la malnutrición se caracteriza por la carencia de diversos nutrientes esenciales en la dieta, en cualquiera de sus formas, presenta riesgos considerables para la salud humana.

Por otra parte la industrialización del huevo genera cada año toneladas de cáscaras, consideradas como desecho, por lo general no son aprovechadas, pero tienen un gran potencial como suplemento alimenticio, una fuente mayor de calcio [6;11;12], siendo la cáscara, junto a las membranas, el 10% del peso total del huevo [7;13], de las cuales el 95% (en peso de la corteza) está como carbonato de calcio, carbonato de magnesio 1% y fosfato de calcio 1%. Del carbonato de calcio presente en la cáscara, un 36.9% se encuentra de forma absorbible por el cuerpo humano [14]. En Abancay-Apurímac, las microempresas que elaboran pasta alimenticia (Tallarín de Casa), eliminan cantidades considerables de cáscara de huevo como desecho. El consumo de productos con fuentes de calcio es de suma importancia, siendo el calcio el cuarto componente del cuerpo después del agua, las proteínas y las grasas. Tanto su carencia como su exceso son perjudiciales para la salud [15]. La deficiencia de calcio en el organismo no siempre se debe a un aporte insuficiente, sino a un consumo desproporcionado de proteína, sodio y fósforo, nutrientes que limitan la absorción y favorecen la eliminación [16], el factor más importante que limita la absorción de calcio, es la deficiencia de vitamina D [17]. El calcio total del organismo, resulta del balance entre la ingesta y la excreción, tanto intestinal como urinaria. La ingesta normal de calcio varía entre 500 a 1000 mg de calcio elemental en 24 horas. Normalmente se absorbe del 20 al 30% del calcio ingerido y en ocasiones sólo un 10%.

El tarwi, es conocido desde hace varios años, su difusión se ha visto restringida por la presencia de alcaloides que le confieren un sabor amargo y afecta su biodisponibilidad de nutrientes [18], por lo que no puede ser consumido directamente [19], hasta la actualidad es el mayor obstáculo para su utilización en la alimentación humana [20]. Sin embargo, es un grano con un valor nutricional excepcional por su gran cantidad de proteínas, vitaminas y minerales. Las potencialidades de este grano fueron estudiadas resaltando sus propiedades nutritivas, principalmente su alto contenido proteico que lo coloca como una alternativa nutricional. En Abancay-Apurímac, el tarwi se consume únicamente como puré acompañado con arroz y su guiso, y en varios departamentos el consumo es limitado, a pesar de su valor nutritivo.

La pasta de trigo es un alimento altamente consumido; sin embargo, desde el punto de vista nutricional, es un alimento no balanceado, debido a que del trigo su principal constituyente es pobre en lisina. Sin embargo, si se combina con leguminosas ricas en este aminoácido esencial, no sólo se produce una complementación aminoacídica, sino que se incrementa el contenido de fibra dietética y de minerales [3]. No existe aún, estudio específico de pasta alimenticia con la sustitución parcial de tarwi y la adición de cáscara de huevo en polvo, una formulación de dichos ingredientes que indique la aceptabilidad a través de las propiedades sensoriales (sabor, aspecto general), características fisicoquímicas (acidez titulable, humedad relativa, tiempo de cocción, aumento de peso, aumento de volumen), y el valor nutricional (% de proteína, % de grasa, % de carbohidratos, contenido de calcio y vitamina D), propiedades que son el resultado de las interacciones complejas entre los componentes de sustitución en la elaboración de dicha pasta.

1.2. Enunciado del problema

Enunciado del problema general

¿Cuál será la formulación óptima en la elaboración de pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y adición de cáscara de huevo en polvo, que tenga la aceptabilidad sensorial, y cómo influirá dicha sustitución en las características fisicoquímicas, composición nutricional y contenido microbiológico?

Enunciado de los problemas específicos

¿Cuál será la formulación óptima en la elaboración de pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y adición de cáscara de huevo con mayor aceptabilidad sensorial?

¿Qué características fisicoquímicas, composición nutricional presentará la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con la formulación óptima, elaborada con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo, y cumplirá con los requisitos microbiológicos?

1.3. Objetivos

Objetivos generales

Formular una pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo, y determinar las características fisicoquímicas, composición nutricional y análisis microbiológico.

Objetivos específicos

- Optimizar la formulación en la elaboración de pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y adición de cáscara de huevo en polvo, a través de la evaluación sensorial.
- Determinar las características fisicoquímicas, composición nutricional y análisis microbiológico de la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) de formulación óptima, elaborada con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo.

1.4. Justificación de la investigación

En la actualidad se ha incrementado las nuevas tendencias de alimentación que están llevando consigo la elaboración de productos innovadores, la tendencia por el consumo de productos de origen natural así como por el cuidado de cuerpo, refleja un cambio en la mentalidad de las personas hacia una alimentación sana, adecuada y natural [21; 22].

En los últimos años ha surgido un gran interés por los cereales y legumbres andinos (quinua, kiwicha, kañiwa, tarwi, etc.) debido a su aporte nutricional y diversos beneficios para la salud. Una de las vías para introducir dichas leguminosas a la dieta de la población es a través de las pastas, siendo el Perú el segundo país de mayor consumo per cápita de pastas alimenticias con 10kg/habitante/año en América Latina [1].

La pasta es un alimento de gran aceptación a nivel mundial y forma parte de los hábitos alimenticios de varias personas porque es relativamente económica, versátil, de fácil preparación y almacenamiento [3; 12]. Las pastas alimenticias tienen un alto nivel de penetración en los diferentes segmentos socioeconómicos del Perú, debido a que es usado en platos tradicionales [23], en Abancay-Apurímac, la pasta fresca y seca se consume como plato típico y se conoce con el nombre de tallarín de casa. Es por ello se plantea desarrollar un nuevo tipo de pasta alimenticia enriquecida, incorporando nuevas fuentes de proteína y calcio, utilizando tarwi y cáscara de huevo en polvo, siendo un producto de innovación, y nutricionalmente mejor que los fideos tradicionales a base solamente de trigo, ya que el tarwi tiene propiedades nutritivas ricas en proteína y ácidos grasos como los omega 3, omega 6 y omega 9 [24]; y el calcio es un mineral indispensable para varios procesos del organismo tales como la formación de los huesos y los dientes, la contracción muscular y el funcionamiento del sistema nervioso [25]. Asimismo, dando un valor agregado al cascarron de huevo que normalmente se tiene como desecho, al mismo tiempo evitando la contaminación del medio ambiente.

La presente investigación, beneficiará a todos los consumidores de pasta fresca o seca, de toda edad; personas con dificultades en el consumo directo de tarwi; niños con déficit de calcio y adulto mayor que sufre con problemas de osteoporosis; estudiantes interesados que deseen realizar investigación en desarrollo de nuevos productos, usando como sustitución o adición de tarwi y/o cáscara de huevo; empresas y/o microempresas de pastas alimenticias, puesto que en los últimos tiempos se está emprendiendo el uso de cereales y leguminosas andinas. También con esta investigación se pretende motivar la producción, presentar como alternativa de consumo y la comercialización de tarwi en Abancay-Apurímac.

1.5. Delimitación

El desarrollo del presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Química de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, ciudad de Abancay departamento de Apurímac.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Granito y Ascanio [3] en su investigación “Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas con leguminosas” produjeron a escala de planta piloto pastas largas de sémola, extendidas con harinas cocidas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y (*Cajanus cajan* L.), con el objetivo de determinar las características física, química, nutricional y sensorial a nivel de consumidores. Se determinó que las pastas con harina de leguminosas incrementan el tiempo óptimo de cocción de 15 a 20%, el peso entre 20 y 25%. El valor funcional de las pastas aumentó al incrementarse el contenido de minerales y de fibra dietética total. La proteína, así como la digestibilidad proteica in vitro también se incrementó. A nivel de consumidores las pastas extendidas tuvieron una buena aceptabilidad, por lo que se concluyó que es tecnológicamente factible la extensión de la sémola con harinas de leguminosas en la elaboración de pastas.

Ramírez [11] en su investigación “Evaluación de características fisicoquímicas, químicas y sensoriales de pasta Fettuccine con sustitución parcial de la harina de trigo por almidón de yuca y cáscara de huevo” tubo como objetivo de estudio: optimizar la cáscara de huevo en polvo y el almidón de yuca para reducir los costos y ver la influencia de dichas variables que afecten las propiedades fisicoquímicas y evaluar la aceptación de la pasta Fettuccine con almidón de yuca y cáscara de huevo en polvo. Se utilizó la metodología de superficie de respuesta y con un diseño de composición central rotacional. Se obtuvo el tratamiento optimizado con 20% de almidón de yuca y 2% de cáscara de huevo, este se comparó proximalmente con una pasta control. El aporte nutricional de calcio a la pasta elaborada fue 280% más que la pasta control, sin embargo, fue sensorialmente menos aceptada por los panelistas. Se concluyó que la interacción de almidón de yuca y cáscara de huevo resulto estadísticamente significativa en la acidez alcohólica, tiempo de cocción, solubilidad y absorción en agua.

Rosas *et al.* [12] en su investigación denominado “Valorización de cáscaras de huevo como suplemento de calcio en pasta tipo fettuccine”, tuvo como objetivo adicionar cáscaras de huevo a pasta elaborada con harina de trigo, como una fuente de calcio para los individuos cuyo consumo de alimentos ricos en calcio es limitado. La metodología usada para determinar el contenido de calcio fue por valoraciones con EDTA 0,01M con negro de eriocromo T como indicador. Se obtuvo un porcentaje promedio de 9,06% de calcio, que fue superior al de una pasta comercial (0,035%). Al no haberse detectado la presencia de *Salmonella*, se concluyó que la cáscara de huevo puede aumentar el valor nutricional de este popular alimento sin que se comprometa su inocuidad.

Pantoja y Prieto [20] en su investigación “Evaluación tecnológica y sensorial de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi evaluó la composición química proximal de las harinas, el comportamiento reológico de las formulaciones, y el análisis sensorial de las pastas cocidos en agua-sal y pastas en sopa, de las cuales obtuvo el mejor tratamiento con sustitución de 10% de tarwi con 10% de quinua y el control. En el periodo (30 días) de almacenamiento en condiciones aceleradas de las pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua y tarwi, la acidez titulable fue afectada negativamente, y en la formulación con sustitución de 15% de tarwi y 5% de quinua sobrepasa el límite máximo (0,45%). Se concluyó que la pasta elaborada con sustitución de 10% H. de tarwi y 10% H. de quinua; es altamente nutritivo aportando 19,06% de proteína; 3,23% de grasa; 0,646% de ceniza y 2,163% de fibra.

Pepe [26] en su investigación denominada “Comparación de las mezclas de harina de trigo y tarwi en la evaluación sensorial de pastas” evaluó el efecto de la sustitución, con el objetivo de determinar el mejor tratamiento mediante una evaluación sensorial y la calidad de la pasta. Se utilizó un diseño factorial, siendo el primer factor el tipo de harina de tarwi y el segundo factor los porcentajes de sustitución del 0, 15, 20, 25 y 30%. En la calidad de cocción de la pasta se obtuvo que el tiempo de cocción es menor en la pasta elaborada con la mezcla 10,83 minutos que en la pasta de harina de trigo importado 14,35 minutos, el porcentaje de hinchamiento fue 138% siendo menor que la elaborada con harina de trigo que presenta un 164%. El mejor tratamiento fue la pasta con harina de tarwi con cáscara al 20% de sustitución, por presentar mayor promedio de aceptabilidad, menor pegajosidad y mayor firmeza; menor tiempo de cocción. En cuanto a la composición química presentó con humedad 9,41%; carbohidratos 69,94%; proteína 22,56%; fibra 2,81%. Se concluyó que al adicionar harina de tarwi con cáscara en la elaboración de pastas se minimiza la cantidad de deficiencia de aminoácidos como treonina y triptófano que se encuentran como deficitarios en las pastas elaboradas solamente con harina de trigo.

Ponce *et al.* [27] en su investigación “Sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la producción de pasta larga” tuvo por objetivo analizar la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en la producción de pasta larga utilizando la metodología de superficie de respuesta y obtener el punto óptimo utilizando la función de deseabilidad para obtener una pasta con mejor calidad nutricional. Se realizó un diseño central compuesto (DCC). Al aumentar la harina de tarwi y huevo en la formulación incrementó el valor de índice de adsorción de agua (IAA) y de pérdida de sólidos. Se concluyó que la mejor formulación para la obtención de una pasta más nutritiva y de buena calidad, se consigue con una sustitución de 25% de harina de tarwi y 18% de huevo en la mezcla.

Albuja y Yépez [28] en su investigación “Desarrollo de pasta de arroz libre de gluten con sustitución parcial por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) a través de un diseño experimental de proceso-mezclas” elaboró una pasta sin gluten de harina de arroz con sustitución parcial por harina de tarwi 10% a 30% (Variable de mezclas), con formulación de huevo de 8% a 30% y goma guar de 0,15% a 1% (Variable de procesos), utilizando la metodología de superficies de respuestas generadas a través de un diseño de mezclas (mixture design) del tipo proceso - mezclas. Se realizó un análisis sensorial que cuantificó el agrado del consumidor en las características sensoriales de la pasta ($p < 0,05$) donde la mejor formulación fue 20% harina de tarwi, 30% huevo y 0,15% goma guar. Se hizo un análisis proximal de la pasta para compararla con una de control (100% arroz) donde la pasta con tarwi aumentó en proteína 63,15%, grasa insaturada 112,12% y fibra 126,66%. Se concluyó que el reemplazo parcial de la harina de arroz por harina de tarwi se puede utilizar de manera favorable en la formulación de pasta libre de gluten.

2.2. Marco referencial

2.2.1. Generalidades: Cereales y Leguminosa

Los cereales son los frutos maduros y desecados de las gramíneas, que adoptan la conocida forma de crecimiento en espiga. El grano del cereal es una semilla, y está formado por dos partes muy diferentes: las cubiertas o envolturas y la parte interna de la semilla o endospermo, en la que se incluyen: trigo, maíz, arroz, cebada, avena, centeno y sorgo. Los cereales constituyen la principal fuente de energía en la dieta debido a su alto valor energético, el contenido de carbohidratos y de calorías es similar en todos [25].

Las proteínas de los cereales se clasifican de acuerdo a su solubilidad en cuatro tipos [29]:

- Albúminas, solubles en agua.
- Globulinas, insolubles en agua y solubles en soluciones salinas diluidas.
- Prolaminas, insolubles en agua y en soluciones salinas y solubles en alcohol al 70%.
- Glutelinas, insolubles en los solventes anteriormente mencionados y solubles en ácidos diluidos.

Las albúminas y las globulinas están concentradas en el germen, el salvado y las células de la capa de aleurona, y en menor medida en el endospermo. Estas proteínas poseen un buen balance de aminoácidos [29].

Las leguminosas son aquellas plantas cuyos frutos son en forma de vaina que guarda las semillas. Se consideran legumbres secas a las semillas deshidratadas comestibles de leguminosas que producen de una a doce granas de diferente tamaño, forma y color dentro de una vaina, en las que se incluyen: tarwis, altramuces, frijoles, habas secas, lentejas, guisantes secos, arvejas secas y garbanzos secos [30].

Las leguminosas son una fuente importante de energía y proteína vegetal libre de grasa, así como fuente de fibra dietética y múltiples micronutrientes. Son alimentos con alto aporte de proteínas (en un rango de 17% a 35%), fibra dietética (20%) y micronutrientes esenciales para los humanos como vitaminas del complejo B y folato; minerales en mínimas cantidades como el potasio, hierro, calcio, magnesio, zinc; y un reducido aporte de grasas (<4%) [31].

Las proteínas de los cereales es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano; por esto su calidad es menor que la de las proteínas de origen animal; sin embargo, dicha calidad se mejora cuando se combina con las leguminosas porque proveen los aminoácidos que no contienen los cereales, ésta complementación no solo ocurre a nivel de proteína, sino también de vitaminas y minerales [3].

Las proteínas tienen capacidad de complementarse si se mezclan proteínas de más alto valor biológico con otras que lo tengan inferior (por ejemplo, leche + cereales); la leche tiene proteínas de alto valor biológico y las de los cereales son deficientes en lisina (aminoácido limitante), por lo que la cantidad de lisina de la leche. Otra posibilidad consiste en mezclar alimentos que contengan proteínas de bajo valor biológico con distinto aminoácido limitante (maíz + soja, o arroz + lentejas). Los cereales, como ya se ha indicado, son deficitarios en lisina y las leguminosas lo son en metionina, por lo cual se complementan proteicamente [25].

En leguminosas, el alto aporte de proteínas, junto con su perfil de composición de aminoácidos, es complementaria a la de los cereales, recomendándose su consumo de forma combinada, para aumentar la calidad de la proteína total. Esta complementariedad obedece a que la lisina es el aminoácido limitante en los cereales mientras que la metionina lo es en las leguminosas [31; 32].

2.2.2. Trigo

El grano del trigo se utiliza para hacer harina, harina integral, sémola y malta, así como una gran variedad de productos alimenticios derivados de estos, como pan, galletas, cerveza, whisky, pasta, cereales de desayuno, aperitivos, etc., [29].

El trigo es el cereal más adecuado para la elaboración de la pasta alimenticia. Sus proteínas tienen la capacidad de interactuar entre ellas y con otros componentes como los lípidos, para formar complejos de lipoproteínas visco elásticas (gluten), que contribuyen al desarrollo de la masa y previenen la disgregación de la pasta durante la cocción en agua caliente [3].

Se entiende por harina de trigo al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura [33].

La harina de trigo es la única que tiene la habilidad de formar una masa cohesiva y tenaz, capaz de retener gases y dar productos aireados y livianos después de su cocción. Esta propiedad se debe a su composición química, y en especial a las proteínas y su capacidad para formar gluten [29].

La harina de trigo se divide en tres categorías según su contenido en proteínas (34):

- a) **Trigos duros (*Triticum durum*):** Se caracterizan por tener un contenido importante en proteínas (13,5 - 15,0%) y bajo contenido en agua. Es el trigo utilizado para extraer la sémola y semolina. La harina que producen estos trigos se utiliza principalmente en la producción de pastas.
- b) **Trigos semiduros (*Triticum vulgare*):** son menos ricos en materia proteica (12-13%), contienen un poco más de agua. Se utilizan principalmente para la fabricación de pan.
- c) **Trigos blandos (*Triticum club*):** Son muy ricos en almidón proporcionando una harina muy blanca, contiene poca materia proteica (7,5 - 10%). Se utiliza para la fabricación de galletas, pasteles, etc.

El trigo duro produce un grano ámbar y vítreo de cuya molienda se obtiene una harina amarillenta con un tamaño de partícula de 50-500 μ , llamada sémola. La pasta producida con la sémola del trigo duro es preferida por su calidad superior, ya que, tras la cocción, conserva su forma, firmeza y un color amarillo brillante del agrado del consumidor. Por ello, para obtener una pasta de buena calidad es necesario que la variedad de trigo duro de la que se parta sea de buena calidad y uniforme [35].

2.2.2.1. Composición de la harina de trigo

La composición química de la harina de trigo depende del grado de extracción [34]. A medida que aumenta el grado de extracción, disminuye la proporción de almidón y aumenta en contenido de componentes de las envolturas, como minerales, vitaminas y fibra alimentaria [20]. En la Tabla 1 se muestra la composición de la harina de trigo según su grado de extracción.

El almidón es un polvo blanco que forma unos granos minúsculos insolubles en el agua fría. El almidón forma un engrudo en agua caliente. El compuesto denominado “gluten” es la proteína del trigo [25].

Tabla 1. *Composición media de las harinas de trigo*

Grado de extracción	40-56%	64-71%	76-79%	82-85%	100%
Almidon	84,4	81,8	78,4	78,2	66
Proteína	11,7	12,3	13	13	14,8
Lipidos	1	1,2	1,5	1,9	2,3
Fibra bruta	3,7	3,7	s.d	4,9	10,9
Minerales (cenizas)	0,4	0,6	0,8	1,1	1,7

Fuente: [36]

2.2.2.2. Papel del gluten en la industria de las pastas

El gluten es el gel formado por ciertas proteínas del trigo (gliadinas y gluteninas), cuando se trabaja mecánicamente una mezcla de harina y agua. Las proteínas que integran el gluten se encuentran localizadas en cuerpos proteicos en el endospermo del grano; durante el amasado se produce la ruptura de estos cuerpos y su hidratación, formando una red tridimensional continua la cual se encuentra embebido el almidón [37]. Las interacciones de tipo covalentes y no covalentes entre los polipéptidos más grandes que forman la masa producen una matriz elástica y extensible [29].

El complejo gluten, está compuesto por dos grupos principales de proteínas: gliadina 43% y glutenina 39%, estas son únicas en términos de su composición de aminoácidos, que se caracterizan por un alto contenido de glutamina y prolina; además, del bajo contenido de aminoácidos con grupos laterales cargados [22].

El gluten se forma con el hinchamiento e hidratación de las proteínas glutenina y gliadina que están en la harina de trigo, características que permiten que se forme una masa elástica que tenga cohesión manteniendo el gluten encapsulado al almidón en la pasta, permaneciendo así durante la elaboración y cocción. El gluten contribuye al desarrollo adecuado de la masa e impide la separación o disgregación de la pasta durante la cocción [38].

Cuando los niveles de proteína son muy altos (mayores de 18%), pueden surgir algunas dificultades durante el proceso, a partir de la masa, que se estirara demasiado durante la extrusión. Un bajo contenido de proteína (9-10%) ocasiona que la hidratación sea lenta y las adsorciones de agua se incrementen o se alarguen los tiempos de mezclado, lo que conduce a dificultades en el secado de las pasta largas y aun cuando se secan satisfactoriamente, los productos serían más frágiles y con características de cocción pobre [39].

2.2.2.3. Gelatinización del almidón

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero se hinchan cuando se calienta en medio acuoso. Inicialmente el hinchamiento es reversible y las propiedades ópticas del gránulo no se pierden; sin embargo cuando se alcanza una cierta temperatura, el hinchamiento llega a ser irreversible y la estructura del gránulo es significativamente, dicho proceso es conocido como gelatinización y la temperatura a la cual ocurre, temperatura de gelatinización. Cuando la cantidad de agua es limitada, no ocurre una gelatinización completa [39].

El hinchamiento de los gránulos de almidón que se presenta durante la gelatinización provoca que la viscosidad del medio incremente. Las estructuras moleculares de los constituyentes del almidón contribuyen al incremento de la viscosidad. Inicialmente, la gelatinización en las regiones del gránulo más accesibles son las amorfas. Conforme la temperatura se incrementa, los enlaces de hidrógenos intermoleculares que mantienen la integridad estructural de las regiones cristalinas, se destruyen [40].

Las propiedades reológicas de la masa son gobernadas por la estructura del gluten y las interacciones que se establecen entre las proteínas que lo componen, particularmente entre los macropolímeros de gluteninas unidos por enlaces disulfuro [29].

2.2.3. Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una especie de leguminosa que se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1500 m.s.n.m, encontrándose en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. Sin embargo, el grano requiere un tratamiento previo para su consumo, siendo necesario eliminar las sustancias anti nutricionales que contiene y que le permiten a la planta disponer de defensas naturales contra el ataque de insectos [41].

Este producto por su naturaleza de producción básicamente rural, considerado como planta rústica, era preferentemente consumido por pobladores de la zona urbana de escasos niveles económicos; su consumo era muy escaso en los niveles económicos altos y medios [42]. Su cultivo ha sido relegado y marginado desde las últimas décadas [43].

La semilla de tarwi posee un 17% más de diámetro en comparación con la semilla de soya (6,3 mm). El mayor tamaño del tarwi frente a otras semillas es un indicador de la mayor capacidad de nutrientes que puede almacenar. La semilla está conformada por dos cotiledones y una radícula embrionaria equivalente a 88,97% del peso total. Estos son de color amarillo oscuro debido al contenido de grasas y carotenoides. El 11,03 % de la semilla está compuesta por un tegumento blanco de textura plástica y resistente [5].

Clasificación sistemática:

Orden : Rosales (Fabales)
Sub-orden : Leguminosinae
Familia : Leguminosinae (Faboceae)
Sub-Familia : Popilioanaceae
Tribu : Genistinae
Género : *Lupinus*
Especie : *Lupinus mutabilis* Sweet
Nombres comunes: tarwi, tauri, chocho.
Fuente: [44].

2.2.3.1. Composición nutricional

Entre las legumbres, el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una de las fuentes más importantes de proteínas, especialmente en los países andinos. Sus semillas contienen más proteínas que la soya [45]. En su contenido proximal de tarwi sobresale el contenido de proteínas 43,31% y lípidos 16,83%, mientras que en la harina des lupinizada y semidesgrasada es de 49,87 y 3,23% respectivamente [46].

Las semillas de tarwi contienen alto contenido de nutrientes (Tabla 2) donde se destaca la proporción de proteína, grasas y extracto no nitrogenado (ENN). Los valores de proteína y grasa se incrementan en 9,73% y 10,58%, respectivamente, además contienen elevados niveles de macronutrientes como fósforo y potasio, y de micronutrientes como hierro; pero bajos niveles de minerales esenciales como calcio y magnesio [5].

Tabla 2. *Composición proximal de semillas, cotiledón y tegumento de tarwi*

Análisis	Semilla %	Cotiledón %	Tegumento %
Semilla entera	100	88,97	11,03
Humedad	9,63	9,67	10,79
Proteína	44,86	49,22	9,39
Grasa	13,91	15,38	2,20
Ceniza	5,52	5,89	2,55
Fibra bruta	8,58	2,42	58,35
Extractos no nitrogenados	27,12	27,08	27,50

Fuente: [5]

Además, es una fuente excepcionalmente nutritiva de amino ácidos esenciales (Tabla 3). También posee un considerable contenido de lípidos (Tabla 4) buenos para la salud [45].

Tabla 3. *Composición de aminoácidos de la fracción proteica de semilla de tarwi*

Aminoácidos	Semillas de tarwi cocidas y desamargadas (g/16 g N)	Semillas crudas de tarwi (g/16 g N)	Proteínas (FAO)
Isoleucina	5,3	4,8	4,0
Leucina	7,9	7,0	7,0
Lisina	5,6	5,9	5,5
Metionina	0,5	0,4	2,0
Cisteína	1,4	1,2	-
Fenilalanina	4,2	4,3	-
Tirosina	3,9	3,6	-
Treonina	3,6	3,8	4,0
Triptófano	0,7	0,7	1,0
Valina	4,5	4,2	5,0

Fuente: [45]

Tabla 4. *Composición de ácidos grasos de diferentes muestras de tarwi*

Ácidos grasos	Aceite				Tarwi amargo "andino"	Tarwi semi dulce	Maní	Soya
	refinado de tarwi	tarwi dulce "Inti"	tarwi dulce "Line 2150"	tarwi desamargado "andino"				
Mirístico,4:0	1,3	-	-	Trazas	0,6	0,3	0,1	-
Palmítico,16:0	13,2	13,9	13,4	11,3	13,4	9,8	11,0	11,0
Palmitoleico,16:1	1,4	-	-	0,2	0,2	0,4	-	-
Estearico,18:0	4,7	3,0	2,8	7,3	8,5	7,8	3,0	4,0
Oleico,18:1	42,3	41,7	41,2	52,5	54,0	53,9	55,0	22,0
Linoleico,18:2	34,1	38,8	39,6	28,4	37,1	25,9	28,0	55,0
Linolénico,18:3	3,1	2,6	3,0	3,0	3,0	2,6	1,0	8,0
Araquidico,20:0	Trazas	-	-	-	0,2	0,6	1,5	0,4
Docosanoico,22:0	Trazas	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: [45]

2.2.3.2. Desamargado del grano de tarwi

El proceso es muy simple y no necesita de maquinaria ni de tecnología cara [10; 47]:

- a) **Desamargado manual:** Limpiar el grano de impurezas (residuos de cosecha, tierra o piedrecillas); seleccionar el grano por tamaño; remojar el grano durante un día en agua; cocer el grano en agua durante una hora; colocar en un recipiente apropiado (costalillo o canasta) y poner en agua corriente durante 4-5 días; probar el grano, si ya no tiene sabor amargo, quiere decir que ya está listo para ser consumido.
- b) **Desamargado industrial:** Selección, clasificación y limpieza con zarandas; hidratación durante 12 horas; Cocción en cilindros con llave de salida u olla de presión; lavado en cilindros con una llave de salida para permitir el flujo de agua; secar al sol o mediante corrientes de aire caliente; almacenaje y empacado.

El tarwi está apto para el consumo cuando al degustar no se detecta sabor amargo; su consistencia es firme [10].

2.2.3.3. Usos de la semilla de tarwi:

La valorización del tarwi exige conocer tecnologías de transformación, técnicas para aumentar la vida útil, minimizar los riesgos y mejorar las propiedades nutritivas, funcionales y sensoriales [48].

En lo nutricional, existen diversas formas de preparación del tarwi que muestran riqueza gastronómica [42]. Las formas de preparación varían según las regiones y ocasiones de consumo, los más comunes son: mote de tarwi, ensaladas, sopas (crema de tarwi), guisos (pepián), postres (mazamoras con naranja) y cebiche serrano. En los últimos tiempos, se viene innovando las formas de consumo tradicional del tarwi con formas de preparación que incluyen a otros ingredientes, los más usados son difundidos dentro de la culinaria local y regional siendo los siguientes: Salsa blanca de tarwi, puré de tarwi, Torreja de tarwi, Umita de tarwi, Ocopa de tarw. Industrialmente se obtiene harina de tarwi, pan de tarwi usando un 15% de harina de tarwi con excelentes resultados por el contenido en grasas [24;49], leche de tarwi, yogurt de leche de tarwi, carne vegetal de tarwi, queso untable de tarwi, [10], galletas [50], fideos [20;26;27;28].

2.2.4. Cáscara de huevo

El huevo es una importante fuente de minerales, destacándose el calcio, selenio, potasio, fósforo, yodo, zinc, y calcio (éste mayoritariamente presente en la cáscara).

Las proteínas del huevo son de alto valor biológico, por poseer un gran número de aminoácidos esenciales en su composición. También el huevo es una buena fuente de vitaminas, entre las que se encuentran la B12, la biotina, el ácido pantoténico, la riboflavina, la niacina, y liposolubles (vitaminas A,D,E). El aporte de vitamina D es especialmente valioso, por ser una vitamina de escasa presencia en casi todas las dietas [51].

El peso medio de un huevo está en torno a los 60 g, de los cuales aproximadamente la clara representa 60%, la yema 30% y la cáscara, junto a las membranas, 10% del total [7; 13]. La cáscara de huevo es rica en minerales como el carbonato de calcio (95% en peso de la corteza). Del carbonato de calcio presente en la cáscara, solo un 36,9% se encuentra de forma absorbible para el cuerpo humano [12; 14].

2.2.5. El calcio

Macromineral con mayor presencia en el organismo y el cuarto componente del cuerpo después del agua, las proteínas y las grasas. El calcio corporal total, se aproxima a los 1200g, lo que es equivalente a decir 1,5 a 2% de nuestro peso corporal. De esto, casi un 99% se concentran en los huesos y dientes el 1% restante se distribuye en el torrente sanguíneo, los líquidos intersticiales y las células musculares [52].

Tanto su carencia como su exceso son perjudiciales para la salud, ya que participa en la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas y a su vez adquiere fundamental importancia como regulador nervioso y neuromuscular, modulando la contracción muscular (incluida la frecuencia cardíaca), la absorción y secreción intestinal y la liberación de hormonas [52].

El calcio es esencial para el mantenimiento de la salud ósea, la masa ósea (MO) se incrementa siete veces desde el nacimiento hasta la pubertad y tres veces más durante la adolescencia, alcanza el pico máximo después de la pubertad, usualmente entre los 19 y 30 años; permanece estable hasta los 50 años en los hombres y hasta antes de la menopausia en las mujeres [53].

2.2.5.1. Metabolismo del calcio.

Los iones de calcio actúan de cofactor en muchas reacciones enzimáticas, interviene en el metabolismo del glucógeno, junto al potasio y el sodio, regulan la contracción muscular [14].

El calcio total del organismo, resulta del balance entre la ingesta y la excreción, tanto intestinal como urinaria. En el equilibrio el balance es igual a cero. Esta situación se da en los sujetos

sanos en edad adulta. En cambio los niños, adolescentes sanos y mujeres gestantes se encuentran en balance positivo, mientras que en la vejez ocurre balance negativo [17].

El calcio de los alimentos se absorbe en la parte alta del intestino delgado (duodeno, yeyuno proximal). El porcentaje absorbido es del 10 al 40% del total ingerido, eliminándose el resto por las heces. Facilitan la absorción de calcio la lactosa, las proteínas y la vitamina D3. En condiciones normales se absorbe el 30-40% de los 600- 1000mg de calcio elemento (absorción neta) que contiene la dieta normal [17].

2.2.5.2. Dosis diarias recomendadas de calcio

El calcio y la vitamina D son nutrientes de mayor importancia e imprescindibles para adquirir y mantener una óptima salud ósea.

El aporte de calcio y vitamina D resulta crítico durante toda la vida; primero para conseguir una masa ósea adecuada en cantidad y calidad y, posteriormente, cuando a partir de los 30 años ésta comienza a disminuir [54]. En la Tabla 5 se establecen la ingesta adecuada de calcio.

Tabla 5. *Dosis diarias recomendadas de calcio*

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0 a 6 meses	210	210
7 a 12 meses	270	270
1 a 3 años	500	500
4 a 8 años	800	800
9 a 13 años	1300	1300
14 a 18 años	1300	1300
19 a 50 años	1000	1000
51 años o más	1200	1200
Embarazo y lactancia (< 18 años)	-	1300
Embarazo y Lactancia (> 18 años)	-	1000

Fuente: [52]

2.2.5.3. Factores que limitan la absorción de calcio:

Los factores más importantes que limitan la adsorción del calcio son (17):

- Deficiencia de vitamina D
- Formación de sales insolubles en la luz intestinal (ante exceso de fosfatos, grasas no absorbidas o presencia de ácido fítico).
- Los oxalatos presentes por ejemplo en la espinaca
- Una inadecuada relación Ca/fósforo (la correcta es 2/1)

- El exceso de sodio
- El consumo de café mayor a 90 mg/día (adolescentes) produce hipercalciuria y aumento de la eliminación fecal de calcio.

2.2.5.4. Deficiencia de Calcio

El problema de salud pública en el mundo, es el bajo consumo de alimentos con fuentes de calcio, lo cual se refleja en el aumento progresivo de la enfermedad ósea y su impacto en los costos de salud y en la calidad de vida, más aún si se tiene en cuenta que la OMS prevé un déficit de la producción de lácteos en las próximas décadas [53].

Cuando la deficiencia es a largo plazo y desde etapas tempranas de la vida, puede causar entre otras consecuencias: Deformidades óseas, entre ellas la osteomalacia, raquitismo y osteoporosis. Niveles muy bajos de calcio en sangre aumentan la irritabilidad de las fibras y los centros nerviosos, lo que resulta en espasmos musculares conocidos como calambres, una condición llamada tetania. Otras enfermedades: hipertensión arterial, hipercolesterolemia, y cáncer de colon y recto [14].

2.2.5.5. Toxicidad

Una ingesta elevada de calcio y la presencia de un elevado nivel de vitamina D, puede constituir una fuente potencial de hipercalcemia, es posible que esto favorezca a la calcificación excesiva en huesos y tejidos blandos. También estas ingestas elevadas intervienen con la absorción de hierro, lo mismo para el zinc [14].

2.2.6. Pasta alimenticia

Según la NTP 206.010:2016 [4], las pastas alimenticias son productos preparados mediante el secado apropiado de las diferentes figuras formadas a partir de una masa sin fermentar elaborada con derivados del trigo.

Según el Código Alimentario Argentino, se denomina genéricamente pastas alimenticias o fideos a los productos no fermentados obtenidos por el empaste y amasado mecánico de sémolas o semolín o harinas de trigo ricos en gluten o harinas de panificación o por sus mezclas, con agua potable, con o sin la adición de sustancias colorantes autorizadas a este fin, con o sin la adición de otros productos alimenticios de uso permitido para esta clase de productos.

El mejoramiento nutricional de la pasta involucra principalmente un incremento del contenido de proteína y fibra dietaria, y la fortificación con vitaminas y minerales. Las harinas con alto

contenido de proteína como las de soya, fríjol, tarwi y haba, pueden adicionarse para aumentar el contenido de proteína en la pasta más del 15% y mejorar el contenido de aminoácidos limitantes, particularmente la lisina [55].

Abancay cuenta con una tradición y costumbre de muchos años atrás siendo distinguida por su exquisita y excelente gastronomía particularmente por los Tallarines hechos en casa, llamada “tallarín de casa”, cultura que ha ido creciendo en su consumo ya sea por la afluencia turística y crecimiento poblacional a nivel provincial y de la región de Apurímac.

2.2.6.1. Clasificación de las pastas alimenticias

Según la norma técnica peruana NTP 206.010. 2016 [4], se clasifican de la siguiente manera:

a) Por el contenido de humedad

- **Fideo seco:** Será el fideo con el contenido de humedad igual o menor a 15%.
- **Fideo fresco:** Será el fideo con un contenido de humedad mayor a 15 %.

b) Por el proceso de fabricación

- **Fideo tipo Nápoles:** Será el fideo obtenido por proceso de moldeado mediante boquillas de formas diversas.
- **Fideo tipo Bolonga:** Será el fideo obtenido mediante proceso de laminado.
- **Fideos especiales:** Serán los que tienen agregado cantidades variables de gluten, huevos, leche, vitaminas, minerales, verduras u otros elementos nutritivos permitidos con el fin de mejorar sus cualidades dietéticas.

c) Por su forma

- **Fideo Rosca y Nido:** Serán fideos largos que se presentan en forma de madejas.
- **Fideo Largo o Tallarín:** Será el fideo tipo Nápoles o Bolonga de tamaño y forma variable, con o sin huecos, de sección redonda, ovalada, rectangular u otros. Su dimensión fundamental es la longitud.
- **Fideo Cortado:** Será el fideo tipo Nápoles o Bolonga de tamaño y forma variable, sin características definidas de dimensión. Serán más pequeños que los largos o tallarines.
- **Fideo Pastina:** Será un fideo tipo Nápoles que se caracterizará por su aspecto menudo.

d) Por su presentación

- A granel
- Envasados

2.2.6.2. Características de calidad de las pastas alimenticias

Las características de calidad de la pasta alimenticia, determina el nivel de aceptación del producto en el mercado, se consideran las siguientes características [20]:

- **Color:** El color amarillo es el más apreciado. Indica que existen en el trigo de partida pigmentos carotenoides. Los colores rojizos o marrones se consideran desfavorables.
- **Aspecto:** Se consideran deméritos el agrietamiento y las manchas rojizas e marrones.
- **Textura:** Mantenimiento de una textura adecuada antes, durante y tras haber sido cocida la pasta.
- **Firmeza:** Resistencia moderada a la presión normal de los dientes (pasta “al dente”) tras la cocción. Condición de la pasta cocida debido a la existencia de gluten que forma una red.
- **Elasticidad:** Propiedad de recuperar la forma inicial tras una deformación provocada.
- **Pegajosidad:** Propiedad de adherirse tras la cocción a otros trozos de pasta o a otros ingredientes. Poca pérdida de sustancia en la cocción, durante la cual se libera parte de almidones y proteínas.

Según la norma técnica peruana NTP 206.010.2016 [4], las condiciones generales que deben cumplir las pastas o fideos para consumo humano son:

- La harina o sémola de trigo utilizados para elaborar las pastas o fideos, deberán cumplir con las NTP 205.064 y NTP 205.032, respectivamente.
- Solamente será permitida la elaboración de productos con masa fresca, y sin desperdicios de procesos anteriores.
- Se podrá hacer uso de aditivos en las dosis permitidas por la autoridad competente.
- Las pastas o fideos deberán estar libres de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos o vivos o en cualquiera de sus estados) de tal manera que no presenten un peligro para la salud humana.
- Los fideos al huevo deberán elaborarse con un mínimo de 3 huevos frescos por kilogramos de pasta seca o su equivalente en huevos deshidratados (base 15 % de humedad).
- Los fideos de gluten deberán elaborarse a base de harina de trigo, privada parcialmente de su almidón y reforzados con gluten en polvo. No deberán de contener menos de 25 % de proteína ni más de 50 % de almidón (base 15% de humedad).
- Las pastas o fideos deberán estar exentas de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana; deberán cumplir con los límites establecidos por la autoridad nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius.

- Los requisitos microbiológicos en pastas o fideos, deberán estar exentes de microorganismos patógenos.
- Los requisitos sensoriales que deben cumplir las pastas o fideos para consumo humano tendrán un color característico y poseerán un sabor y olor característico al producto. Estarán libres de sabores y olores indeseables como agrio, amargo y rancio. Se evaluará según el método de ensayo establecido por la norma NTP-ISO 6658 o NTP-ISO 4121.
- Los requisitos físico químicos:

Tabla 6. *Requisitos físico químicos que deben cumplir las pastas o fideos*

Requisitos	Tipo de fideo		Método de ensayo
	Seco	Fresco	
Humedad (max.) g/100g	14,0	35,0	NTP 206.011
Acidez titulable (max.)	0,46	0,65	NTP 206.013

* La acidez se expresara en % de ácido láctico y sobre la base de 14g/100g de humedad (35g/ 100 g, en el fideo fresco).

Fuente: [4]

2.2.7. Evaluaciones de pastas alimenticias

2.2.7.1. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se define como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente [56].

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos [57].

Al consumidor final le interesa la calidad de la pasta en la cocción así como el aroma, el sabor, el color, la apariencia y el valor nutricional [55].

La calidad en la cocción de la pasta se considera como la capacidad del producto de mantener una buena textura después de la cocción y no convertirse en una masa pegajosa y espesa. Sin embargo, puede afectarse por el gusto y los hábitos individuales del consumidor [35].

2.2.7.2. Evaluación fisicoquímica

Algunas propiedades físicas que pueden revelar la calidad de la pasta son la compresibilidad, elasticidad, la absorción de agua, el grado de hinchazón, la pérdida de sólidos en el agua de cocción y la cantidad de proteínas de la sémola y sus características intrínsecas. Una pasta cocinada se caracteriza por mantener una buena textura, ser resistente a la desintegración de la superficie, la ausencia de grietas, manchas y a la pegajosidad, y conservar una estructura firme o una consistencia al dente [55]. Al sustituir la harina de trigo por otro tipo de harina, hay una tendencia a que la acidez aumente gradualmente conforme la harina de trigo se sustituya [58].

Los parámetros de textura, acidez, los índices de solubilidad y absorción de agua, tiempo de cocción, aumento de peso y volumen de la pasta sirven para determinar la calidad del producto final. La fuente de acidez en las pastas se debe a la acción enzimática de los hidratos de carbono, que representa el principal compuesto de las materias primas. Esta acción se ve favorecida en ciertas etapas del procesamiento, especialmente en el secado, mayor contenido de humedad en la pasta, ayuda a la acción enzimática provocando un aumento de acidez [11].

2.2.7.3. Análisis Microbiológico

Actualmente en el Perú, la entidad responsable DIGESA, ha establecido criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborado y procesado, para ser considerados aptos para el consumo humano.

El criterio microbiológico define la aceptabilidad de un producto y/o ingrediente alimentario en base a la presencia o ausencia, o el número de microorganismos por unidad de masa, volumen, área o lote. El criterio microbiológico contempla además, los métodos de ensayo para la detección o cuantificación del o de los microorganismos, el plan que define el número de muestras del lote a ser analizadas; y el número de unidades de muestras defectuosas [59].

2.2.8. Metodología de superficie de respuesta

Es una combinación de análisis de Regresión y Diseño experimental que fue introducida por Box y Wilson en 1951. Es una estrategia de experimentación secuencial y modelación que conduce a la localización de los valores óptimos de las variables independientes que maximizan, minimizan o cumplen ciertas restricciones en la variable respuesta [60].

2.2.8.1. Aspectos de metodología de superficie de respuesta

La metodología de superficie de respuesta implica tres aspectos: diseño, modelo y técnica de optimización [61]:

- a) **Aspecto diseño:** Implica que para optimizar un proceso se debe aplicar el diseño de experimentos, en particular aquellos que sirven para ajustar un modelo de regresión lineal múltiple. Para esta investigación se utilizó el diseño “diseño central compuesto rotatable (DCCR)”.
- b) **Aspecto modelo:** Utiliza el análisis de regresión lineal múltiple, junto con sus elementos básicos que son: parámetros del modelo, modelo ajustado, significancia del modelo, prueba de falta de ajuste, residuos, predichos, intervalos de confianza para predichos y coeficiente de determinación.

Los modelos que se utilizan en MSR son básicamente polinomios. De esta manera, si se tienen k factores, el modelo de primer orden está dado por:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \varepsilon$$

y el modelo de segundo orden es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \varepsilon$$

donde:

Y: Variable de respuesta (sabor, aspecto general)

X₁: Variable independiente (% tarwi)

X₂: Variable independiente (% cáscara de huevo)

β₀: Intercepto

β₁; β₂; β₁₁; β₁₂; β₂₂: Coeficientes de regresión

En la figura 1 se muestran las gráficas para los modelos dados por las ecuaciones de primer orden y segundo orden, en donde se consideran dos variables de proceso X₁ y X₂, así como diferentes valores de los parámetros. La figura a) representa un modelo de primer orden y se observa que su superficie es un plano. En las figuras b), c) y d) se representan varios modelos de segundo orden. La forma específica que toma la superficie depende de los signos y magnitudes de los coeficientes en el modelo. En las figuras se representan las tres formas básicas, que son: b) superficie de máximo (montaña), c) superficie con mínimo (valle) y d) superficie con punto silla (minimax).

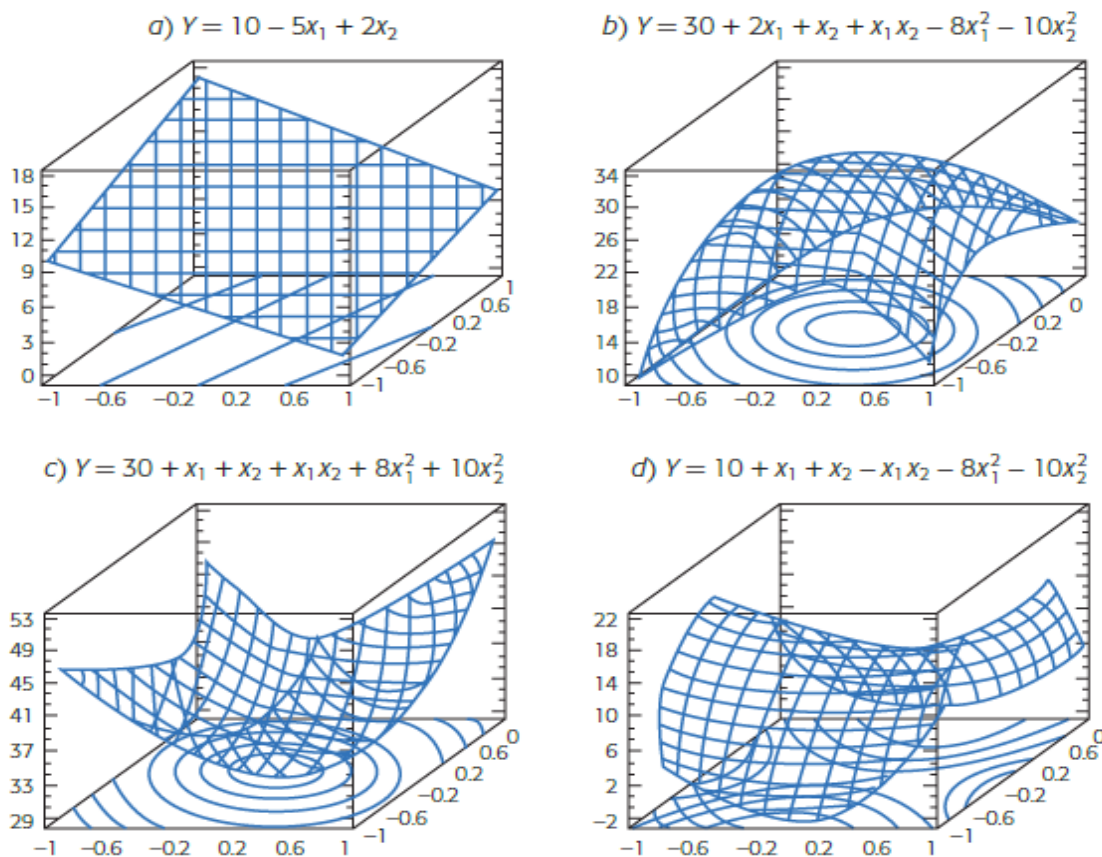


Figura 1. Superficies de respuesta: a) descrita por un modelo de primer orden; b), c) y d) descritas por modelos de segundo orden.

c) **Aspecto de optimización:** Está formado por algunas técnicas matemáticas que sirven para que, dado un modelo ajustado, explorarlo a fin de obtener información sobre el punto óptimo.

2.2.8.2. Técnicas de optimización

Una vez que se tiene el modelo debidamente ajustado y validado se procede a explorar la superficie descrita por el modelo para encontrar la combinación de niveles en los factores que dan por resultado un valor óptimo de la respuesta, o bien, para determinar la dirección óptima de movimiento en la que se debe experimentar en el futuro. Si el modelo no explica un mínimo de 70% del comportamiento de la respuesta, en términos del R^2_{aj} , no se recomienda utilizarlo para fines de optimización porque su calidad de predicción es mala [61].

2.2.8.2.1. Mejor tratamiento y punto optimo

Mejor tratamiento, es la mejor combinación de niveles de los factores en la cual se consideran los niveles utilizados durante el estudio experimental.

Punto óptimo, es la mejor combinación de valores de los factores estudiados en la cual se considera toda la región de operabilidad [61].

En particular, en diseños factoriales completos el mejor tratamiento es el “tratamiento ganador”, desde el punto de vista estadístico, de entre todos los que se probaron en el estudio. En cambio, el punto óptimo implica que es la mejor combinación posible en toda la región de operabilidad. Así, determinar el punto óptimo plantea un reto más fuerte para el experimentador y requiere de una estrategia más completa, que incluye la posibilidad de realizar varios experimentos en forma secuencial y el uso de otras técnicas de análisis [61].

2.2.8.3. Diseño central compuesto (DCC)

Son diseños de tratamientos factoriales 2^k con 2^k combinaciones adicionales llamadas puntos axiales y n puntos centrales. Las coordenadas de los puntos axiales de los ejes del factor codificado son: $(\pm\alpha, 0, 0, \dots, 0)$, $(0, \pm\alpha, 0, \dots, 0)$, ..., $(0, 0, 0, \dots, \pm\alpha)$, y los puntos centrales son de la forma $(0, 0, 0, \dots, 0)$. Dependiendo de la elección de α en los puntos axiales, el diseño central compuesto puede tener diferentes propiedades como ortogonalidad, rotabilidad y uniformidad [60]. Se considerará solamente una propiedad deseable en estos diseños consistente en que la varianza de los valores estimados sea constante en puntos equidistantes del centro del diseño. Esta propiedad llamada rotabilidad se logra estableciendo $\alpha = (2^k)^{1/4}$. Así, el valor de α para un diseño con dos factores es $\alpha = 1,414$ y para tres factores $\alpha = 1,682$.

2.3. Definición de términos (Marco Conceptual)

Acidez Titulable: Indica el grado de acidez del contenido de ácidos libres; el cual es usado como un parámetro de calidad en los alimentos, se expresa como % de ácido láctico, esta es la acidez natural de la composición natural de pasta alimenticia [4].

Desnutrición: Estado de deterioro de actividad o desarrollo biológico debido a discrepancias entre el suministro de nutrientes y la demanda de éstos en las células. Un estado patológico de distintos grados de seriedad y de distintas manifestaciones clínicas causado por la asimilación deficiente de alimentos por el organismo [62].

Gelatinización: Es el proceso donde los gránulos de almidón que son insolubles en agua fría, se calientan (60-70°C) y empieza un proceso lento de absorción de agua en las zonas intermicelares amorfas que son menos organizadas y las más accesibles. A medida que se incrementa la temperatura, se retiene más agua y el gránulo empieza a hincharse y aumentar de volumen, se hace viscoso y se solubiliza la amilosa [40].

Nutrición: Es la ciencia de los alimentos, los nutrientes y otras sustancias semejantes; su acción, interacción y equilibrio en relación con la salud y la enfermedad y los procesos por los cuales el organismo ingiere, digiere, absorbe, transporta, utiliza y excreta las sustancias alimenticias [62].

Optimización: La optimización es una técnica matemática que sirve para extraer la información sobre el punto óptimo que tiene el modelo ajustado [61].

Pasta alimenticia: Es el producto no fermentado obtenido por el empaste y amasado mecánico de sémolas o harinas de trigo ricos en gluten o harinas de panificación o por sus mezclas, con agua potable, con o sin la adición de sustancias colorantes autorizadas a este fin, con o sin la adición de otros productos alimenticios de uso permitido para esta clase de productos [4].

Metodología de superficie de respuesta (MSR): Es la estrategia experimental y de análisis que permite resolver el problema de encontrar las condiciones de operación óptimas de un proceso, es decir, aquellas que dan por resultado “valores óptimos” de una o varias características de calidad del producto [61].

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Definición de Variables

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Porcentaje de harina de tarwi (tarwi fresco molido)
- Porcentaje de cáscara de huevo en polvo

VARIABLES DEPENDIENTES

- Aceptabilidad de pasta alimenticia (sabor, aspecto general)

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 7. Operacionalización de variables

Variables	Indicador	Índice (unidad de medición)
VARIABLES INDEPENDIENTES		
Porcentaje de harina de tarwi	Cantidad: 8 a 22*	%
Porcentaje de cáscara de huevo en polvo	Cantidad: 0,8 a 2,2*	%
VARIABLES DEPENDIENTES		
Aceptabilidad de pastas alimenticia	Sabor	Escala hedónica
	Aspecto general	Escala hedónica

*: Observar Tabla 10.

3.3. Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

La formulación óptima de pasta alimenticia con sustitución parcial de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y adición de cáscara de huevo en polvo, tendrá la misma aceptabilidad sensorial que la pasta tradicional (Tallarín de Casa), con similares características fisicoquímicas, de mejor valor nutricional y cumplirá con los requisitos microbiológicos.

Hipótesis específica

- La pasta alimenticia con la formulación óptima con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo, tendrá la misma aceptabilidad sensorial que la pasta alimenticia tradicional (Tallarín de Casa).
- Las características fisicoquímicas de la pasta con la formulación óptima con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo, serán similares a la pasta alimenticia tradicional (Tallarín de Casa), asimismo, tendrá mejores propiedades en su composición nutricional, y cumplirá con los requisitos microbiológicos que exige la Norma Técnica Peruana.

3.4. Tipo y diseño de la investigación

3.4.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicativo y experimental debido que se manipularon las variables: el porcentaje de tarwi y porcentaje de cáscara de huevo en polvo, y corresponde a un nivel de investigación explicativo, ya que en la investigación se evaluó el efecto de sustitución del porcentaje de harina de tarwi y el porcentaje de cáscara de huevo en polvo, que ocasiona principalmente en las propiedades sensoriales, siendo la aceptabilidad (sabor y aspecto general) la variable de respuesta, así mismo en las propiedades físicas y su composición nutricional de la pasta.

3.4.2. Diseño de la investigación

Para optimizar la formulación de pasta alimenticia con la sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo, se aplicó un Diseño Central Compuesto Rotable (DCCR) con la Metodología de Superficie de respuesta (MSR) usando el software estadístico STATGRAPHICS versión XVI.II. Se generó 10 tratamientos considerando la siguiente formula: $N = 2^k + 2k + m$

donde:

N: número de tratamientos

k: (2 variables)

2: nivel de estudio (superior e inferior)

2^k : Número de puntos factoriales

$2k$: Número de puntos axiales

m: Número de réplicas del punto central

Además, la característica del diseño central compuesto rotatorio establece los puntos axiales para un diseño de dos factores, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\pm \alpha = (F)^{1/4} = (2^k)^{1/4} = (2^2)^{1/4} = 1,414$$

Las coordenadas en los ejes codificados X_1 y X_2 para el DCCR se esquematizan gráficamente en la Figura 1 y Tabla 8.

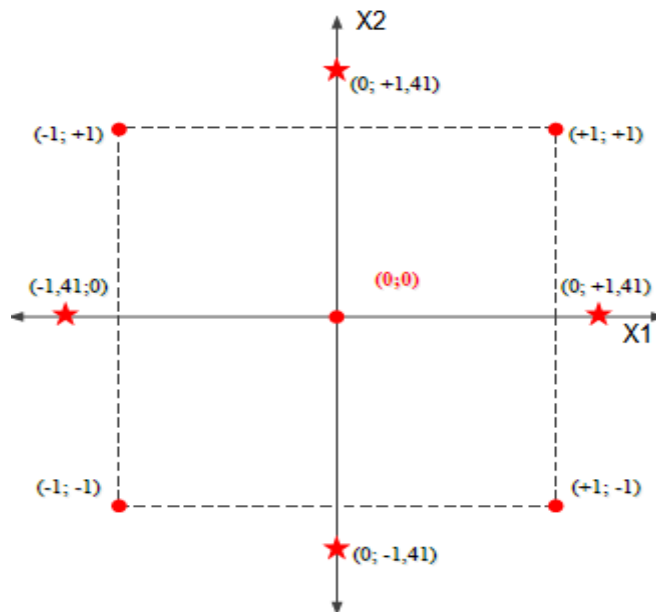


Figura 2. Diseño central compuesto para dos factores.

Tabla 8. *Coordenadas del Diseño Central Compuesto para dos factores*

Factoriales		Axial		Central	
X_1	X_2	X_1	X_2	X_1	X_2
-1	-1	$-\alpha$	0	0	0
+1	-1	$+\alpha$	0	0	0
-1	+1	0	$-\alpha$	-	-
+1	+1	0	$+\alpha$	-	-

donde:

α : 1,414, distancia de los puntos axiales al origen.

1: nivel alto del factor

-1: nivel bajo del factor

0: punto central

X_1 : factor (% de tarwi)

X_2 : factor (% cáscara de huevo)

Los niveles axiales de las variables independientes se determinaron de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$X_i = \frac{J - a}{b}$$

donde:

X_i : ($i = 1, 2, \dots, k$ factores) toma valores adimensionales de -1, +1

J: valor de la variable natural o factor en estudio (valor real del $-\alpha, +\alpha$)

a: valor natural del punto medio entre el valor bajo (-1) y el valor alto (+1)

b: valor de la diferencia entre el valor alto (+1) o el valor bajo (-1) y el valor medio

Tabla 9. Niveles codificadas de las variables independientes del experimento

Variables	Símbolo		Niveles				
			$-\alpha$	Bajo	Medio	Alto	$+\alpha$
	Codificado	Natural	-1,414	-1	0	+1	+1,414
Tarwi (%)	x_1	X_1	8	10	15	20	22
Cáscara de huevo (%)	x_2	X_2	0,8	1	1,5	2	2,2

El modelo matemático para este diseño es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \epsilon$$

donde:

Y: Variable de respuesta (sabor, aspecto general)

X_1 : Variable independiente (% tarwi)

X_2 : Variable independiente (% cáscara de huevo)

β_0 : Intercepto

$\beta_1; \beta_2; \beta_{11}; \beta_{12}; \beta_{22}$: Coeficientes de regresión

La sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo son factores que determinan las características sensoriales, características fisicoquímicas y su composición nutricional (variables dependientes) de la pasta alimenticia.

Tabla 10. *Tratamientos obtenidos mediante el Diseño de Compuesto Central (DCCR)*

Tratamientos	N° repetición	Harina de tarwi (%)	Cáscara de huevo (%)	Valores Codificados	
		X ₁	X ₂	x ₁	x ₂
T1	3	10	1	-1	-1
T2	3	20	1	1	-1
T3	3	10	2	-1	1
T4	3	20	2	1	1
T5	3	8	1,5	-1,414	0
T6	3	22	1,5	1,414	0
T7	3	15	0,8	0	-1,414
T8	3	15	2,2	0	1,414
T9	3	15	1,5	0	0
T10	3	15	1,5	0	0

La pasta alimenticia (Tallarín de Casa), se caracteriza por ser elaborado con insumos y/o materias primas según se detalla en la Tabla 11, principalmente por el contenido de huevo. A todos los tratamientos de la Tabla 10, se emplearon las mismas cantidades de insumos que se detallan a continuación.

Tabla 11. *Insumos utilizados para la elaboración de las pastas (Tallarín de Casa)*

Ingredientes	Formulaciones
Huevo	22%
Sal	1%
Aceite	0,8%
Agua	1%
Colorante	0,2%
Harinas (harina de trigo, tarwi y cáscara de huevo)	75%

Con los datos obtenidos en la evaluación sensorial se realizó la optimización de la formulación de la pasta alimenticia. Se trabajó con el promedio de los 45 panelistas, teniendo en cuenta las categorías de la escala hedónica de 7 puntos, para cada tratamiento.

Finalmente, se comparó la aceptabilidad sensorial, las características fisicoquímicas y el valor nutricional entre la pasta con el tratamiento optimizado y la pasta alimenticia comercial (control) haciendo uso de prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) con la finalidad de determinar diferencias significativas.

3.5. Población y Muestra

Para la elaboración de la pasta alimenticia, la materia prima y los insumos fueron adquiridos en la ciudad de Abancay, el tarwi (tarwi fresco desamargado) se compró del mercado “Las Américas” y la cáscara de huevo ha sido adquirida de la empresa “Agroindustrias Bella Abanquina S.A.C.”, planta elaboradora de tallarín de casa.

El muestreo del presente estudio fue de conveniencia, debido que fue tomada de manera homogénea todas las pastas alimenticias elaboradas con sustitución de tarwi y cáscara de huevo, para la evaluación sensorial; sin embargo, para la evaluación de las características fisicoquímicas, valor nutricional y análisis microbiológico, se tomaron solamente el tratamiento con la formulación optimizada.

Las pastas alimenticias control (tallarín de casa marca “Doña Vissi” y “Bella Abanquina”) se adquirió en una tienda comercial del mercado “Las Américas”.

3.6. Procedimiento de la investigación

La ejecución de la investigación se realizó en tres etapas: elaboración de pasta alimenticia (tallarín de casa fortificada), análisis sensorial y optimización de la formulación de la pasta alimenticia en estudio, y determinación de las características fisicoquímicas, valor nutricional y el análisis microbiológico de la pasta con la formulación óptima.

3.6.1. Primera etapa: Elaboración de pasta alimenticia (Tallarín de Casa)

3.6.1.1. Acondicionamiento de materia prima

a) Preparación del polvo de cáscara de huevo

La preparación del polvo de cáscara de huevo como materia prima se llevó a cabo en el Laboratorio de Química en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, siguiendo los lineamientos utilizados por Rosas *et al.*, [12] con algunas modificaciones para esta investigación, se esquematiza en Anexo 1 y Anexo 12a, y descritos a continuación:

- **Recepción:** La cáscara de huevo se adquirió de la empresa “Agroindustrias Bella Abanquina S.A.C.” elaboradora de pastas “Tallarín de casa”.
- **Lavado:** Se hizo el lavado con agua potable para retirar cualquier materia extraña adherida a la cáscara.
- **Desinfección:** Las cáscaras previamente lavadas se sumergieron en una solución a 200 ppm de hipoclorito de sodio durante 15 minutos con agitación constante.

- **Tratamiento térmico:** Después de la desinfección, las cáscaras se sumergieron en agua a $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 10 minutos para retirar los restos del hipoclorito de sodio, luego se escurrió su agua.
- **Desecado:** Las cáscaras desinfectadas se colocaron sobre una mesa en papel aluminio y se colocó en el sol para eliminar el resto de agua, luego se llevó a desecación en una estufa a 105°C durante 4 horas, para secarla y asegurar la eliminación de cualquier microorganismo que no se pudo eliminar en la desinfección.
- **Enfriado:** Se dejó enfriar hasta una temperatura aprox. de 38°C .
- **Molienda:** Se pulverizó el cascarón seco, haciendo uso de un molino de granos.
- **Tamizado:** Se tamizó el polvo de cáscara de huevo obtenido de la molienda, haciendo uso el tamizador eléctrico con mallas desde $150\mu\text{m}$ a $63\mu\text{m}$. obteniendo lo más fino posible con la malla $63\mu\text{m}$.

b) Obtención de tarwi molido fresco (tarwi)

- El grano de tarwi hidratado y desamargado, se compró en el mercado de Abancay, se sometió a un previo lavado, desinfectado y un tratamiento térmico a $80^{\circ}\text{C} \pm 5$ durante 5 minutos para asegurar la inocuidad del tarwi, y se escurrió de su agua en un colador. Finalmente se molió en una molinera de granos húmedos, obteniendo tarwi molido fresco (tarwi) (Anexo 12b) a la cual se le midió su humedad, siendo 71,3%.

3.6.1.2. Elaboración de la pasta alimenticia

La elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de tarwi y cáscara de huevo en polvo, se llevó a cabo en la planta procesadora de tallarín de casa “Doña Vissi”, procedimiento que se esquematiza en el Anexo 2 y Anexo 13, y se detalla a continuación:

- **Recepción:** En esta etapa, se verifico la materia prima que esté en buenas condiciones, siendo los principales componentes para la elaboración del tallarín de casa:
 - a) **Harina de trigo:** Se empleó harina de trigo (marca Nicolini Premium); esta marca de harina es generalmente usado por las empresas elaboradoras de pasta “tallarín de casa”.
 - b) **Harina de Tarwi (tarwi molida):** Los granos de tarwi ya desamargado, se adquirieron en el mercado de la ciudad de Abancay, teniendo en cuenta las condiciones de calidad del grano, según el tamaño y uniformidad del color (blanco amarillento).
 - c) **Cáscara de huevo en polvo:** El granulo del polvo de cáscara de huevo fue lo más menudo posible, siendo tamizada en una malla de $63\mu\text{m}$.

- d) **Huevo:** Se compró huevos de tamaño mediano, verificando que sean de buena calidad y frescas. El huevo es el insumo principal en la elaboración de este tipo de pasta.
 - e) **Sal:** Se usó la sal yodada de cocina, comercializada en bolsas de 1kg. La sal cumple una función importante, principalmente sobre la formación de gluten y para la obtención de una masa más compacta.
 - f) **Aceite vegetal:** El aceite, cumple la función de ductilidad y elasticidad. La elasticidad es una característica muy importante en la elaboración de pastas.
 - g) **Agua:** Se utilizó agua hervida, el agua es el elemento básico en la hidratación de la pasta, es uno de los ingredientes fundamentales, su calidad tiene influencia notable en la tecnología de la pastas.
-
- **Pesado:** En ésta etapa se pesaron las materias primas e insumos según las formulaciones de cada tratamiento (T₁ a T₁₀). Estos insumos se pesaron en función a 1kg para cada tratamiento, según las Tablas 10 y 11.
 - **Mezclado:** Es esta etapa se mezcló la harina de trigo con cáscara de huevo en polvo y el tarwi hasta lograr una buena homogenización, luego se agregó el huevo y demás insumos, mezclando hasta lograr una masa homogénea y consistente.
 - **Amasado:** Es la etapa fundamental del proceso ya que de este proceso depende la calidad del producto final, la consistencia, textura, etc. Se amasó hasta que la masa adquiriera cierta firmeza de manera que cuando se aprieta con la mano se mantiene unida como una masa sólida.
 - **Pre laminado:** La operación consiste en formar láminas, haciendo pasar por la laminadora las veces necesarias hasta obtener láminas firmes de la masa de una forma deseada.
 - **Laminado y cortado:** Una vez pasada por la máquina de pre laminadora, se pasó dichas laminas por la maquina laminadora, para obtener láminas de masa de espesor más delgadas, con un espesor que se desea obtener la pasta. Dichas laminas fueron cortadas en la maquina cortadora en tiras uniformes graduador por la máquina, obteniendo titas largas de pasta fresca con 0,65cm de ancho y espesor de 0,15cm.
 - **Secado:** Para el secado de las pastas, las tiras cortadas se colocaron colgados en tubos de acero inoxidable, como se muestra en el Anexo 14. El secado se realizó en un ambiente abierto con ventiladores donde circule el aire, para acelerar el proceso de secado. Este proceso consiste en obtener la pasta alimenticia en estudio con humedad menor a 14%. Dicho proceso fue de una duración de 7 horas a temperatura de 38°C aproximadamente.

- **Envasado:** Una vez secas las pastas alimenticias con sustitución de tarwi y cáscara de huevo, fueron envasadas en bolsa de polipropileno, luego selladas inmediatamente.
- **Etiquetado y almacenamiento:** Cada tratamiento se etiquetó con sus respectivos rótulos y se almacenó en un ambiente fresco y seco, en condiciones adecuadas.

3.6.2. Segunda etapa: Análisis sensorial y optimización de la pasta alimenticia en estudio

3.6.2.1. Análisis preliminar de los diez tratamientos y el control (Tallarín de Casa)

a) **Procedimiento del análisis de acidez titulable:** Se realizó el análisis de acidez titulable a los 10 tratamientos de pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo incluyendo al control (tallarín de casa comercial), siguiendo el método establecido por la norma NTP 206.013:2011, con algunas modificaciones para el estudio:

- Se trituró la pasta en partículas medianas, se tomó 25g de muestra y se colocó en un vaso Erlenmeyer de 250mL, se le agregó 200mL de agua destilada, se mezcló bien agitando eventualmente cada 10 minutos aprox. durante 1 hora.
- Se filtró a través del papel filtro corriente sobre un matraz de 250mL.
- Se tomó 40mL de alícuota del filtrado y se llevó a un Erlenmeyer. Se agregó tres gotas de fenolftaleína y se agito para homogenizarlo.
- Se tituló con solución de hidróxido de sodio 0,1 N. La titulación culminó cuando la solución cambia de color. Se anotó el gasto del hidróxido de sodio y se calculó la acidez con la siguiente fórmula para cada tratamiento:

$$A = \frac{V * N * 0,090}{m} * \frac{200}{40} * 100$$

A: Porcentaje de ácido láctico

V: Volumen del gasto del hidróxido de sodio (mL)

N: Normalidad del álcali (0,1N)

0,090: Miliequivalente del ácido láctico

m: Masa de la muestra en gramos (25g)

200: volumen de aforo

40: volumen alícuota

b) **Procedimiento de la determinación de la humedad:** Para determinar la humedad de las pasta alimenticia con sustitucion de tarwi y cáscara de huevo y control, se realizó por secado en estufa por diferencia de pesos, se detalla a continuación:

- Se colocaron 10g de muestra en placas Petri previamente pesados y con sus respectivo rotulo para cada tratamiento y el contrl, y se llevó a la estufa a una temperatura de 105°C/4h.
- Las placas fueron transferidas al desecador hasta enfriarse a una temperatura ambiente, finalmente se pesaron la placa con la muestra. Para determinar la humedad, se utilizó la siguiente formula:

$$\%HR = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} * 100$$

donde:

HR: humedad relativa

P_{inicial}: peso inicial de la muestra

P_{final}: peso final de la muestra

3.6.2.2. Procedimiento para la evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los 10 tratamientos de pasta alimenticia en estudio y control, se realizó teniendo en cuenta el método establecido por la norma NTP ISO 6658:2008 (revisada el 2014). Se llevó a cabo en el Laboratorio de Química en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Micela Bastidas de Apurímac, dicha evaluación se hizo en tres días, 15 panelistas por día.

Los diez tratamientos y el control fueron evaluados por 45 panelistas no entrenados de ambos sexos y de diferentes edades, en su mayoría estudiantes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a fin de conocer el grado de satisfacción, aceptación o rechazo, haciendo uso la Escala Hedónica de siete puntos (1= me disgusta mucho a 7 = Me gusta mucho). Para dicha evaluación se utilizó la ficha que se encuentra en el Anexo 3. Los atributos sensoriales para la evaluación se consideró el aspecto general (firmeza, pegajosidad, etc) y sabor de la pasta alimenticia en estudio y control.

El ambiente de evaluación fue previamente acondicionado. Aproximadamente una hora antes se activó el extractor de aire para eliminar posibles olores que podrían repercutir en la evaluación.

La preparación de la pasta en estudio, se coció solo con agua y sal. Luego fueron servidos 10g de muestra en platos de tecnopor, cada muestra se codificó con números aleatorios de 3 dígitos, con un código diferente. Finalmente cada panelista evaluador evaluó de manera individual, los 10 tratamientos y control.

3.6.2.3. Optimización de la formulación de la pasta alimenticia en estudio

Para la optimización, se consideró como variables respuesta los datos obtenidos de la evaluación sensorial (sabor y aspecto general) que muestran la aceptabilidad del producto, y los factores o variables independientes (% de tarwi y % de cáscara de huevo) que se van optimizar los niveles de sustitución. Para lo cual, se usó el programa estadístico Statgraphics y se aplicó la metodología de superficie de respuesta (MSR) y el diseño central compuesto rotatable (DCCR). Primeramente se hizo la optimización para cada atributo (sabor y aspecto general), luego se realizó la optimización múltiple que optimiza simultáneamente ambas variables (sabor y aspecto general) para obtener una sola formulación llamada “deseabilidad” de los factores (tarwi y cáscara de huevo).

3.6.3. Tercera etapa: Determinación de las características fisicoquímicas, valor nutricional y análisis microbiológico de la pasta con la formulación óptima

3.6.3.1. Análisis de las características fisicoquímicas

La determinación de las características fisicoquímicas: Acidez titulable (A), humedad relativa (HR), tiempo de cocción (TC), aumento de peso (AP) y aumento de volumen (AV) de la pasta alimenticia con la formulación óptima y el control (tallarín de casa “Doña vissi”), se llevó a cabo en el Laboratorio de Química de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, siguiendo los lineamientos utilizados por Ramírez [11]. Con algunas modificaciones para esta investigación, cada prueba se realizó por triplicado para obtener mejores resultados, a continuación se describe:

La determinación de la acidez titulable y humedad relativa se describe en la parte del análisis preliminar de los tratamientos de pasta alimenticia.

a) **Tiempo de cocción:** Para determinar el tiempo de cocción se coció 10g de muestra en 250mL de agua, hasta lograr la cocción que se caracteriza por la gelatinización de la pasta. Cada prueba se realizó por triplicado para obtener mejores resultados.

El tiempo de cocción óptimo de la pasta se refiere al momento en que la misma reúne las condiciones ideales para su consumo. Una de las formas para determinar este tiempo es identificar el momento en que desaparece la parte blanca de la harina de trigo que tarda en gelatinizar. La completa gelatinización del almidón indica que el fideo está cocido [11].

b) **Aumento de peso:** Para determinar el incremento de peso de la pasta, se tomó 10g de muestra cruda, la cual se coció durante el tiempo determinado para la cocción óptima, se le

escurrió el agua y se midió el peso de los mismos (pasta cocida). El aumento de peso, se determinó haciendo uso el método AACC 16-50 (1995), utilizada por Ramírez [11], siguiendo la siguiente formula:

$$Ap = \frac{P2 - P1}{P2} * 100$$

donde:

P1: Peso de la pasta cruda.

P2: Peso de la pasta cocida.

- c) **Aumento de volumen:** Para determinar el incremento del volumen de la pasta, se le midieron las dimensiones de la pasta como es: el largo, ancho y grosor. Las mediciones se le hacen a la pasta cruda y cocida con el objetivo de observar el incremento en volumen causado por la absorción de agua durante la cocción. El aumento del volumen de la pasta, se determinó mediante la siguiente fórmula, utilizada por Ramírez [11]:

$$Av = \frac{V1 - V2}{V1} * 100$$

donde:

V1: Volumen de pasta cocida.

V2: Volumen de pasta crudos.

3.6.3.2. Análisis de composición nutricional

Los análisis de valor nutricional (proteína, grasa, carbohidratos, calcio y vitamina D) de la pasta alimenticia con la formulación óptima, que se determinó a través de la aceptabilidad sensorial, y las muestras de tallarín de casa comercial (Doña vissi y Bella abanquina), se envió las muestras a la ciudad de Cuzco, que fueron ejecutadas en el Laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco, y los resultados reportados se muestra en Anexo 8.

Se consideró dos muestras control de diferentes marcas (Doña vissi y Bella abanquina) de tallarín de casa comercial, con la finalidad de obtener mejores resultados para la hipótesis que se planteó.

Los métodos utilizados para determinar el valor nutricional fueron:

Proteína : AOAC 955.04

Grasa : AOAC 920.39

Carbohidratos : Diferencia

Calcio : AOAC 975.03

Vitamina D : Análisis moderno de alimentos

3.6.3.3. Análisis microbiológico

Para asegurar la inocuidad de la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) elaborada con sustitución de tarwi molida y adición de cáscara de huevo en polvo, se realizó el análisis microbiológico (coliformes, mohos y *salmonella* sp.) de la pasta con la formulación óptima, y se envió la muestra al Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda, en la ciudad de Cuzco, los resultados reportados se muestra en Anexo 9. Los métodos de referencia del análisis fueron:

Numeración de coliformes: AOAC 991

Numeración de mohos: AOAC 977

Detección de *salmonella* sp: ICMSF Microorganismos de los alimentos

3.7. Material de investigación

3.7.1. Instrumentos de investigación

A continuación se mencionan los materiales y equipos de Laboratorio que se utilizaron en la ejecución de la presente investigación.

Tabla 12. *Materiales e instrumentos de Laboratorio*

Materiales	Instrumentos
Materia prima:	Balanza
Harina de trigo, tarwi, cáscara de huevo en polvo, huevo, sal, aceite.	Estufa
Agua	Desecador
Hipoclorito de sodio	Tamizador eléctrico
Papel aluminio	Tamiz de 150um a 63um
Bolsa plástica	Maquina mezcladora
Ollas, Recipientes	Maquina laminadora
Utensilios	Maquina cortadora
Mesa de trabajo	Secador de pastas
Pipetas, Placas Petri	Molino de granos
Vaso Erlenmeyer	Molino de granos húmedos
Papel filtro	
Cuaderno de apunte	
Lapiceros, Plumón indeleble	

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Descripción de los resultados

4.1.1. Optimización de la pasta sustituida con tarwi y cáscara de huevo en polvo

4.1.1.1. Comparación de aceptabilidad entre tratamientos y muestra control

La Tabla 13 muestra los resultados promedio de aceptabilidad con categoría de escala de siete puntos, en los atributos sensoriales de sabor y aspecto general, detallados en el Anexo 3 (hoja de evaluación de la escala hedónica) y Anexo 4 (resultados del análisis sensorial), los tratamientos con mayor aceptabilidad fueron: tratamiento T1 (10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo) en cuanto al atributo sabor, y el tratamiento T7 (15% de tarwi y 0,8% de cáscara de huevo) en cuanto al atributo aspecto general; asimismo el tratamiento T0 (control). Las mismas que se encuentran entre la escala de 5 a 6 como “me gusta poco” y “me gusta moderadamente” de los atributos sensoriales, asimismo no existe estadísticamente diferencia significativa entre ellas ($p>0,05$) (ver Anexo 5c; 5d). Por otro lado, el tratamiento T3 (10% de tarwi y 2% de cáscara de huevo) presentó menor aceptabilidad en los atributos de sabor y aspecto general, con una calificación media que tiende a “ni me disgusta ni me gusta”, siendo significativamente diferente a las anteriores ($p<0,05$), mayor demostración en Anexo 5.

Tabla 13. *Aceptabilidad (escala de 7 puntos) de los atributos sensoriales de la pasta alimenticia sustituida con tarwi y cáscara de huevo*

N° Tratamientos	% Tarwi	% cáscara de huevo	*Sabor	*Aspecto General
T1 (Óptimo)	10	1	5,53±1,2 ^c	5,49±1,1 ^{bc}
T2	20	1	4,64±1,5 ^{ab}	4,89±1,1 ^{abc}
T3	10	2	4,47±1,5 ^a	4,67±1,1 ^a
T4	20	2	4,98±1,4 ^{abc}	5,11±1,3 ^{abc}
T5	8	1,5	4,69±1,3 ^{abc}	4,82±1,4 ^{abc}
T6	22	1,5	4,78±1,5 ^{abc}	4,89±1,3 ^{abc}
T7	15	0,8	5,47±1,1 ^{bc}	5,58±1,1 ^c
T8	15	2,2	5±1,3 ^{abc}	4,78±1,2 ^{ab}
T9	15	1,5	5,47±0,9 ^{bc}	5,33±1,1 ^{abc}
T10	15	1,5	5,49±0,8 ^{bc}	5,11±1,1 ^{abc}
T0(control)	0	0	5,16±1,6 ^c	5,56±1,3 ^{bc}

Letras distintas (a, b, c) indican diferencias significativas ($p<0,05$), entre tratamientos.

*: promedio ± desviación estándar de la prueba de aceptabilidad

4.1.1.2. Optimización de la formulación en la aceptabilidad (sabor y aspecto general) de la pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo

El resultado de ANOVA Tabla 14; Anexo 05, para el atributo sabor Tabla 19 y para atributo aspecto general Tabla 20, mostró que el factor harina de tarwi no fue significativo ($p > 0,05$); mientras, el factor cáscara de huevo si tiene efecto significativo en ambos atributos sensoriales ($p < 0,05$); asimismo, la interacción de ambas factores tiene efectos significativos ($p < 0,05$). Asimismo, se muestran los valores del coeficiente de regresión para la construcción de las ecuaciones matemáticas.

Tabla 14. *Análisis de la variación de sabor y aspecto general de la pasta con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo*

Fuente de variación	Sabor			Aspecto general		
	Coefficiente de regresión	Valor P	Significancia	Coefficiente de regresión	Valor P	Significancia
Intercepto	4,429	-	-	6,511	-	-
X ₁	0,255	0,4496	N.S	0,054	0,8774	N.S
X ₂	-0,736	0,0101	*	-1,820	0,0096	*
X ₁ ²	-0,016	0,0014	*	-0,007	0,0449	*
X ₁ * X ₂	0,14	0,0028	*	0,104	0,0166	*
X ₂ ²	-0,569	0,0462	*	-0,058	0,8263	N.S

X₁: Tarwi

X₂: Cáscara de huevo

N.S: no significativo; *: significativo ($p < 0,05$)

En base al resultado de la Tabla 14 se construyó las ecuaciones matemáticas que ayuda a predecir el comportamiento de las variables significativas de los atributos sensoriales de sabor y aspecto general de la pasta:

$$\text{Sabor} = 4,429 - 0,736 * X_2 - 0,016 * X_1^2 + 0,14 * X_1 X_2 - 0,569 * X_2^2$$

$$\text{Aspecto general} = 6,511 - 1,820 * X_2 - 0,007 * X_1^2 + 0,104 * X_1 X_2$$

De acuerdo a las ecuaciones anteriores, se elaboró las gráficas de superficie estimadas (Figura 3) que muestran el efecto de las variables cuantitativas el porcentaje de sustitución de tarwi y cáscara de huevo sobre el atributo sabor y aspecto general, respectivamente. Donde se observa la mayor diferencia de sabor y aspecto general de la pasta alimenticia en estudio con el aumento del porcentaje de tarwi y menor sustitución de cáscara de huevo.

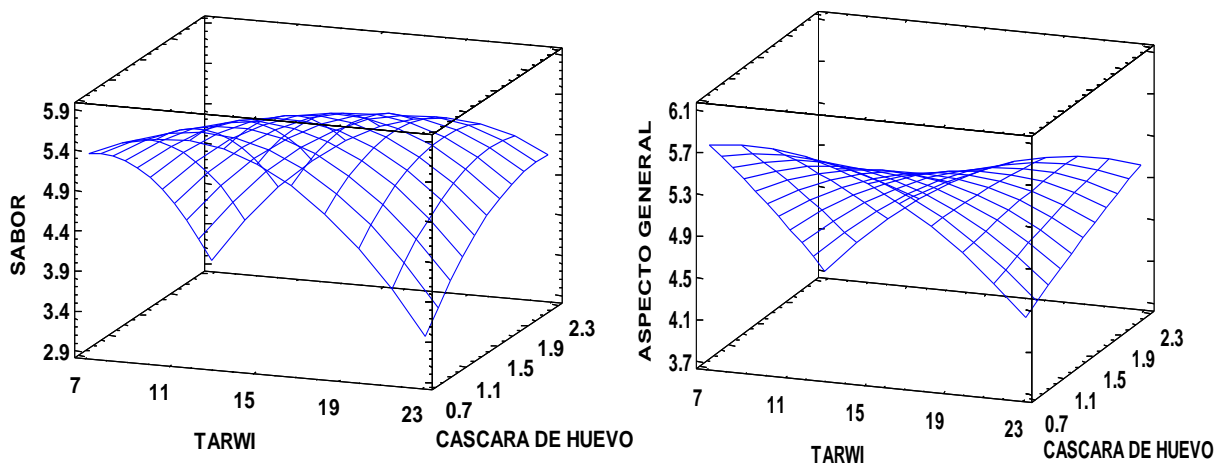


Figura 3. Gráfica de superficie de respuesta del sabor y aspecto general.

En las siguientes figuras se muestran las Gráficas del contorno de superficie de respuesta, donde los valores óptimos de las variables independientes tarwi y cáscara de huevo se visualizan señaladas con una cruz. Bajo las condiciones de maximizar la aceptabilidad de los atributos de sabor y aspecto general; la formulacion optimizada fue 11,65% de tarwi y 0,79% de cáscara de huevo según el atributo sabor (Figura 4) y para el atributo aspecto general fue 9,69% de tarwi y 0,79% de cáscara de huevo (Figura 5).

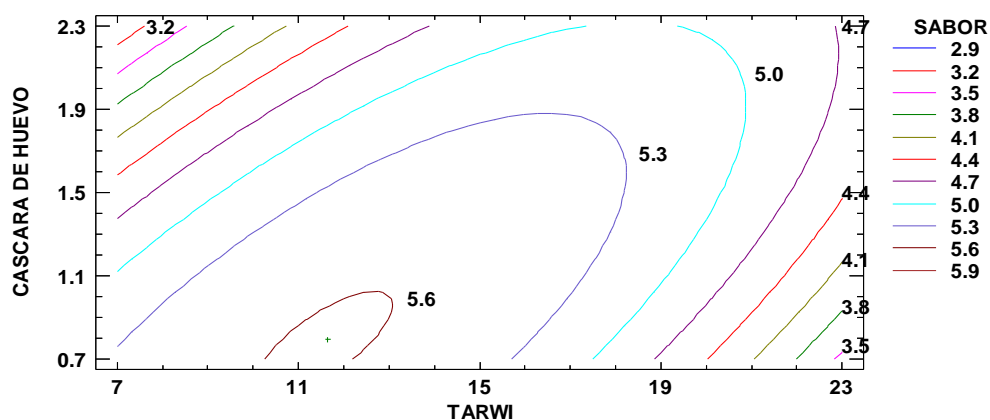


Figura 4. Gráfica de contorno de superficie de respuesta de sabor.

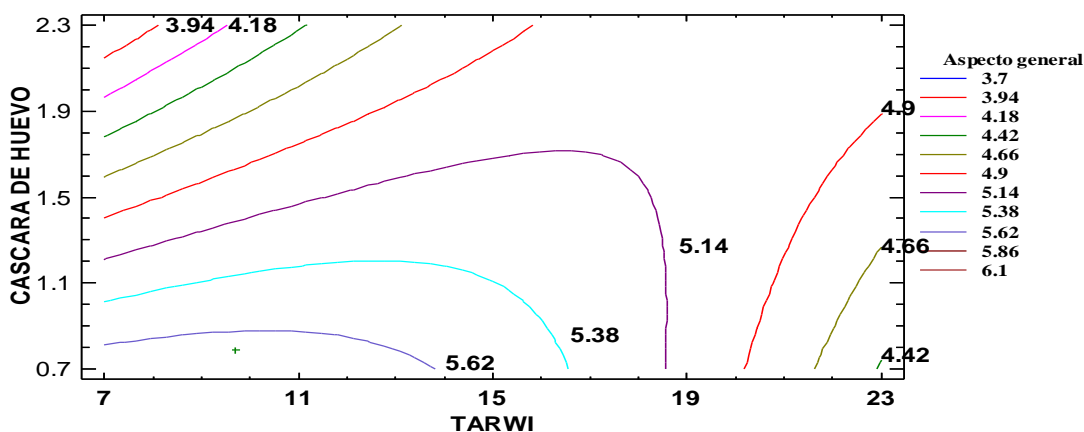


Figura 5. Gráfica de contorno de superficie de respuesta de aspecto general.

4.1.1.3. Optimización de múltiples respuestas

La Figura 6 muestra la optimización de múltiple respuesta que simultáneamente optimiza los valores óptimos según el atributo de sabor (11,65% de tarwi y 0,79% de cáscara de huevo) y aspecto general (9,69% de tarwi y 0,79% de cáscara de huevo), maximizando las variables de respuesta: sabor (5,61) y aspecto general (5,63), para obtener una formulación con mejor aceptabilidad. Los valores óptimos de aceptabilidad de múltiple respuesta fue 12,06% de tarwi con 0,84% de cáscara de huevo, se muestran en Anexo 6, Tabla 21.

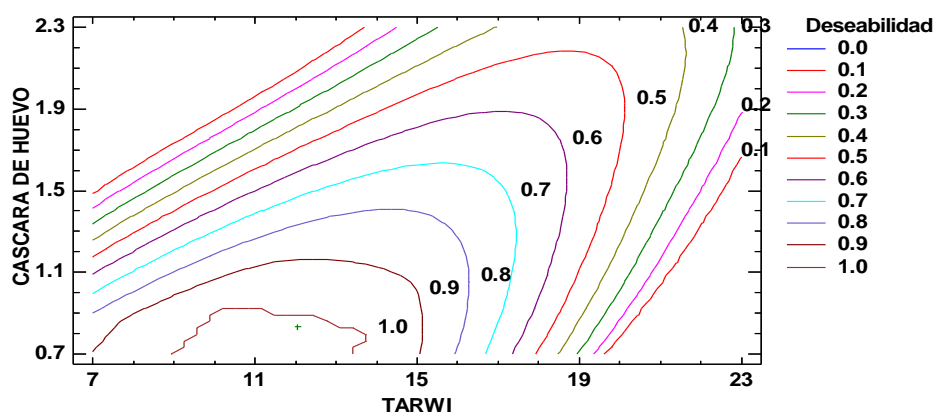


Figura 6. Gráfica de contorno de superficie de respuesta estimada de optimización múltiple.

La Tabla 15 muestra la formulación con la aceptabilidad óptima y el tratamiento optimizado con la máxima aceptabilidad en función de los atributos de sabor y aspecto general (Anexo 06, Tabla 21). La combinación de factores (tarwi y cáscara de huevo) a la cual se alcanza el óptimo, con la aceptabilidad prevista 0,948 fue el tratamiento T1 (10% tarwi y 1% de cáscara de huevo) (Anexo 06, Tabla 22).

Tabla 15. *Formulación optimizada con la máxima aceptabilidad en los atributos de sabor y aspecto general*

Variables (Factor)	Limite Bajo	Limite Alto	Sabor óptimo	Aspecto general óptimo	Aceptabilidad óptima	Tratamiento optimizado
Tarwi (%)	8	22	11,65	9,69	12,06	10
Cáscara de huevo en polvo (%)	0,8	2,2	0,79	0,79	0,84	1

4.1.2. Características fisicoquímicas de pasta alimenticia optimizada con 10% tarwi y 1% cáscara de huevo en polvo

La Tabla 16 muestra la comparación de los resultados de las características fisicoquímicas de la pasta alimenticia sustituida al 10% de tarwi con 1% de cáscara de huevo y la pasta alimenticia control (tallarín de casa Doña Vissi).

El análisis de varianza y la prueba de Tukey de las características fisicoquímicas se muestran en Anexo 7. Adicionalmente, se determinó la acidez titulable y humedad relativa a todos los tratamientos como análisis preliminar a la pasta alimenticia (Anexo 7 a y b). La humedad relativa entre los tratamientos fue similar ($p>0,05$); mientras la acidez titulable fue significativamente diferente entre todos los tratamientos ($p<0,05$), dichos valores están dentro de los parámetros establecidos por la norma NTP 206.010:2016, Anexo 10. A mayor sustitución de tarwi (T2 y T6), la acidez titulable incrementó ($p<0,05$). Las propiedades fisicoquímicas de humedad relativa, tiempo de cocción y aumento de peso de la pasta alimenticia en estudio respecto al control, son similares ($p>0,05$) (Anexo 7 b, c y d), mientras las propiedades de acidez titulable y el aumento de volumen de la pasta alimenticia en estudio respecto al control son significativamente diferentes ($p<0,05$) (Anexo 7 a y e).

Tabla 16. *Características fisicoquímicas de pasta alimenticia optimizada y control*

Tipo de pastas	*Características fisicoquímicas				
	Acidez titulable (%)	Humedad relativa (%)	Tiempo de cocción (min.)	Aumento de peso (g)	Aumento de volumen (cm ³)
Optimizada	0,12±0,004 ^b	9,55±0,5 ^a	10,67±0,6 ^a	61,03±0,9 ^a	55,65±3,8 ^a
Doña Vissi	0,10±0,05 ^a	10,60±0,7 ^a	9,00±1 ^a	62,26±0,7 ^a	71,22±0,7 ^b

a-c diferente letra en la misma columna representa diferencias significativa ($p<0,05$).

*: Promedio de tres repeticiones± desviación estándar

4.1.3. Composición nutricional de pasta alimenticia optimizada con 10% tarwi y 1% cáscara de huevo en polvo y pasta alimenticia control

La Tabla 17 muestra los valores nutricionales de pasta alimenticia sustituida al 10% de tarwi con 1% de cáscara de huevo y pasta alimenticia control (tallarín de casa, marca: Doña Vissi y Bella Abanquina), la misma que se encuentra en el Anexo 8. El valor nutricional de la pasta alimenticia con 10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo, incrementó en el contenido de proteína, grasa, calcio, vitamina D, y disminuyó el contenido de carbohidratos, respecto al valor nutricional de las dos marcas de pasta alimenticia control (tallarín de casa, marca: Doña Vissi y Bella Abanquina). Asimismo, se observa la diferencia del valor nutricional entre las muestras control, siendo ligeramente superior la marca de “Bella Abanquina” al de la marca “Doña Vissi”. El incremento del contenido de calcio y vitamina D, resaltan en la pasta alimenticia con sustitución al 10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo, siendo mayor en 68,12% y 42,07%; respectivamente, y el incremento del contenido de proteína fue tan solo en 6,73%, respecto a la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) marca: “Bella Abanquina”.

Tabla 17. Valor nutricional de pasta alimenticia optimizada y control

Valor nutricional	Pasta alimenticia optimizada			*Doña Vissi	*Bella Abanquina
	Tarwi 10% y cáscara de huevo 1%				
	R1	R2	Promedio		
Proteína %	12,30	12,36	12,33±0,04	10,75	11,50
Grasa %	0,26	0,28	0,27±0,01	0,14	0,20
Carbohidratos %	73,61	73,56	73,59±0,04	76,11	78,13
Calcio (mg/100)	131,40	148,40	139,90±12,02	38,80	44,60
Vitamina D (µg/100)	7,60	6,90	7,25±0,49	3,60	4,20

R1, R2: número de repeticiones

*: Sólo una repetición

4.1.4. Análisis microbiológico de pasta sustituida al 10% tarwi con 1% cáscara de huevo

Los resultados del análisis microbiológico se muestran en la Tabla 18 y Anexo 9, los valores obtenidos cumplen con los límite permisibles en pasta seca para consumo humano establecidos según la norma NTP 206.010:2016, ver Anexo 11.

Tabla 18. Resultados del análisis microbiológico

Ensayos	Unidad	Resultados	NTP 206.010:2016
Numeración de coliformes	ufc/g	<10	10 ²
Numeración de mohos	ufc/g	45	10 ³
Detección de <i>salmonella</i> sp. (25g)	-	Ausente	Ausencia

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis estadísticas (nula y alterna)

a. Primera hipótesis

Ho: La pasta alimenticia con la formulación óptima en la sustitución de tarwi y cáscara de huevo, tendrá la misma aceptabilidad sensorial que la pasta tradicional (Tallarín de Casa).

Ha: La pasta alimenticia con la formulación óptima en la sustitución de tarwi y cáscara de huevo, no tendrá la misma aceptabilidad sensorial que la pasta tradicional (Tallarín de Casa).

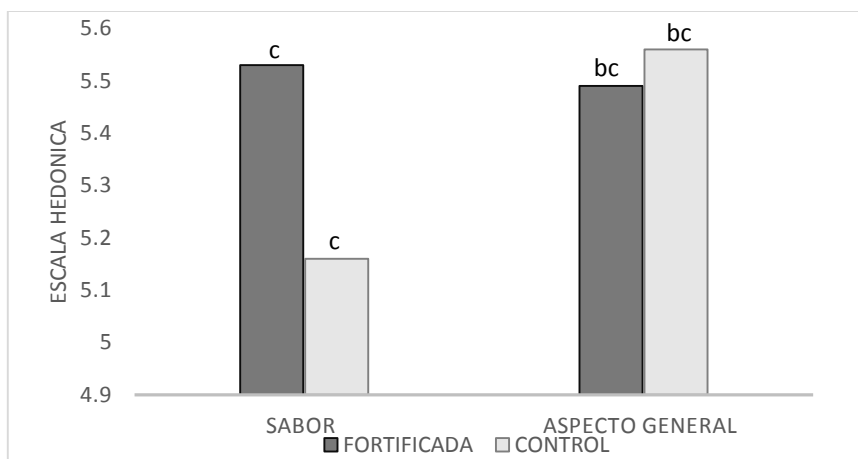


Figura 5. Comparación de la aceptabilidad del sabor y aspecto general.

La Figura 6 muestra la significancia de la aceptabilidad de los atributos sensoriales (sabor y aspecto general), entre la pasta sustituida al 10% tarwi con 1% cáscara de huevo y pasta alimenticia comercial (tallarín de casa Doña Vissi). Estadísticamente son similares, a un nivel de confianza de 95% ($p > 0,05$). De esta manera se afirma la primera hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

b. Segunda hipótesis

Ho: Las características fisicoquímicas de la pasta con la formulación óptima con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo, serán similares a la pasta alimenticia tradicional (Tallarín de Casa), asimismo, tendrá mejores propiedades en su composición nutricional, y cumplirá con los requisitos microbiológicos que exige la Norma Técnica Peruana.

Ha: Las características fisicoquímicas de la pasta con la formulación óptima con sustitución de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y cáscara de huevo en polvo, serán diferentes a la pasta alimenticia tradicional (Tallarín de Casa), asimismo, no incrementará en su valor nutricional, y ni cumplirá con los requisitos microbiológicos que exige la Norma Técnica Peruana.

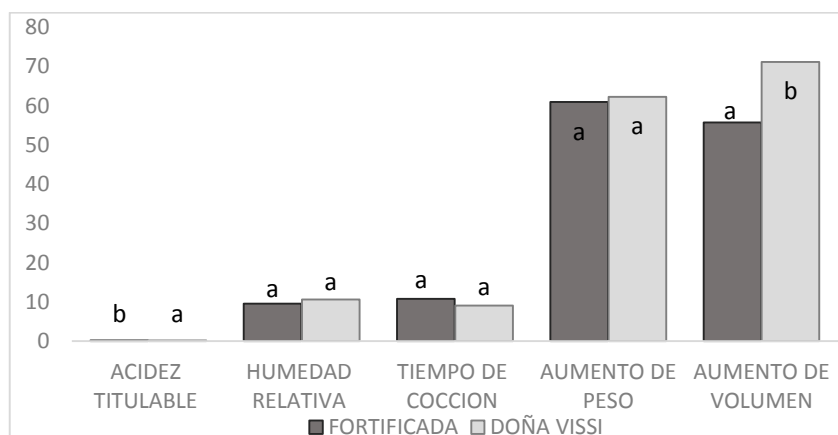


Figura 6. Comparación de las características fisicoquímicas

En la Figura 7 se muestra la significancia de las características fisicoquímicas, entre la pasta sustituida al 10% tarwi con 1% cáscara de huevo y pasta alimenticia comercial (Tallarín de casa Doña Vissi). Las propiedades fisicoquímicas de humedad relativa, tiempo de cocción y aumento de peso de la pasta alimenticia en estudio respecto al control, son similares ($p>0,05$), mientras las propiedades de acidez titulable y el aumento de peso de la pasta alimenticia en estudio respecto al control son significativamente diferentes ($p<0,05$). De esta manera se afirma la segunda hipótesis nula respecto a las características fisicoquímicas y se rechaza la hipótesis alterna.

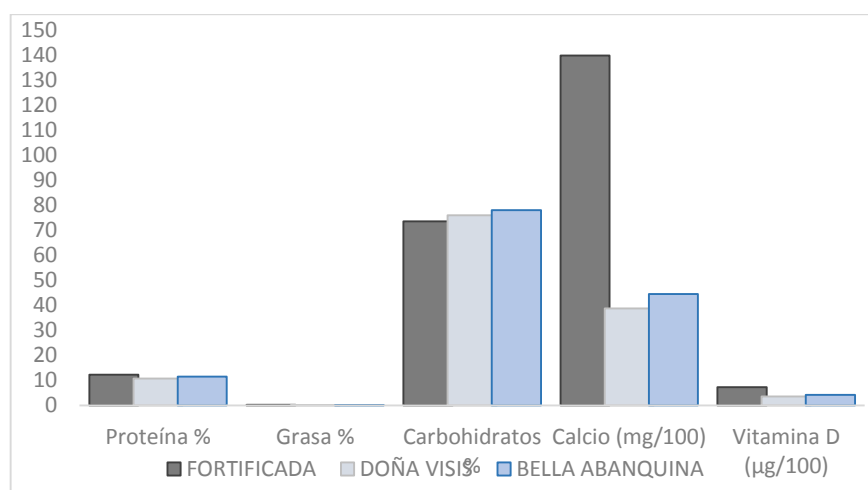


Figura 7. Comparación del valor nutricional entre la pasta alimenticia en estudio y control.

La Figura 8 muestra la significancia del valor nutricional, entre la pasta sustituida al 10% tarwi con 1% cáscara de huevo y pastas comerciales marca “Doña Vissi y Bella Abanquina”. El valor nutricional de la pasta alimenticia con 10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo, incrementó el contenido de proteína, grasa, calcio, vitamina D, y disminuyó el contenido de carbohidratos, respecto al valor nutricional de las dos marcas de pasta alimenticia control (tallarín de casa, marca: Doña Vissi y Bella Abanquina). Con dicho resultado se afirma la segunda hipótesis nula respecto a su composición nutricional y se rechaza la hipótesis alterna.

El resultado de la Tabla 18, muestra que la pasta alimenticia con la formulación de 10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo, cumple con los requisitos microbiológicos que exige la Norma Técnica Peruana. Con dicho resultado se afirma la segunda hipótesis nula respecto a la inocuidad de dicha pasta y se rechaza la hipótesis alterna.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Optimización de la pasta sustituida con tarwi y cáscara de huevo en polvo

4.3.1.1. Aceptabilidad entre tratamientos y muestra control

En la evaluación sensorial de 10 tratamientos, el T1 (10% tarwi, 1% cáscara de huevo) y T7 (15% tarwi y 0,8% cáscara de huevo), obtuvieron mayores calificaciones en cuanto a los atributos sabor y aspecto general, respectivamente; y no hubo significancia con la muestra control (T0) ($p>0,05$). Se observó que a mayor sustitución de harina de trigo por tarwi y cáscara de huevo, la pasta alimenticia tiene menor aceptabilidad por los panelistas, este resultado coincide con otras investigaciones, autores con Pantoja [20] en la evaluación sensorial tuvo mayor preferencia por los fideos con menor sustitución, pudiendo ser aceptables los fideos hasta un 10% de harina de quinua y 10% de harina de tarwi; asimismo, Hurtado [63] reportó que la pasta elaborada con el menor contenido de arveja y haba (10%) tuvo mejor aceptabilidad sensorial de la que contiene 20% de arveja y haba. La sustitución de la harina de trigo por otras harinas, y la consecuente disminución del contenido de gluten, hace que la calidad sensorial de la pasta sea inferior [3]. Efectivamente en esta investigación se vio afectado principalmente en la firmeza, desintegración y pegajosidad en los tratamientos con mayor sustitución de cáscara de huevo y tarwi que se manifestó con menor aceptabilidad en su atributo de aspecto general.

4.3.1.2. Optimización de la formulación en la aceptabilidad (sabor y aspecto general) de la pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo

Los resultados obtenidos del análisis estadístico del DCCR con dos puntos centrales reportaron que las dos variables estudiadas tuvieron modelos significativos: sabor y aspecto general. En ambos modelos se observó curvatura e interacción entre factores. Los resultados sugieren que el área de optimización de multirespuesta está cerca de los niveles bajos de la harina de tarwi y de cáscara de huevo, aunque el primer factor es menos significativo. Al optimizar la formulación en la elaboración de pasta alimenticia a través de la aceptabilidad, se buscó la combinación de los factores tarwi y cáscara de huevo que maximizan los atributos de sabor y aspecto general; las formulaciones optimizadas fueron 11,65% de tarwi y 0,79% de cáscara de huevo según el atributo sabor (Figura 4) y para el atributo aspecto general fue 9,69% de tarwi y 0,79% de cáscara de huevo (Figura 5). Se observó que al aumentar la cantidad de harina de tarwi y cáscara de huevo en la elaboración de pastas alimenticias, la aceptabilidad disminuye, principalmente por el incremento de cáscara de huevo.

El resultado de ANOVA muestra que el factor tarwi no es significativo en la sustitución, en sus atributos sensoriales (sabor y aspecto general), este resultado coincide con investigaciones que obtuvieron con mayor sustitución de tarwi, mejor aceptación y que mantienen sus propiedades principales de la pasta, como: Pepe [26] obtuvo el mejor tratamiento con harina de tarwi con cáscara al 20% de sustitución, por presentar mayor promedio de aceptabilidad. Albuja y Yépez [28] obtuvo la mejor formulación con 20% harina de tarwi, 30% huevo y 0,15% goma guar y Ponce *et al.*, [27] determinó la mejor combinación con 25% de harina de chocho y con un 18% de huevo, dicha aceptabilidad con alto contenido de tarwi, probablemente sea por el alto contenido de huevo. Por el contrario, la adición de cáscara de huevo es altamente significativo y refleja en los resultados de optimización que fueron con los niveles bajos de sustitución, probablemente sea porque la cáscara de huevo tiene fuerte olor y que es percibida en el sabor de la pasta, asimismo las partículas de la cáscara de huevo hacen que la textura de la pasta sea más rugosa y frágil, efectivamente investigadores que hicieron productos para el consumo humano con adición de cáscara de huevo, determinaron la mejor aceptabilidad con la menor sustitución, Ray [64], determinó que la torta de chocolate con adición de 3%, 6% y 9% de cáscara de huevo, tuvo la mejor aceptabilidad la formulación que tuvo la menor sustitución. Ramírez [11] determinó el tratamiento óptimo con almidón de yuca al 20% y cáscara de huevo al 2% que sensorialmente fue menos aceptada por los panelistas. La sustitución con tarwi fresca húmeda también afectó en la textura de la pasta durante el amasado, a mayor sustitución la textura se hizo más frágil dificultando en el laminado debido que tuvo mayor contenido de agua.

4.3.1.3. Optimización de múltiples respuestas

Para analizar múltiples respuestas en simultáneo existe un método propuesto por Derringer y Suich en el año 1980 y que es actualmente uno de los más utilizados en la industria. Funciona primero de forma individual para cada una de las respuestas, y después encuentra una respuesta global de muchas características (variables de respuesta). La función *deseabilidad* asigna números entre 0 y 1, utilizando una función específica para cada variable. El 0 representa lo menos deseado y el 1 representa el valor ideal de la respuesta. El objetivo es encontrar el mejor conjunto de condiciones que satisfagan todos los objetivos individuales (maximizar y/o minimizar), y no es el de obtener un valor de *deseabilidad* de 1,0; Ponce *et al.*, [27].

Para esta investigación el valor de “función de deseabilidad” que optimizó las respuestas fue 1,0. Para la obtención de este valor, a cada una de las variables se le asignó una meta de maximizar la aceptabilidad (sabor y aspecto general). La combinación de factores con la función de deseabilidad realizada con el diseño central compuesto según el software utilizado, reportó la formulación más óptima: 12,06% de tarwi con 0,84% de cáscara de huevo.

Los valores que toman las respuestas en este punto son: sabor=5.61 puntos de escala hedónica, aspecto general =5.63 puntos de escala hedónica. La Figura 6 muestra el contorno de la superficie de respuesta de la función de *deseabilidad*. La combinación óptima está en el nivel bajo de tarwi y cáscara de huevo, se puede afirmar que, al combinar estos factores en estos porcentajes, se obtiene una pasta con índices relativamente apropiados de sabor y aspecto general. Una vez analizados los resultados obtenidos en las todas las variables de respuesta, por medio de la metodología de superficie de respuesta y por la función de deseabilidad se identificó el tratamiento óptimo que fue T1 (10% de tarwi con 1% de cáscara de huevo) con 0,9485 de deseabilidad prevista que se muestra en Anexo 6, Tabla 22. Dicha formulación fue comparada con una pasta control (T0), siendo no significativa en la aceptabilidad ($p>0,05$).

4.3.2. Características fisicoquímicas de pasta alimenticia optimizada con 10% tarwi y 1% cáscara de huevo en polvo

Respecto a las características fisicoquímicas de la pasta optimizada con 10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo y la pasta control (tallarín de casa comercial) la Humedad Relativa es similar al control ($p>0,05$), en cambio la acidez titulable de la pasta optimizada (0,12%) incrementó significativamente respecto al control (0,10%) ($p<0,05$), el tiempo de cocción de la pasta optimizada es ligeramente mayor (10,67 minutos) respecto al control (9,00 minutos); por el contrario, el aumento de peso es ligeramente menor (61,03%) respecto al control (62,26%) siendo no significativo dichas diferencias y el aumento del volumen del tratamiento optimizado fue menor (55,65%) respecto al control (71,22%), siendo estadísticamente diferentes ($p<0,05$).

La formulación de pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo fue apropiada, debido que el tarwi es un producto de acidez alta y la cáscara de huevo contiene alto contenido de carbonato de calcio, siendo como regulador de acidez además de contener alto contenido de calcio. El incremento de acidez conforme aumenta la sustitución de tarwi, fue significativo; sin embargo no fue muy elevado la acidez, conforme aumento la sustitución de cáscara de huevo se mantuvo y disminuyó la acidez titulable. Investigaciones que reportan que el carbonato de calcio se usa en la industria de alimentos como neutralizante para corregir la acidez natural, algunas veces se usa para mejorar el color y el sabor de otros alimentos preparados. En la industria lechera interviene en varios procesos para neutralizar o reducir la acidez [6]. Al respecto, investigadores que elaboraron productos sustituyendo harina de trigo por otro tipo de harina, reportaron incremento de acidez en el producto, autores como Ramírez [11] menciona que al sustituir la harina de trigo por otro tipo de harina, hay una tendencia a que la acidez aumente gradualmente conforme la harina de trigo se sustituya. Esto se debe a la

acción enzimática de los hidratos de carbono, que representa el principal compuesto de las materias primas. Asimismo, la humedad en la pasta ayuda a la acción enzimática provocando un aumento de acidez. Los resultados de acidez para esta investigación no fueron elevados, probablemente por el contenido de cáscara de huevo; mientras en pasta con sustitución de tarwi y quinua sin adición de cáscara de huevo fueron elevados el contenido de acidez; así, Pantoja [20] reportó un incremento de 0,31% a 0,34% de acidez.

Según Hurtado *et al.*, [63], la determinación del tiempo de cocción es importante, porque influye sobre la textura, color, aspecto y sabor de la pasta. Así, si las pastas se cocinan menos de lo indicado, la textura será dura y resaltará el sabor a harina; si por el contrario las pastas están sobre-cocidas, se tornan blanquecinas, se rompen fácilmente en pequeños trozos y presentan una textura suave, elástica y pegajosa, lo cual es considerado por los consumidores como una sensación desagradable. La completa gelatinización del almidón indica que el fideo está cocido. Ramírez [11] esto sucede de 10 a 16 minutos dependiendo del porcentaje de harina de trigo presente en la mezcla, el tiempo es directamente proporcional a la cantidad de almidón de yuca y de la cáscara de huevo. Asimismo, Acosta [39] menciona que el tiempo de cocción depende del contenido de trigo en el producto. El tiempo de cocción de la pasta optimizada, coincide con lo descrito anteriormente, siendo mayor en la pasta elaborada con la mezcla de tarwi y cáscara de huevo 10,67 minutos que en la pasta con solamente harina de trigo 9,00 minutos. Siendo responsable en la variación de la misma, el contenido de gluten y almidón del trigo.

Según Acosta [39] una pasta debe hinchar el doble de su volumen a los 10 minutos de ser hervido y mantener su forma y firmeza sin ponerse pastoso ni desintegrarse. En la cocción de la pasta alimenticia durante el proceso de gelatinización, la temperatura de gelatinización es un factor que influye en el incremento del volumen de la pasta, además la disminución del contenido de almidón es el responsable en el hinchamiento de la pasta con sustitución de tarwi y cáscara de huevo. Esto es justificado por Canónico [40], los gránulos de almidón se hinchan cuando se calientan en un medio acuoso. Inicialmente el hinchamiento es reversible y la birrefringencia del gránulo no se pierde. Sin embargo, cuando el gránulo alcanza la temperatura de gelatinización pierde su birrefringencia, la amilosa se difunde hacia el agua y la amilopectina queda dentro del gránulo para finalmente perder su estructura. Al respecto, Granito y Ascanio [3] indican que al adicionar harinas de leguminosas como ingrediente, se incrementan los componentes que compiten por el agua con el almidón y la proteína presentes en la harina de trigo, dificultando así la gelatinización del almidón y la formación de la matriz de gluten en las pastas.

El factor que interviene en el aumento de peso de la pasta alimenticia después de la cocción es la capacidad de absorción de agua de la harina, durante la gelatinización, Acosta [39] las pérdidas de sólidos por cocción, es debido que el almidón de la pasta se hidrata, luego se solubiliza y pasa al agua de cocción al no haber una matriz suficientemente fuerte para retener el almidón gelatinizado, Albuja *et al.*, [28] las pastas con ingredientes diferentes a la harina de trigo produce pérdida de sólidos, debido a la disminución de la cantidad de gluten. De la vega [36] el contenido de gluten como proteína evita la desintegración y confiere a la masa una funcionalidad única que la diferencia del resto de las harinas de otros cereales, la masa de harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido viscoelástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible, Ponce *et al.*, [27] el gluten mantiene encapsulado al almidón en la pasta y este permanece así durante la elaboración y cocción de la misma evitando la disgregación de la pasta durante la cocción. Al respecto, Granito y Ascanio [3] han reportado que la extensión de pastas con ingredientes diferentes a la sémola genera un aumento en la pérdida de sólidos por cocción proporcional al porcentaje de sustitución, debido a la disrupción en la matriz proteica del gluten. Altos tiempos de cocción, favorecen aún más la absorción de agua y el consiguiente aumento de peso.

4.3.3. Composición nutricional de pasta alimenticia optimizada con 10% tarwi y 1% cáscara de huevo en polvo y pasta alimenticia control

La pasta alimenticia sustituida al 10% de tarwi con 1% de cáscara de huevo, mejoró en su composición nutricional en todas sus propiedades analizadas, principalmente el contenido de proteína y calcio es mayor respecto al control. El contenido de proteína (12,33%) respecto al control (10,75 y 11,50%), podría deberse al alto contenido de proteína en tarwi comparado al contenido proteico de trigo. Además otros autores señalan que al aumentar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de leguminosas, aumenta el valor nutritivo en la elaboración de diferentes productos como: pan con tarwi [24]; pasta alimenticia de arroz libre de gluten con adición de tarwi [28]; pasta alimenticia con harina de haba y arveja [63] y pasta alimenticia con harina de frijol [65]. La pasta sustituida con 10% de tarwi y 10% de harina de quinua y sin adición de huevo, reportó 19,06% de proteína; 3,23% de grasa; 0,646% de ceniza y 2,163% de fibra [20]. El contenido menor de proteína en la sustitución al 10% de tarwi, respecto a otras investigaciones puede deberse probablemente por la sustitución con tarwi molido fresco (HR: 71,3%). La diferencia de su composición nutricional entre las pastas comerciales (control), puede ser debido que la materia prima, insumos y la formulación que se aplica en cada empresa es diferente.

El contenido de calcio en pasta alimenticia en estudio es superior (139,90 mg/100) al control (38,80 y 44,60 mg/100), debido a la fortificación con cáscara de huevo, asimismo otros autores reportaron similares incrementos al adicionar cáscara de huevo en diferentes productos como: pasta alimenticias [6; 12]; torta de chocolate con adición de cáscara de huevo [64] y galletas con sustitución con harina de maíz y adición de cáscara de huevo [66]. Así, en pasta fettuccine al fortificar con 2% de cáscara de huevo incrementó en 208% [11]. Estos resultados nos permiten promover la producción de alimentos nutritivos, naturales, con alto contenido de calcio. Asimismo dar una alternativa de consumo para niños, personas de tercera edad que se requiere en la formación ósea y problemas de osteoporosis.

Al reemplazar la harina de trigo con harinas de leguminosas ricas en aminoácido esencial como lisina, no sólo se produce una complementación aminoacídica, sino se incrementa el contenido de proteína, y minerales [63]. Asimismo en la adición de cáscara de huevo, no solamente se incrementa el contenido de calcio, sino también vitaminas, otros minerales que se encuentran en pequeñas cantidades [7]. También, la acción de huevo en dicha pasta favorece en el incremento del valor nutritivo, por contener gran número de aminoácidos esenciales, asimismo minerales, vitaminas, entre las que se encuentran la B12, y liposolubles ADE [51]. La vitamina D, es indispensable para la absorción del calcio en el organismo [17]. Asimismo el calcio controla el equilibrio entre la acidez y alcalinidad del medio interno del organismo [51]. También dicha pasta presenta en su contenido ácidos grasos principalmente ácido linoleico (omega 3), ácido lenoleico (omega 6) y ácido oleico (omega 9); que contiene el tarwi [45] y el huevo [7]. Por lo tanto, la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi y adición de cáscara de huevo en polvo, es un alimento altamente nutritiva, y la complementación e interacción de algunos componentes antes mencionados ayudan en la solubilidad y absorción del calcio, como; algunas proteínas, aminoácidos, péptidos, el ácido cítrico, la lactosa [67].

4.3.4. Análisis microbiológico de pasta sustituida al 10% tarwi con 1% cáscara de huevo

En cuanto al análisis microbiológico los resultados reportados cumplen con los requisitos microbiológicos, para pasta o fideos para consumo humano establecidos según la norma NTP 206.010:2016 [4]. Cabe resaltar la ausencia de *Salmonella* sp, debido que es un factor de riesgo para la salud humana, como los huevos pueden contaminarse internamente y en la superficie exterior de la carcasa [64]. El cascarón como desecho puede contener restos del huevo, convertirse en una fuente de alimento para las cepas de salmonella, diferentes tipos de bacterias y hongos dañinos para la salud humana en no menor de tres horas [6]. Teniendo en cuenta los riesgos de usar el cascaron de huevo, se mantuvo estricto cuidado durante todo el procedimiento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El mejor tratamiento que obtuvo la mayor aceptabilidad (5,5) con la calificación entre “me gusta poco y me gusta moderadamente” respecto a los atributos de sabor y aspecto general, fue optimizado la formulación de la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de 10% de tarwi y 1% de cáscara de huevo en polvo, con adecuadas características fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas.
- Las características fisicoquímicas de la pasta alimenticia optimizada fueron: el tiempo de cocción 10,7 minutos, el incremento del peso 61%, siendo equivalente al valor del control; mientras que el incremento del volumen 55,7%, siendo inferior al control (71,2%). La sustitución de tarwi y cáscara de huevo en la pasta optimizada no influyen en el tiempo de cocción ni aumento de peso, mientras el aumento de volumen fue afectado.
- La pasta alimenticia optimizada presentó mayor valor nutricional: 12,33% de proteína, 0,27% de grasa, 73,58% de carbohidratos, 139,9 mg/100 de calcio y 7.25 µg/100 de vitamina D, respecto al control.
- El recuento de coliformes, mohos y la ausencia de la *salmonella* sp. en la pasta alimenticia optimizada, se encontró dentro de los límites microbiológicos permisibles establecidos en la NTP 206.010:2016, garantizando así la inocuidad del producto.

5.2. Recomendaciones

- En base a esta investigación se recomienda realizar estudios en la digestibilidad de la pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi y adición de cáscara de huevo, asimismo la biodisponibilidad de calcio y la proteína en combinación de las mismas.
- Realizar el análisis físico químico, valor nutricional de los ingredientes principales en la elaboración de pasta alimenticia (harina de trigo, harina de tarwi, cáscara de huevo en polvo), para asegurar el factor que afecta en la variabilidad de las propiedades en el producto elaborado.
- Elaborar pasta alimenticia haciendo comparación en la sustitución de tarwi (con harina de tarwi a base húmeda y harina de tarwi a base seca), para ver el efecto de la diferencia en sus propiedades del producto elaborado, así mismo en el valor nutricional.
- Difundir el empleo de tarwi y cáscara de huevo en la elaboración de pastas, productos de panificación, etc. por sus excelentes propiedades nutritivas.
- Realizar estudios del comportamiento reológico de la mezcla en el proceso de amasado en la elaboración de pasta con sustitución de tarwi y cáscara de huevo, para mejorar la textura y sus aspectos generales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. **LEGUA CASTILLA, César Augusto, et al.** *Informe del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-CENAN: Control analítico de la fortificación de la harina de trigo en los molinos del Perú. Verificación de la fortificación en molinos del Perú. Año 2017.* Lima : Ministerio de Salud, 2018.
- [2]. **AUTRAN, Jean Claude.** *Recent perspectives on the genetics, biochemistry and functionality of wheat proteins. Trends Food Sci. Technol, 1993, vol. 4, p. 358-364. .*
- [3]. **GRANITO, Marisela y ASCANIO, Vanesa.** *Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas con leguminosas.* Venezuela: Archivos latinoamericanos de nutrición - ALAN, 2009. pp. 71-77.
- [4]. **INACAL.** *NTP 206.010. 2016. Pastas o fideos para consumo humano. Requisitos.* Lima : 2da edición, 2016. p. 15(2).
- [5]. **ORTEAGA, David Eduar, et al.** *Caracterización de semillas de lupino (Lupinus mutabilis) sembrado en los Andes de Colombia.* Colombia : Acta Agronómica, 2010. pp. 111-118. ISSN: 0120-2812.
- [6]. **GONZALES VEGA , Luis A. y YAÑEZ MEDRANO, Eduardo.** *Recuperando valor de la basura para competir: el desarrollo de un proyecto en el área de producción de harinas y pastas de cascarón de huevos de desecho.* Mexico : Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 2009. pp. 390-403.
- [7]. **INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HUEVO.** *El Gran Libro del Huevo.* España : Everest, S.A., 2009. ISBN: 978-84-441-0208-5.
- [8]. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO.** Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). *Producción de principales productos agroindustriales.* [Online] 2018. [Cited: Marzo 12, 2019.]
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/agricultural/#url>.
- [9]. **SÁNCHEZ ABANTO, José.** *Evolución de la desnutrición crónica en menores de cinco años en el Perú.* Perú : Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública., 2012. pp. 402-405. ISSN 1726-4634.
- [10]. **GARAY CANALES , Oscar Baldomero.** *Manual técnico: El tarwi alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil.* Huancayo : INIA, 2015.
- [11]. **RAMÍREZ CHICAS, Aída Milena .** *Evaluación de características físicas, químicas y sensoriales de pasta Fettuccine con sustitución parcial de la harina de trigo por almidón de yuca y cáscara de huevo.* Zamorano - Honduras : Escuela Agrícola Panamericana. Tesis de Licenciatura, 2015.
- [12]. **ROSAS, Ricardo, et al.** *Valorización de cáscaras de huevo como suplemento de calcio en pasta tipo fettuccine.* PADI. Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, 2018.

- [13]. **GARCIA CAMPOS , Tania .** *Extracción y aplicaciones alimentarias de membranas de cáscaras de huevo.* s.l. : Repositorio de la universidad de Oviedo, 2015.
- [14]. **GÓMEZ RECIÑOS, Diana L.** *Cuantificación de calcio en soluciones caseras que contienen cáscara pulverizada de huevo de gallina (Gallus gallus).* Guatemala : Universidad de san Carlos, 2011.
- [15]. **TORRES ACOSTA, Rafael y CALVO ARAÚJO, Félix Manuel.** *Enfermedad hipertensiva del embarazo y el calcio.* Cuba : Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología, 2011. pp. 551-561.
- [16]. **ZUDAIRE, Maité.** La deficiencia de calcio en el organismo. *Consumer.* [Online] setiembre 31, 2010. [Cited: diciembre 13, 2018.]
http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2003/01/16/55944.php.
- [17]. **FERNANDEZ, Adriana, et al.** *Calcio y Nutrición.* Benos Aires : Sociedad Argentina de Pediatría, 2011. pp. 1-19.
- [18]. **CASTAÑEDA, C. B., et al.** *Evaluación del Efecto Antiinflamatorio del Extracto Acuoso de las Semillas de Lupinus mutabilis Sweet (Tarwi, Chocho), en Animales de Experimentación.* Lima : Horizonte Médico USMP, 2002. pp. 54-70.
- [19]. **AYALA , Guido.** *Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana. Raíces andinas: contribuciones al conocimiento ya la capacitación.* 2004. pp. 101-112.
- [20]. **PANTOJA TIRADO, Lucia R. y PRIETO ROSALES, Gino P.** *Evaluaciónj tecnológica y sensorial de pastas alimenticias enriquecidas con harina de quinua (chenopodium quinua wild.) y tarwi (lupinus mutabilis sweet).* Nuevo Chimbote - Perú : Universidad Nacional del Santa. Tesis para optar grado de titulo, 2014.
- [21]. **ANDRÉ VILLAMAR, Sebastián A., y LARRÚ GÁLVEZ, Rafael A.** *Estudio de pre-factibilidad para la elaboración de pastas secas no rellenas a base de quinua, kiwicha y cañihua.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis de Licenciamiento, 2013.
- [22]. **FLORES, Macario Vicente, et al.** *La sustitución parcial o total de sémola de trigo en las pastas y su valor nutricional.* s.l. : Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP, 2017.
- [23]. **ESCALANTE, Díaz, et al.** *Proyecto de Empresa: Lanzamiento de Pastas de Fideos con granos andinos: "Wayqui".* Lima : Repositorio Academico UPC, 2015.
- [24]. **CUTIPA HUARCAYA, Willy.** *Efecto de la adición de harina de tarwi (lupinus mutabilis sweet) en sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum) en la elaboración del pan.* Puno : Tesis para obter titulo., 2014.
- [25]. **CERVERA, Pilar , CLAPÉS, Juame y RIGOLFAS, Rita.** *Alimentación y Dietoterapia.* España : McGraw-Hill. Interamericana. 4ta edición. , 2004. ISBN: 84486-02382.

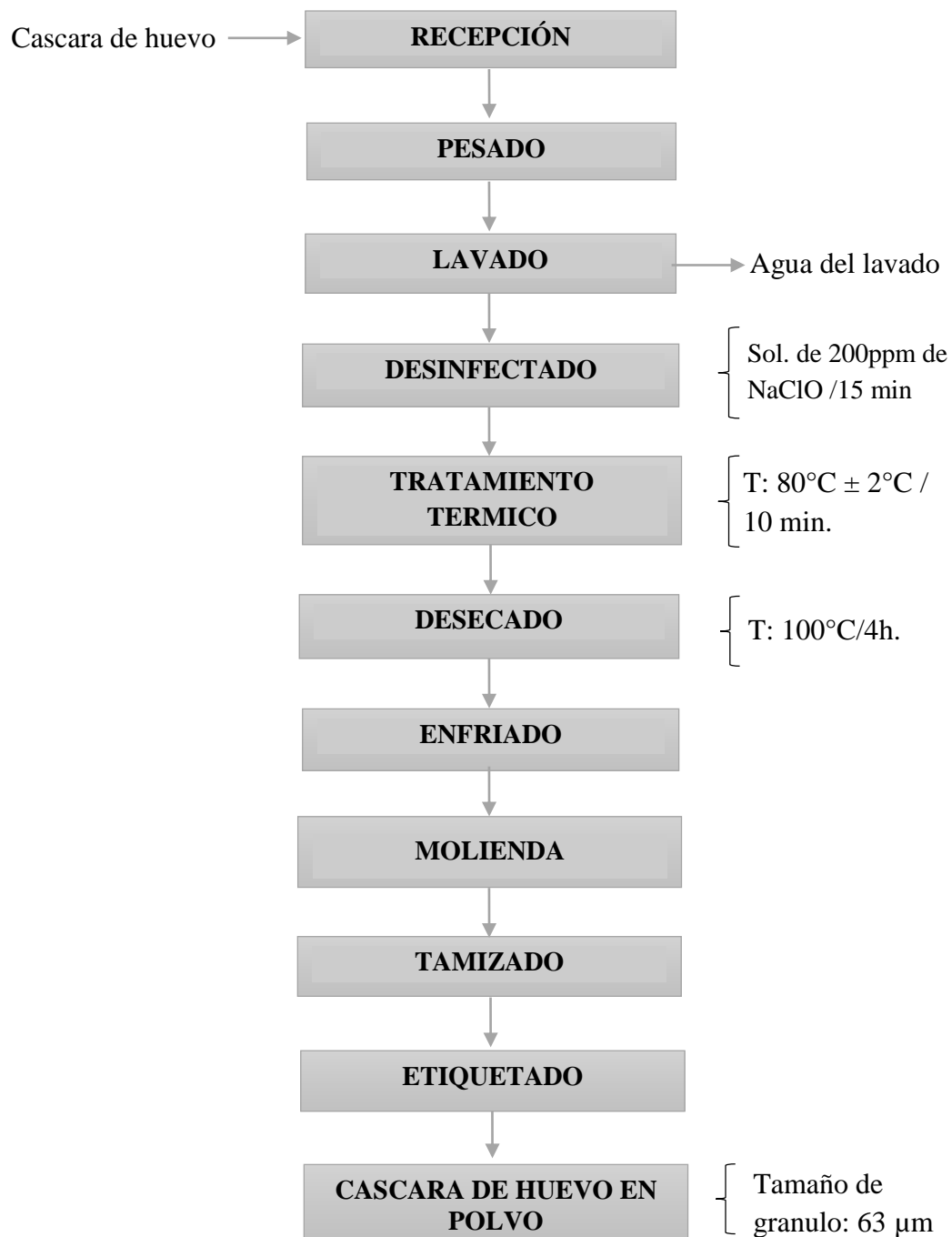
- [26]. **PEPE GUATO, Mayra Fernanda.** *Comparación de las Mezclas de Harina de Trigo (Triticum spp) y Chocho (Lupinus mutabilis) en la Evaluación Sensorial de Pastas.* Ecuador : Tesis de Licenciatura, 2011.
- [27]. **PONCE, Mateo, et al.** *Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Lupino (Lupinus mutabilis Sweet) en la Producción de Pasta Larga.* Ecuador: Información tecnológica, 2018. pp. 195-204.
- [28]. **ALBUJA VACA, David Esteban y YÉPEZ VIZUETE , Christian Alexander.** *Desarrollo de pasta de arroz libre de gluten con sustitución parcial por harina de chocho (Lupinus Mutabilis Sweet) a través de un diseño experimental de proceso-mezclas.* Tesis de Licenciatura. Quito : USFQ, 2017.
- [29]. **LEÓN EDEL, Alberto, et al.** *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica.* Primera edición. Argentina, 2007. ISBN: 9789871311071.
- [30]. **FAO.** *Legumbres, semillas nutritivas para un futuro sostenible.* 2016.
- [31]. **RÍOS CASTILLO, Israel, et al.** *Beneficios Nutricionales, Agroecológicos y Comerciales de las Legumbres.* 2018. pp. 8-13.
- [32]. **DELGADO ANDRADE, Cristian, et al.** *Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana.* España : ARBOR, 2016. p. 313. ISSN-L: 0210-1963.
- [33]. **FAO.** *CODEX STAN 152-1985.* 2007.
- [34]. **RAMIREZ WONG, Benjamín, et al.** *Effect of flour extraction rate on white and red winter wheat flour compositions and tortilla texture.* Cereal chemistry, 2007. pp. 207-213.
- [35]. **TROCCOLI, A., et al.** *Mini review: durum wheat quality: a multidisciplinary concept.* Journal of Cereal Science, 2000. pp. 99-113.
- [36]. **DE LA VEGA, RUIZ Gustavo.** *Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales.* Temas de Ciencia y Tecnología, 2009. pp. 27-32.
- [37]. **TORRES GONZÁLEZ, M. P., et al.** *Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo.* México : Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 2014. pp. 94-102.
- [38]. **FEILLET, P.** *The biochemical basis of pasta cooking quality. Its consequences for durum wheat breeders [protein, gliadin, glutenin, lipid, starch, enzyme, macromolecular interaction].* 1984.
- [39]. **ACOSTA RUEDA, Karime de los Ángeles.** *Elaboración de una pasta alimentaria a partir de sémolas de diferentes variedades de cebada.* Hidalgo: Tesis para optar el título, 2007.
- [40]. **CANÓNICO FRANCO, Marcia.** *Agregación en granulos de almidon.* Mexico : Tesis de grado de doctor, 2003.
- [41]. **JACOBSEN, Sven E. and MUJICA , Angel.** *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres.* La Paz : Botánica Económica de los andes centrales, 2006. pp. 458-482.

- [42]. **RUFA OLÓRTEGUI, M., et al.** *El Tarwi (lupinus mutabilis) en Huaraz: aspectos socioeconómicos, nutricionales y culturales.* Rev. Aporte Santiaguino, 2010. pp. 125-131. ISSN 2070-836X.
- [43]. **CHIRINOS ARIAS , Michelle C., et al.** *Análisis de la Variabilidad Genética entre treinta accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) usando marcadores moleculares ISSR.* Perú : Rev. Scientia Agropecuaria, 2015. pp. 17 – 30.
- [44]. **TAPIA NÚÑEZ, Mario Edgar.** *El Tarwi, el Lupino Andino. Tarwi, Tauri o Chocho (Lupinus mutabilis Sweet).* Perú : primera edición, 2015.
- [45]. **SUCA, G.R. and SUCA , C.A.** *Potencial del tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial.* Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, 2015. pp. 55-71. ISSN: 1609-7599.
- [46]. **URRUTIA, Gutiérrez.** *Determinación de parámetros óptimos de extracción alcalina para la obtención de Aislado proteico a partir de “tarwi”(Lupinus mutabilis).* Perú, 2010.
- [47]. **GUTIERREZ, Ana, et al.** *Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).* Trujillo : Rev. Científica de la Universidad de Trujillo: Agroindustrial Science, 2016. pp. 145-149. ISBN: 2226-2989.
- [48]. **VILLACRÉS, Elena, et al.** *Usos alternativos del chocho: Chocho (Lupinus mutabilis sweet) alimento andino redescubierto.* Ecuador : Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias- INIAP, 2006.
- [49]. **DELGADO, Sandra y NEIRA, Angela.** *Elaboración, aceptabilidad, propiedades reológicas, características fisicoquímicas y valor nutricional del pan enriquecido con harina de TARWI.* Arequipa : Tesis de Licenciamento., 2016.
- [50]. **MAMANI, Efrain and Carmen, MOLINA.** *Calidad proteica y grado de satisfacción de la galleta elaborada a base de mezclas de harina de tarwi, cushucho, cañihua y gluten.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2016.
- [51]. **FIGUEROA VALDÉS, Manuel de Jesús, et al.** *La cáscara del huevo: ¿desecho o valor agregado para la salud humana y la producción avícola? Una experiencia cubana.* La Abana : Revista cubana de ciencia avícola: BIONAT, 2007. pp. 1-30.
- [52]. **LICATA, Marcela.** zonadiet.com. [Online] Lic. MARCELA LICATA. [Cited: Noviembre 23, 2018.] <https://www.zonadiet.com/nutricion/calcio.htm#Aporte>.
- [53]. **DEL PILAR BARRERA , Maria, et al.** *Consumo de calcio: evolución y situación actual.* Bogotá : Revista de la Facultad de Medicina, 2012. pp. 50-61.
- [54]. **GARCIA QUETGLAS, E., et al.** *Importancia del tipo de formulación de los preparados de calcio y vitamina D en la prevención y tratamiento de la osteoporosis.* Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral, 2010. pp. 35-43.

- [55]. **MORA GUZMAN, Amanda Carolina** . *Evaluación de la calidad de cocción y calidad sensorial de pasta elaborada a partir de mezclas de sémola de trigo y harina de quinua*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Tesis Doctoral., 2012.
- [56]. **HERNANDEZ ALARCON, Elizabeth**. *Evaluación sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2005.
- [57]. **WATTS, Beverley Merle, et al.** *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Uruguay : CIID, Ottawa, ON, CA., 1992. ISBN: 0-88936-564-4.
- [58]. **CASAGRANDE, Daniela, et al.** *Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu*. Rev. Nutr., Campinas., 1999. pp. 137-143.
- [59]. **MINISTERIO DE SALUD. R.M. N° 591-2008/MINSA**. *Norma sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y bebidas de consumo humano*. Lima : NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01., 2008.
- [60]. **CAREAGA, María Gilka Jiménez**. *Superficies de respuesta mediante un diseño central compuesto*. s.l. : Revista Varianza, Vol. 11, 2015. pp. 31-36.
- [61]. **GUTIÉRREZ, Humberto and DE LA VERA, Román**. *Análisis y diseño de experimentos*. Mexico : Senunda edicion: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2008. ISBN-10: 970-10-6526-3/ISBN-13: 978-970-10-6526-6.
- [62]. **LAGUA, Rosalinda T. and VIRGINIA, S., Claudio**. *DICCIONARIO DE NUTRICION Y DIETOTERAPIA*. Mexico : McGRAW-HILL INTERAMERICANA, 2007. ISBN 970-10-5933-6.
- [63]. **HURTADO ANDRADE, María Isabel, et al.** *Efecto de la sustitución parcial de sémola por harina de haba (Vicia faba L.) y arveja (Pisium Sativum L.) en la elaboración de pasta*. Quito : Tesis de Licenciatura, 2016.
- [64]. **RAY, Subhajit, et al.** *Chicken eggshell powder as dietary calcium source in chocolate cakes*. s.l. : The Pharma Innovation, 2017.
- [65]. **QUEVEDO, Cieza and ALMENDRA, Kriss**. *Elaboración de fideos tipo tallarines con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum l.) por harina de frijol variedad ucalino (Phaseolus vulgaris l.)*. 2017.
- [66]. **NAVARRO Tapia, Yarabis Ceylin**. *Desarrollo de galletas a base de harina de maíz (Zea mays) y quínoa (Chenopodium quinoa) con adición de cáscara de huevo en polvo*. Honduras : s.n., 2016.
- [67]. **PITA María Luz, DE PORTELLA Martín**. *Fuentes de calcio, biodisponibilidad y salud ósea: evidencias e interrogantes*. Buenos Aires: Actualizaciones en Osteología, 2013. pp. 118-122.

ANEXOS

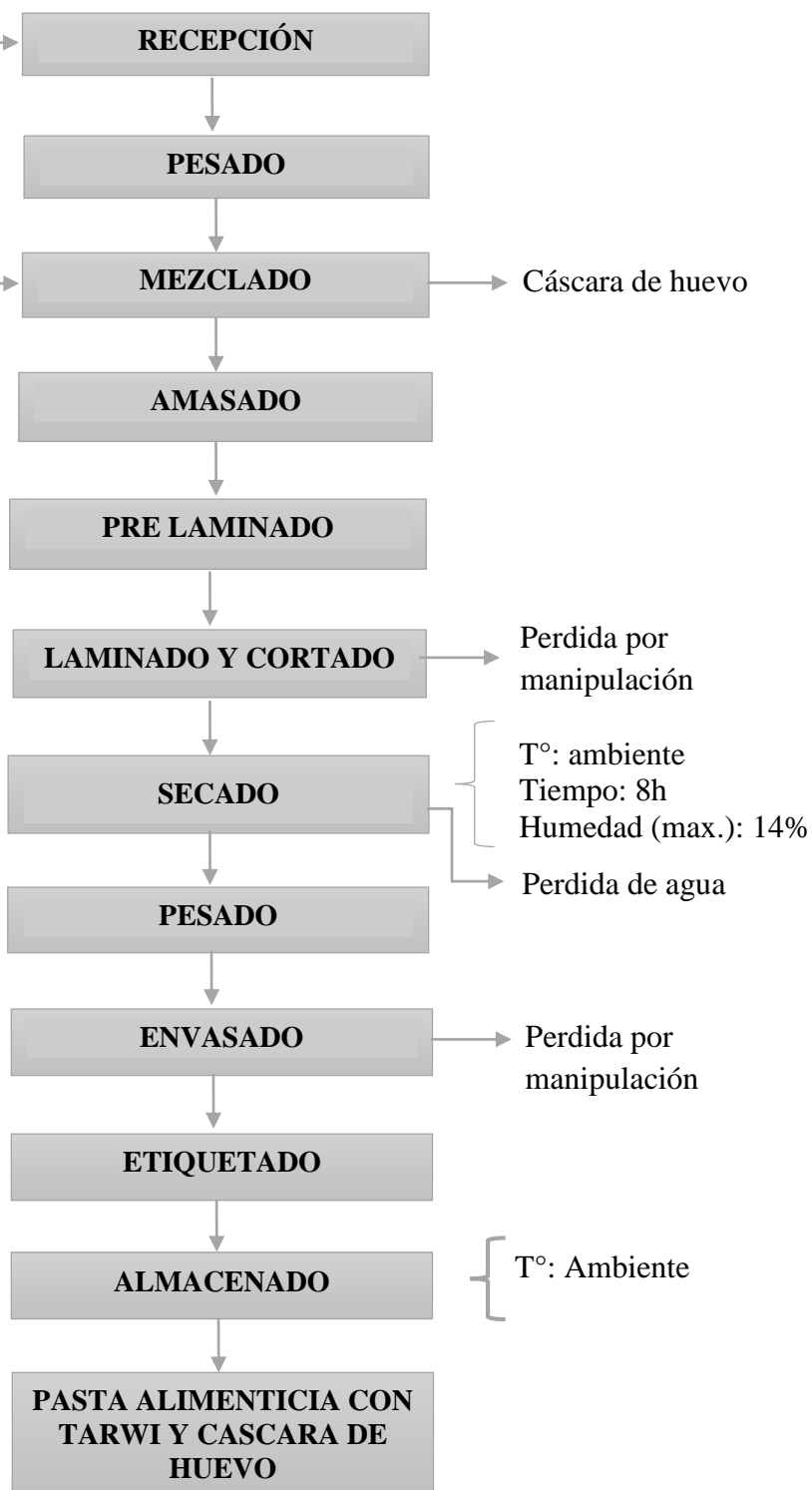
Anexo 01. Diagrama de obtención de polvo de cáscara de huevo



Anexo 02. Diagrama de elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de tarwi y cáscara de huevo en polvo.

Preparación de insumos

- Harina de trigo (%)
- Cáscara de huevo en polvo (%)
- Tarwi molido (%)
- Huevo
- Sal
- Aceite



Anexo 03. Hoja para análisis sensorial.

Hoja de evaluación sensorial de “Pasta alimenticia con sustitución parcial de tarwi y adición de cáscara de huevo en polvo”

Instrucciones

A continuación se le presentarán una muestra de pasta (Tallarín de Casa) y un vaso con agua. Limpie su paladar con el agua antes y después de cada muestra en el orden que se le presente. Evalúe el aspecto general (firmeza, pegajosidad, etc.) antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadro indicando su grado de aceptación para cada atributo. Al final escriba el código de la muestra y sus comentarios.

1	2	3	4	5	6	7
Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta Moderadamente	Me gusta mucho

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Sabor							
Aspecto General							

Código de la muestra:

Comentarios: _____

¡Muchas Gracias por su ayuda!



Anexo 04. Resultado del análisis sensorial.

N° Panel.	Sabor											Aspecto general										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T0
1	6	3	2	2	5	2	6	5	5	5	6	6	4	3	4	3	4	5	2	6	5	6
2	5	3	5	5	2	4	6	2	6	6	7	6	3	4	5	2	4	5	2	6	6	7
3	5	2	5	2	2	5	6	6	6	6	3	3	3	5	2	2	5	6	4	5	6	3
4	4	4	5	4	5	4	5	6	4	5	3	4	5	5	3	4	4	5	5	4	4	3
5	3	3	5	3	4	2	5	3	3	6	7	3	3	4	4	2	1	4	2	2	6	7
6	6	5	2	4	5	3	6	3	6	6	2	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	4
7	6	5	6	7	5	6	7	7	7	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	7	6	6
8	5	6	3	4	3	5	6	5	6	5	7	5	6	4	4	4	6	6	4	6	5	7
9	6	6	6	6	7	6	6	5	6	7	7	5	5	6	6	5	5	6	5	6	6	6
10	6	2	1	4	2	1	6	7	5	6	3	5	6	5	6	5	6	7	4	7	7	6
11	7	5	6	7	5	5	7	6	6	6	4	7	5	6	7	6	6	7	6	6	6	4
12	3	1	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	6	5	4	4	5	5	4	4	5	4
13	6	3	4	3	4	4	4	4	5	5	5	6	3	3	3	3	4	4	4	5	4	5
14	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	2	6	6	5	7	6	7	7	6	7	6	5
15	7	5	5	5	6	5	6	5	5	6	6	7	5	5	5	6	5	6	5	5	6	6
16	7	5	4	6	5	5	7	5	6	6	7	6	6	4	7	6	5	7	5	6	6	7
17	5	6	3	6	6	7	7	6	7	6	7	6	6	3	6	5	7	6	4	6	6	7
18	6	5	5	4	4	3	4	4	6	5	3	5	5	5	4	4	2	4	4	4	3	4
19	6	7	4	6	3	6	2	4	5	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	5	6
20	4	2	3	3	5	2	5	3	5	5	5	5	2	3	4	5	2	5	2	5	5	6
21	6	3	2	3	5	6	5	5	6	6	1	7	3	5	6	4	5	3	5	6	3	1
22	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	4	6	5	6	5	6	5	5	4	6	6	6
23	7	5	5	6	6	7	6	3	6	6	5	7	6	6	6	6	7	6	5	6	6	5
24	4	6	3	5	4	6	5	3	5	5	6	4	5	3	5	4	6	5	3	5	2	6
25	2	6	2	4	4	3	4	3	5	5	5	3	6	3	4	3	3	4	3	5	3	4
26	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	7	6	5	6	6	6	5	7	5	4	5	7
27	6	3	4	6	6	6	7	6	5	6	7	6	3	4	6	7	6	7	6	6	4	7
28	3	6	6	5	5	4	7	6	6	5	6	3	5	6	5	5	5	7	7	7	6	7
29	5	5	5	6	4	3	5	4	5	6	4	5	5	5	6	4	3	4	5	5	5	5
30	6	6	5	5	5	4	6	6	5	6	4	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	4
31	7	7	5	7	5	5	5	5	6	5	7	7	6	6	6	6	5	6	6	6	5	7
32	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5
33	6	4	5	4	3	3	5	4	5	5	6	6	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5
34	6	6	3	6	6	6	5	5	5	4	7	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6
35	6	4	5	5	4	5	3	5	5	5	6	6	4	4	6	4	5	5	4	5	5	6
36	6	5	5	6	4	7	6	5	6	6	5	5	5	5	6	4	6	6	5	5	6	5
37	5	4	1	3	4	4	6	6	4	4	7	5	4	2	4	4	4	5	5	4	3	7
38	5	1	3	4	2	5	4	7	4	4	5	5	3	3	5	2	5	4	6	4	4	6
39	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3	6	6	6	7	6	6	7	6	7	7	7
40	6	5	5	6	5	6	4	5	5	5	6	6	5	4	3	5	5	5	4	5	5	6
41	5	5	5	6	6	4	5	6	5	5	5	7	4	5	4	6	4	6	5	5	6	5
42	7	6	6	7	5	6	6	6	7	7	6	5	6	5	3	5	6	6	5	5	5	5
43	5	5	6	5	6	5	6	5	6	5	4	6	5	4	6	7	5	5	6	6	4	6
44	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5	5	5	5	3	5	6	4	6	5	5	5	7
45	7	5	6	5	5	6	5	6	5	5	7	7	6	6	7	7	6	6	7	6	6	6
promedio	5,53	4,64	4,47	4,98	4,69	4,78	5,47	5,00	5,47	5,49	5,16	5,49	4,89	4,67	5,11	4,82	4,89	5,58	4,78	5,33	5,11	5,56
Escala hedónica	Calificación de panelistas (SABOR)											Calificación de panelistas (ASPECTO GENERAL)										
1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2	1	3	4	2	4	3	1	1	0	0	2	0	1	1	1	4	2	0	3	1	1	0
3	3	6	6	5	3	5	1	6	1	0	5	4	7	8	5	2	3	1	2	1	4	2
4	3	4	5	10	11	7	6	7	4	4	7	2	4	8	8	13	7	7	11	6	5	6
5	10	16	16	9	15	14	13	14	18	19	8	14	17	16	11	8	17	11	17	16	16	9
6	20	11	11	13	9	10	16	12	17	18	10	18	16	12	14	15	12	17	10	16	17	15
7	8	3	1	6	3	5	8	5	5	4	12	7	0	0	6	3	3	9	2	5	2	12
Total de panelistas	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45



Anexo 05. Análisis de varianza y comparación de la prueba Tukey de los resultados de aceptabilidad (sabor y aspecto general).

a. Análisis de varianza de aceptabilidad y comparación entre tratamientos (prueba Tukey) del atributo sabor.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	450	0.09	0.07	25.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	67.07	9	7.45	4.57	<0.0001
Nº TRATAMIENTOS	67.07	9	7.45	4.57	<0.0001
Error	716.76	440	1.63		
Total	783.82	449			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.85319

Error: 1.6290 gl: 440

Nº TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	4.47	45	0.19	A
T2	4.64	45	0.19	A B
T5	4.69	45	0.19	A B C
T6	4.78	45	0.19	A B C
T4	4.98	45	0.19	A B C
T8	5.00	45	0.19	A B C
T9	5.47	45	0.19	B C
T7	5.47	45	0.19	B C
T10	5.49	45	0.19	B C
T1 (Optimo)	5.53	45	0.19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

b. Análisis de varianza de aceptabilidad y comparación entre tratamientos (prueba Tukey) del atributo aspecto general.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ASPECTO GENERAL	450	0.06	0.04	23.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	39.64	9	4.40	3.15	0.0011
Nº TRATAMIENTOS	39.64	9	4.40	3.15	0.0011
Error	614.36	440	1.40		
Total	654.00	449			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.78990

Error: 1.3963 gl: 440

Nº TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	4.67	45	0.18	A
T8	4.78	45	0.18	A B
T5	4.82	45	0.18	A B C
T2	4.89	45	0.18	A B C
T6	4.89	45	0.18	A B C
T10	5.11	45	0.18	A B C
T4	5.11	45	0.18	A B C
T9	5.33	45	0.18	A B C
T1 (Optimo)	5.49	45	0.18	B C
T7	5.58	45	0.18	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c. Análisis de varianza de aceptabilidad y comparación (prueba Tukey) entre el tratamiento con mayor aceptabilidad y muestra control del atributo sabor.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	90	0.02	0.01	26.84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.21	1	3.21	1.56	0.2149
TIPOS DE PASTA	3.21	1	3.21	1.56	0.2149
Error	181.11	88	2.06		
Total	184.32	89			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.60104

Error: 2.0581 gl: 88

TIPOS DE PASTA	Medias	n	E.E.
Control	5.16	45	0.21 A
T1 (Optimo)	5.53	45	0.21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

d. Análisis de varianza de aceptabilidad y comparación (prueba Tukey) entre el tratamiento con mayor aceptabilidad y muestra control del atributo aspecto general.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ASPECTO GENERAL	90	7.5E-04	0.00	22.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.10	1	0.10	0.07	0.7971
TIPOS DE PASTA	0.10	1	0.10	0.07	0.7971
Error	132.36	88	1.50		
Total	132.46	89			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51381

Error: 1.5040 gl: 88

TIPOS DE PASTA	Medias	n	E.E.
T1 (Optimo)	5.49	45	0.18 A
Control	5.56	45	0.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Optimización de la formulación de la pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en polvo

Tabla 19. Análisis de varianza de la aceptabilidad de pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en función al atributo sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tarwi	0.00798282	1	0.00798282	0.70	0.4496
B:Cáscara de huevo	0.239666	1	0.239666	21.05	0.0101
AA	0.704255	1	0.704255	61.84	0.0014
AB	0.49	1	0.49	43.03	0.0028
BB	0.0928283	1	0.0928283	8.15	0.0462
Error total	0.0455513	4	0.0113878		
Total (corridas.)	1.49116	9			

R² = 96.9452%; R² (ajustada por g.l.) = 93.1268%; Error estándar del estudio=0.106714; Error absoluto medio = 0,0533001

Tabla 20. *Análisis de varianza de la aceptabilidad de pasta alimenticia con sustitución de tarwi y cáscara de huevo en función al Aspecto general*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tarwi	0.00046513	1	0.00046513	0.03	0.8774
B:Cáscara de huevo	0.374706	1	0.374706	21.76	0.0096
AA	0.143016	1	0.143016	8.30	0.0449
AB	0.2704	1	0.2704	15.70	0.0166
BB	0.00094468	1	0.00094468	0,05	0.8263
Error total	0.0688915	4	0.0172229		
Total (corridas)	0.87861	9			

$R^2 = 92.159\%$; R^2 (ajustada por g.l.) = 82.3578% ; Error estándar del estudio = 0.131236; Error absoluto medio = 0.0765121

Anexo 6. Optimización de Múltiples Respuestas

Esta tabla muestra la combinación de niveles de factores (tarwi 12,06% y cáscara de huevo 0,84%) que maximiza la función de ‘deseabilidad’ en la región indicada (Figura 5). También muestra la combinación de variables de respuesta de sabor y aspecto general (aceptabilidad óptima con 5,61 y 5,63 respectivamente).

Tabla 21. *Aceptabilidad máxima alcanzada*

Factor	Nivel		Óptimo	Respuesta	Aceptabilidad		Meta	Respuesta (aceptabilidad) Óptimo
	Bajo	Alto			Baja	Alta		
Tarwi	8	22	12,06	Sabor	4,47	5,53	Maximizar	5,61
Cáscara de huevo	0,8	2,2	0,84	Aspecto general	4,67	5,58	Maximizar	5,63

Tabla 22. *Optimización de Múltiples Respuestas (sabor y aspecto general)*

N° tratamientos	Sabor	Aspecto general	Deseabilidad prevista
1	5.53	5.49	0.948501
2	4.64	4.89	0.291493
3	4.47	4.67	0.0
4	4.98	5.11	0.503817
5	4.69	4.82	0.240585
6	4.78	4.89	0.186201
7	5.47	5.58	0.912007
8	5.0	4.78	0.327302
9	5.47	5.33	0.758872
10	5.49	5.11	0.758872

Tratamiento optimizado (T1) que alcanza la máxima aceptabilidad

Anexo 7. Análisis de varianza y test de Tukey de las características fisicoquímicas

a. Análisis de varianza de acidez titulable y test de Tukey de los diez tratamientos y control de pasta alimenticia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ACIDEZ TITULABLE	33	0.97	0.96	4.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.03	10	2.8E-03	69.94	<0.0001
N° TRATAMIENTOS	0.03	10	2.8E-03	69.94	<0.0001
Error	8.7E-04	22	3.9E-05		
Total	0.03	32			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01832

Error: 0.0000 gl: 22

N° TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T5	0.09	3	3.6E-03	A
T3	0.09	3	3.6E-03	A
T0 (Control)	0.10	3	3.6E-03	A
T1 (Optimo)	0.12	3	3.6E-03	B
T8	0.13	3	3.6E-03	B C
T10	0.14	3	3.6E-03	B C
T9	0.14	3	3.6E-03	B C
T7	0.15	3	3.6E-03	C
T4	0.17	3	3.6E-03	D
T2	0.17	3	3.6E-03	D
T6	0.18	3	3.6E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

b. Análisis de varianza de humedad relativa y test de Tukey de los diez tratamientos y control de pasta alimenticia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HUMEDAD RELATIVA	33	0.26	0.00	11.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.64	10	0.86	0.78	0.6484
N° TRATAMIENTOS	8.64	10	0.86	0.78	0.6484
Error	24.40	22	1.11		
Total	33.04	32			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.07415

Error: 1.1093 gl: 22

N° TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T9	8.50	3	0.61	A
T5	8.64	3	0.61	A
T7	8.80	3	0.61	A
T6	8.82	3	0.61	A
T10	8.96	3	0.61	A
T8	9.02	3	0.61	A
T3	9.24	3	0.61	A
T2	9.43	3	0.61	A
T1 (Optimo)	9.55	3	0.61	A
T4	9.73	3	0.61	A
T0 (Control)	10.30	3	0.61	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c. Análisis de varianza de tiempo de cocción y test de Tukey de los diez tratamientos y control de pasta alimenticia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TIEMPO DE COCCIÓN	6	0.61	0.51	8.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.17	1	4.17	6.25	0.0668
TIPOS DE PASTA	4.17	1	4.17	6.25	0.0668
Error	2.67	4	0.67		
Total	6.83	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.85097

Error: 0.6667 gl: 4

TIPOS DE PASTA	Medias	n	E.E.
Control	9.00	3	0.47 A
T1 (Optimo)	10.67	3	0.47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

d. Análisis de varianza de aumento de peso y test de Tukey de los diez tratamientos y control de pasta alimenticia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AUMENTO DE PESO	6	0.47	0.34	1.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.31	1	2.31	3.62	0.1299
TIPOS DE PASTA	2.31	1	2.31	3.62	0.1299
Error	2.55	4	0.64		
Total	4.86	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.80979

Error: 0.6373 gl: 4

TIPOS DE PASTA	Medias	n	E.E.
T1 (Optimo)	61.01	3	0.46 A
Control	62.25	3	0.46 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

e. Análisis de varianza de aumento de volumen y test de Tukey de los diez tratamientos y control de pasta alimenticia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AUMENTO DE VOLUMEN	6	0.92	0.91	4.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	363.79	1	363.79	49.22	0.0022
TIPOS DE PASTA	363.79	1	363.79	49.22	0.0022
Error	29.56	4	7.39		
Total	393.35	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.16282

Error: 7.3904 gl: 4

TIPOS DE PASTA	Medias	n	E.E.
T1 (Optimo)	55.65	3	1.57 A
Control	71.22	3	1.57 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Resultados del análisis de composición nutricional



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0089-19-LAQ

SOLICITANTE: CLAUDIA PINARES HUAMANI
MUESTRA : TALLARIN DE CASA
1.- TALLARIN DE CASA VISSI
2.- TALLARIN DE CASA BELLA ABANQUINITA
FECHA : C/22/03/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2
Proteína %	10.75	11.50
Grasa %	0.14	0.20
Carbohidratos %	76.11	78.13
Calcio mg/100	38.80	44.60
Vitamina D ug/100	3.60	4.20

* Proteína AOAC 955.04, Grasa AOAC 920.39, Carbohidrato Diferencia, Calcio AOAC 975.03, Vit. D Análisis Moderno de Alimentos F.L. HART Y H.J FISHER

Cusco, 28 de Marzo 2019

UNAMBA
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Análisis
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
Melquiades Herrera Arivica
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA INFORME DE ANÁLISIS

Nº0090-19-LAQ

SOLICITANTE: CLAUDIA PINARES HUAMANI
MUESTRA : TALLARIN DE CASA FORTIFICADO
ENSAYO : DOS VECES
FECHA : C/22/03/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	PRIMERA	SEGUNDA
Proteína %	12.30	12.36
Grasa %	0.26	0.28
Carbohidratos %	73.61	73.56
Calcio mg/100	131.40	148.40
Vitamina D ug/100	7.60	6.90

*

Cusco, 28 de Marzo 2019

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Análisis

[Signature]
Melquiades Herrera Arivilca
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANÁLISIS QUÍMICO



Anexo 9. Resultados del análisis microbiológico

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Av. Tullumayo 768
Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500
RPC: 974787 151
RPM: # 713522
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-0982-2019 SO-0250-2019



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Claudia Pinares Huamani
Dirección Legal: Av. Garcilaso de la Vega S/N.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Tallarines al huevo fortificado con calcio
Fecha de Ingreso de Muestra: 2019/03/28
Fecha de Ensayo: 2019/03/28

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Srta. Claudia Pinares Huamani
Fecha de Toma de Muestra: 2019/03/28
Procedencia de la Muestra: Area de Cuarentena
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de primer uso sellada de 500 g.
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2019/04/02

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Numeración de Coliformes recuento en placa estimado	ufc/g	<10
Numeración de Mohos recuento en placa estimado	ufc/g	45
Detección de <i>Salmonella</i> en: 25 g	-	Ausente

Métodos de Referencia:

Numeración de Coliformes y *Escherichia coli*
Numeración de Mohos y Levaduras
Detección de *Salmonella*

AOAC 991.14 20th Ed. Chapter 17 Subchapter 3-17.3.04 (2016)
AOAC 997.02 20th Ed. Chapter 17 Subchapter 2-17.2.09 (2016)
ICMSF Microorganismos de los Alimentos - Su Significado y Métodos de enumeración. Pág. 172-178 2da Ed. Vol. 1, Parte II. Reimpresión 2000 (1983)

R. Pacheco
Dra. Rosa Luz Pacheco Venero
CBP. N° 15



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.



Anexo 10. Requisitos fisicoquímicos para pasta o fideos fresca. Norma técnica peruana (NTP 206.010 2016)

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 206.010
9 de 15

6.2 Requisitos físico químicos

6.2.1 Las pastas o fideos para consumo humano deben cumplir con los requisitos físico químicos indicados en la Tabla 1 de acuerdo al tipo que pertenecen.

TABLA 1 - Requisitos físico químicos que deben cumplir las pastas o fideos para consumo humano

Requisito	Tipo de fideo		Método de ensayo
	Seco	Fresco	
Humedad (max.) g/100 g	14,0	35,0	NTP 206.011
Acidez titulable (máx.)	0,46	0,65	NTP 206.013

NOTA: La acidez se expresará como porcentaje de ácido láctico y sobre la base de 14 g/100 g de humedad (35 G/100 g, en el fideo fresco).

A los efectos de las determinaciones analíticas, se admitirán las siguientes tolerancias:

Humedad = una unidad en más de la cifra indicada como máximo.

Acidez = 10 % sobre el valor máximo.

6.3 Requisitos microbiológicos

Las pastas o fideos para consumo humano deberán cumplir con los requisitos microbiológicos de las Tablas 2 y 3 .

Anexo 11. Requisitos microbiológicos para pasta o fideos frescos y secos. Norma técnica peruana (NTP 206.010 2016).

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 206.010
10 de 15

TABLA 2 – Requisitos microbiológicos para pastas o fideos frescos

Microorganismo	c	n	m	M	Método de ensayo
Mohos (ufc/g)	2	5	10 ³	10 ⁴	ISO 21527-2 FDA/BAM Cap. 18 AOAC 997.02
<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 6888-3 FDA/BAM Cap. 12 AOAC 975.55
<i>Bacillus cereus</i> (*) (ufc/g)	2	5	10 ³	10 ⁴	ISO 7932 FDA/BAM Cap. 14 AOC 980.31
Salmonella en 25 g	0	5	Ausente		ISO 6579/Cor 1/Amd 1 FDA/BAM Cap. 05 AOAC 978.24

(*) sólo para productos que contengan harinas de arroz y/o maíz

donde:

- n = número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.
- c = número máximo de unidades de muestra que pueden contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestreo mayor a “c” se rechaza el lote.
- m = límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.
- M = los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

TABLA 3 – Requisitos microbiológicos para pastas o fideos secos

Microorganismo	c	n	m	M	Método de ensayo
Mohos (ufc/g)	2	5	10 ²	10 ³	ISO 21527-2 FDA/BAM Cap. 18 AOAC 997.02
Coliformes (ufc/g)	2	5	10	10 ²	ISO 4832 FDA/BAM Cap. 4 AOAC 991.14
<i>Staphylococcus aureus</i> (uf/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 6888-3 FDA/BAM Cap. 12 AOAC 975.55
<i>Clostridium perfringens</i> (*) (ufc/g)	1	5	10 ²	10 ³	ISO 7937 FDA/BAM Cap. 16 AOAC 976.30
<i>Salmonella</i> sp. en 25 g	0	5	Ausente		ISO 6579/Cor 1/EGmd 1 FDA/BAM Cap. 05 AOAC 978.24

(*) sólo para pastas con relleno de carne.

donde:

- n = número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.
- c = número máximo de unidades de muestra que pueden contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestreo mayor a “c” se rechaza el lote.
- m = límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.
- M = los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

Anexo 12. Fotografías del acondicionamiento de materia prima

a. Foto de la obtención de cáscara de huevo en polvo



b. Foto de la obtención de tarwi molido fresco



Anexo 13. Fotografías de la elaboración de pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi y adición de cáscara de huevo en polvo

a. Foto del mezclado de insumos y laminado



b. Foto del cortado y secado de pasta alimenticia (Tallarín de Casa)



Anexo 14. Foto de los diez tratamientos de pasta alimenticia (Tallarín de Casa) con sustitución de tarwi y adición de cáscara de huevo en polvo



Anexo 15. Foto del análisis preliminar de pasta alimenticia (Tallarín de Casa)

a. Determinación de humedad



b. Determinación de acidez titulable



Anexo 16. Foto de la evaluación sensorial de pasta alimenticia (Tallarín de Casa)

