

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



TESIS PARA TÍTULO PROFESIONAL

“ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES CON NIBS DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y SUSTITUCIÓN PARCIAL POR HARINA DE MACA (*Lepidium meyenii*)”

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ELABORADO POR:

MARÍA JANETH TERRONES HINOSTROZA

Tingo María – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO,
INVESTIGACIÓN DOCENTE

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad : Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Título de Tesis : ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES CON NIBS DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y SUSTITUCIÓN PARCIAL POR HARINA DE MACA (*Lepidium meyenii*)
Autor : Bach. Terrones Hinostrroza, María Janeth
Asesores de Tesis : Ing. M.Sc. Rivera Rojas Humberto Hugo
Escuela Profesional : Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Programa de Investigación : Ingeniería de alimentos.
Línea (s) de Investigación : Procesos en la Ingeniería de Alimentos.
Eje temático de investigación : Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos.
Lugar de Ejecución : Planta de Harinas y Sucedáneo de la FIIA-UNAS.
Duración : **Fecha de Inicio** : Marzo 2017
Término : Noviembre del 2017
Financiamiento :
FEDU : NO
Propio : 2800.00
Otros : NO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fiia@unas.edu.pe

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 001-2018

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 13 de febrero de 2018, a horas 5:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bach. **TERRONES HINOSTROZA, María Janeth**, titulada:

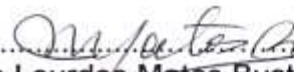
"ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES CON NIBS DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y SUSTITUCIÓN PARCIAL POR HARINA DE MACA (*Lepidium meyenii*)"

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 20 de febrero de 2018


.....
Mg. Jorge Enrique Castro Gracey
Presidente




.....
Ing. Raida Lourdes Matos Bustamante
Miembro


.....
Ing. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo
Miembro


.....
Ing. Humberto Hugo Rivera Rojas
Asesor

DEDICATORIA

A **Dios**, por la vida, su amor infinito, mi familia, amigos y por ésta oportunidad de permitirme ser alguien en la vida, sin él no soy NADA.

De manera muy especial; a mi madre **Maruja Hinostroza Toribio**, por su comprensión y apoyo INCONDICIONAL durante toda mi carrera profesional, darme las fortalezas e inculcado ser una persona de bien, aconsejarme que por más piedras que haya en el camino, luchar por nuestras metas hasta cumplirlas.

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Humberto Rivera Rojas, asesor del presente trabajo de investigación, por su apoyo profesional y constante aliento de motivación para poder culminar ésta etapa de mi carrera.
- Al Ing. Víctor Condori sin su apoyo durante la ejecución de mi proyecto de tesis no hubiera logrado culminar, y al muy agradecida por apoyo y consejos.
- Al Ing. Hans Tafur Pereda, muy agradecida por apoyo y consejos.
- A mis jurados Ing. Yolanda Ramírez Trujillo, Raída Matos Bustamante, Ing. Jorge Castro Gracey, por su contribución en éste trabajo de investigación.
- Al técnico Pedro Condori, técnico del Laboratorio de Análisis sensorial, Celedonio Yacha técnico del laboratorio de Química, Sra. Glecía técnica del Laboratorio de Nutrición Animal, Sr. Sóximo técnico del Laboratorio de suelos, por sus conocimientos brindados durante los meses de análisis y poder culminar mi trabajo de investigación.
- A mi compañero de vida Derrick Cárdenas, amigas y colegas: Ely Solis, Yuleisi Gonzales, Denisse Astonitas, Angélica Loza, a todos mis amigos que contribuyeron de una u otra forma para el logro de este objetivo.
- A la Universidad, mi Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias por todo el aprendizaje brindado para ser una profesional comprometida.
- A la Dra. Elizabeth Ordoñez Gomez, por todo su apoyo y guía de esta etapa.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	03
2.1. Galletas.....	03
2.1.1. Tipos de galletas.....	04
2.1.2. Consumo de galletas.....	04
2.1.3. Formulación para la realización de galletas dulces.....	05
2.1.4. Control de calidad de las galletas.....	06
2.2. Trigo.....	07
2.2.1. Harina de trigo.....	08
2.3. Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	09
2.3.1. Propiedades del tarwi.....	10
2.3.2. Características químicas del tarwi.....	11
2.3.3. Producción del tarwi.....	14
2.4. Maca (<i>Lepidium meyenii</i>).....	15
2.4.1. Propiedades de la maca.....	15
2.4.2. Tipos de maca por su color.....	16
2.4.3. Estructura química de la maca.....	17

2.4.4. Harina de maca.....	18
2.5. Evaluación sensorial	21
2.5.1. Tipos de pruebas.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Lugar de ejecución.....	23
3.2. Materia prima e insumos.....	23
3.3. Materiales/Equipos de laboratorio y/o proceso.....	24
3.3.1. Materiales de laboratorio y proceso.....	24
3.3.2. Equipos de proceso y laboratorio.....	24
3.3.3. Reactivos y soluciones.....	25
3.4. Métodos de análisis.....	25
3.4.1. Análisis de la materia prima y de las galletas dulces enriquecidas con nibs de tarwi y harina de maca.....	25
3.4.2. Microbiológicos.....	26
3.5. Metodología experimental.....	26
3.5.1. Evaluación químico proximal en galleta testigo, harina de trigo, harina de maca amarilla y tarwi desamargado.....	26
3.5.2. Ejecución y selección de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca amarilla.....	26

3.5.3.	Elaboración de galletas sustituidas por harina de maca amarilla y enriquecida con nibs de tarwi desamargado.....	28
3.5.4.	Evaluación sensorial de galletas producidas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca..	32
3.5.5.	Evaluación químico proximal de las galletas elaboradas..	33
3.5.6.	Evaluación sensorial de los tratamientos con mayor contenido de proteína y fibra.....	34
3.5.7.	Evaluación microbiológica.....	35
3.6.	Análisis estadístico.....	36
3.6.1.	Análisis químico proximal.....	36
3.6.2.	Evaluación sensorial.....	37
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1.	De la evaluación químico proximal en galleta testigo, harina de trigo, harina de maca amarilla, nibs de tarwi desamargado.....	38
4.2.	De la evaluación sensorial de las galletas con sustitución de harina de trigo por harina de maca amarilla.....	41
4.3.	De la caracterización químico proximal de las galletas dulces con harina de maca y nibs de tarwi desamargado.....	45
4.4.	De la evaluación sensorial de los dos mejores tratamientos.....	50
4.5.	De la evaluación microbiológica.....	52

V.	CONCLUSIONES.....	54
VI.	RECOMENDACIONES.....	55
VII.	ABSTRAC.....	56
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
IX.	ANEXO.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Contenido de nutrientes para dos tipos de galletas dulces.....	05
2. Fórmula para la realización de galletas dulces.....	05
3. Control fisicoquímico de la galleta.....	06
4. Criterios microbiológicos para panificación, galletería y pastelería.....	07
5. Composición nutricional de diferentes variedades de harina de trigo.....	08
6. Aminoácidos esenciales (mg/g de nitrógeno total).....	12
7. Contenido químico del tarwi amargo y desamargado.....	13
8. Contenido de ácidos grasos insaturados del tarwi.....	14
9. Estudio bromatológico de la maca deshidratada.....	18
10. Estructura química de la harina de maca.....	19
11. Cuadro comparativo entre las harinas de maca y harina de cacao.....	20
12. Formulación de la galleta testigo y galletas dulces con variaciones en el porcentaje de la harina de maca amarilla.....	27

13. Formulaciones de las galletas dulces con adición de nibs de tarwi desamargado (%).....	28 38
14. Resultado de la evaluación química de la galleta testigo.....	38
15. Resultados del análisis químico de la materia prima.....	
16. Resultados de la evaluación sensorial de galletas dulces con sustitución parcial por harina de maca amarilla.....	41 45
17. Resultados del análisis de humedad en los tratamientos.....	46
18. Resultados del análisis de ceniza en los tratamientos.....	47
19. Resultados del análisis de proteína en los tratamientos.....	48
20. Resultados del análisis de grasa en los tratamientos.....	49
21. Resultados del análisis de fibra en los tratamientos.....	50
22. Resultados del análisis de ELN en los tratamientos.....	50
23. Resultado del análisis sensorial de los dos mejores tratamientos.....	52
24. Resultado del análisis microbiológico de la galleta seleccionada.....	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Tipos de colores que presenta la maca.....	17
2. Flujograma para la elaboración de galletas dulces.....	30
3. Diseño experimental para seleccionar dos galletas dulces con mayor aceptabilidad.....	32
4. Diseño experimental para evaluar las galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca amarilla e incorporado nibs de tarwi desamargado.....	33
5. Diseño experimental para evaluar las galletas dulces con alto contenido de proteína y fibra.....	34
6. Resultados del contenido de proteína, humedad y ceniza en la materia prima.....	39
7. Resultado de la evaluación de los atributos de las formulaciones de galletas sustituidas por harina de maca amarilla.....	42
8. Resultado del análisis sensorial de las galletas seleccionadas.....	51

RESUMEN

La investigación tuvo la finalidad de determinar la galleta dulce con mayor contenido de proteína y fibra, al ser enriquecida con nibs de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado (NT) y harina de maca (*Lepidium meyenii*) amarilla (HM), para el cual inicialmente se elaboraron galletas con HM (5, 8, 10 y 12%) y se sometieron a evaluación sensorial, resultando con mayor aceptación las formulaciones F1 (5%) y F2 (8%) que estadísticamente no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Seguidamente, se procesaron galletas con porcentaje de NT de 10, 15 y 20% y HM (5 y 8%); éstos tratamientos fueron sometidos a evaluación química proximal (Humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra y extracto libre de nitrógeno), de los cuales, los tratamientos T3 y T6 presentaron mayor contenido de proteína y fibra; T3 (5% harina de maca y 20% de nibs de tarwi) con $11,6689 \pm 0,359$ de proteína y $1,280 \pm 0,030$ de fibra y T6 (8% harina de maca y 20% de nibs de tarwi) con $12,7643 \pm 0,618$ de proteína y $1,774 \pm 0,079$ de fibra. Luego 15 panelistas semi-entrenados evaluaron sensorialmente; los resultados determinaron que no existe diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre las galletas T3 y T6, en cuanto a olor, color, sabor y crocantes, por lo que se eligió la galleta T6, que presentó mayor proteína y fibra comparado a la galleta testigo (100% harina de trigo). Finalmente, la evaluación microbiológica indicó que la galleta se encuentra dentro de los estándares permitidos por las normas nacionales.

Palabra clave: Galleta, tarwi, maca, proteína, fibra, evaluación sensorial

I. INTRODUCCIÓN

Las galletas son muy consumidas debido a la gran variedad de sabores y presentaciones que permiten saciar el hambre, es considerado como una propuesta alimenticia por su alto valor nutricional (MAMANI y MOLINA, 2016). Las galletas dulces pueden ser consideradas como pasteles horneados, elaborados mediante una pasta hecha a base de harina, mantequilla, azúcar y huevos que generalmente son ricos en carbohidratos, grasas y calorías, pero bajos en fibras, proteínas y minerales.

La harina de maca es reconocida por tener alto valor nutricional, actividad antioxidante, vitaminas B1, B2, B12, C y E, proteína que varía del 11-14%, minerales como el calcio, fósforo, hierro entre otros, asimismo combate el estrés eficientemente y es considerada un poderoso reconstituyente físico, mental (COSTA *et al.*, 2016), el tarwi es un alimento con elevado contenido de proteína, grasa y minerales (hierro, fósforo y calcio) comparado con otras leguminosas, su valor proteico varía de 41-51% (EDEL y ROSEL, 2007), recomienda para niños en etapa de crecimiento, mujeres embarazadas o periodo de lactancia (MARCHESE, 2011); también favorece a la agricultura por la calidad del suelo, esto debido al alto contenido de nitrógeno (TAPIA, 2015).

Es por ello que se realizó este proyecto “Elaboración de galletas dulces con nibs de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sustitución parcial por harina de maca (*Lepidium meyenii*)” con la finalidad de obtener una galleta enriquecida con alto contenido de proteína y fibra que las galletas dulces ya industrializadas de tal forma que el consumidor (niños, jóvenes y adultos) puedan ingerir producto innovador con un valor agregado y alto valor nutricional, por ello se plantearon los siguientes objetivos:

- Elaborar y seleccionar galletas dulces con la mejor sustitución de harina de trigo por harina de maca.
- Elaborar galletas dulces enriquecidas con nibs de tarwi, mejor sustitución de harina de trigo por harina de maca y seleccionar dos galletas con mayor contenido de proteína y fibra.
- Evaluar sensorialmente las galletas dulces con mayor contenido de proteína y fibra.
- Realizar la evolución de análisis microbiológico (recuento de aerobios mesófilos, recuento de mohos y levaduras) en el mejor tratamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Galletas

Estos alimentos son productos obtenidos por la cocción de una mezcla a base de harina con o sin leudantes, grasa, agua y la incorporación de azúcares, especias que pasan por un proceso de: amasado y moldeado, finalmente por un proceso de calor (horneado) (TARAZONA y APARCANA, 2002).

En la preparación de galletas renovadas también se puede emplear la unión de dos o más harinas de cereales (arroz, trigo, avena, kiwicha, cebada, centeno, maíz, sorgo, quinua, kañiwa, etcétera; leguminosas (arvejas, lentejas, frijoles, etcétera), oleaginosas (ajonjolí, maní, soja, castañas, etcétera), raíces o tubérculos (camote, yuca, papa, etcétera), frutas como plátanos, manzanas, coco, etcétera (HERRERA, 2009).

PAYANO y PAYANO (2010) mencionan que la harina para las galletas debe ser bastante fina, con pequeña cantidad de gluten y poca elasticidad. La harina debe formar una masa que se pueda laminar en capas delgadas sin ocasionar que se llegue a quebrar en la parte superior además no debe arrugarse después del laminado ni contraerse; si se utiliza una harina muy fuerte va a provocar una contracción de la masa quedando como resultado galletas compactas y reducidas.

En las galletas quebradizas y dulces se requiere una harina proteica de 8% a 9,6%, que se obtiene del trigo débil de bajo contenido proteico.

2.1.1. Tipos de galletas

Las galletas se catalogan según INDECOPI (1992):

Por su sabor:

- Dulces, salados y de sabor especial.

Por su presentación:

- Rellenas: Cuando se coloca entre las galletas un relleno
- Simples: Cuando la presentación final no tiene ningún agregado
- Revestidas: Cuando en la parte exterior presentan un baño apropiado o revestimiento.

Por su forma de comercialización:

- Galletas a granel: Son las que se distribuyen mayormente en presentación de cajas de cartón, tecnopor u hojalata.
- Galletas envasadas: Son paquetes de pequeñas cantidades selladas

2.1.2. Consumo de galletas

En el mercado de galletas se puede encontrar entre dulces y saladas.

En Perú, una de las cualidades es su innovación y permanente lanzamiento de nuevos sabores sobre todo en galletas dulces, su consumo per cápita alcanza los 4,1 kg anuales (BRAVO, 2012).

2.1.3. Formulación para la realización de galletas dulces

El Cuadro 1, se presenta el contenido de nutrientes para dos tipos de galletas dulce y dulce con fibra en 100 g de producto.

Cuadro 1. Contenido de nutrientes para dos tipos de galletas dulces.

Nutrientes	Galleta dulce	Galleta dulce con fibra
Agua (g)	3,70	4,50
Proteínas (g)	7,20	7,60
Grasa (g)	20,9	16,2
Cenizas (g)	0,80	1,80
Calcio (mg)	41,0	13,0
Hierro (mg)	2,20	2,00

Fuente: MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA (2007).

En el Cuadro 2, se detalla los ingredientes para la elaboración de galletas dulces.

Cuadro 2. Fórmula para la realización de galletas dulces.

Componentes	Concentración (%)
Harina de trigo	61,01
Azúcar	14,59
Agua	10,25
Aceite	8,44
Glucosa	5,22

Sal	0,47
Antimoho	0,02
Polvo de hornear	0,02
Lecitina	0,06

Fuente: CABEZA (2009).

2.1.4. Control de calidad de las galletas

En el Cuadro 3, se presenta el análisis fisicoquímico del control de calidad para las galletas.

Cuadro 3. Control fisicoquímico de la galleta

	Parámetro	Límite máximo permisible
Galleta	Humedad	12%
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0,10%

Fuente: NORMA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN, ELABORACIÓN Y EXPENDIO DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA Y PASTELERÍA (2011).

En el Cuadro 4, se indican los análisis microbiológicos para el control de calidad de las galletas, en la fabricación, elaboración y expendio de productos para panificación, galletería y pastelería NORMA SANITARIA (2011).

Cuadro 4. Criterios microbiológicos para panificación, galletería y pastelería.

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	C	Límite/ g	
					Min.	Max.
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 gr	----
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴

Fuente: NORMA SANITARIA EN LA FABRICACIÓN, ELABORACIÓN Y EXPENDIO DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA Y PASTELERÍA (2011).

2.2. Trigo

El término «trigo» surge del vocablo latino *triticum*, que expresa triturado o trillado y su nombre científico es el *Genus triticum*. Uno de los cereales más cultivados junto al maíz y arroz. El trigo se usa para elaborar harina, harina integral, sémola y malta así como diversidades de productos alimenticios como pan, galletas, whisky, cerveza, aperitivos, etcétera (LEÓN y ROSELL, 2007).

2.2.1. La harina de trigo

En el Cuadro 5, se muestra la composición nutricional de las diferentes variedades de harina de trigo.

Cuadro 5. Composición nutricional de diferentes variedades de harina de trigo (por 100 g de producto).

	Harina blanca	salvado	Germen	Harina integral
Calorías (Kcal)	361	216	360	339
Proteína (g)	11,98	15,55	23,15	13,7
Grasa (g)	1,66	4,25	9,72	1,87
Hidratos de carbono (g)	72,53	64,51	51,80	72,57
Cenizas (g)	0,47	5,79	4,21	1,6
Fibra (g)	2,4	42,8	13,2	12,2
Humedad (g)	13,36	9,9	11,12	10,26
Minerales				
Calcio (mg)	15	73	39	34
Hierro (mg)	0,9	10,57	6,26	3,88
Magnesio (mg)	25	611	239	138
Fosforo (mg)	97	1013	842	346
Potasio (mg)	100	1082	892	405
Zinc (mg)	0,85	7,27	12,29	2,93

Vitaminas				
Tiamina (mg)	0,08	0,52	1,88	0,45
Riboflavina (mg)	0,06	0,58	0,37	---

Fuente: NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS (2007).

Los granos de trigo (*Triticum aestivum* L), trigo ramificado (*Triticum compactum* Host) y las uniones entre ellas por métodos de trituración o molienda en los que se divide parte del salvado y del germen, lo sobrante se muele hasta darle un grado de finura obteniendo finalmente la harina, este debe estar: agradable al tacto, de color natural, sin gusto extraño (moho, rancio, amargo o dulce) con una apariencia uniforme exento de cuerpos extraños (NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS, 2007).

2.3. Tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet)

Es una leguminosa, originaria de los Andes centrales del territorio peruano, Bolivia, Ecuador, siendo un alimento con valor proteico, con una altura aproximada de 1 a 1,50 m contiene entre 2 a 6 semillas por vaina y sus flores son de coloración azul a morado (ESPINOZA, 2007).

Lupinus mutabilis ha recibido diferentes nombres común de “chocho” en Colombia, Ecuador y norte del Perú, lupino amargo, lupini, tarwi o tarhui en el idioma quechua y en la zona central y centro sur del Perú. Tauri en la lengua aymara al sur del Lago Titicaca del Perú. El nombre “mutabilis” indica las transformaciones en la

coloración de la inflorescencia (los cambios que ocurren en medio de las diferentes fases fonológicas) (TAPIA, 2015).

El tarwi posee un alto contenido de alcaloides los cuales son: Lupanina 27-74%, esparteína 2-32%, 13-hidroxilupanina 4-28%, 4-hidroxilupanina 3-22% que propicia un gusto amargo, que no se debe consumir directamente por ello se aconseja realizar un tratamiento con agua (consiste en dejar el tarwi a corriente de agua fría durante 07 días aproximadamente) (MAMANI y MOLINA, 2016).

El tarwi es un cultivo que se localiza entre los 2800 a 3900 m s. n. m del territorio peruano, corresponde aproximadamente el 42 % de área sembrada que representa a la región de Huánuco (QUISPE, 2015).

2.3.1. Propiedades del tarwi

Según LA FLORESTA (2013) el tarwi presenta varias propiedades benéficas para la salud como lo menciona:

- Esta leguminosa es un alimento que resalta por su alto porcentaje en proteínas que supera a la soya.

- El tarwi contiene aminoácido esencial como la Lisina y entre otros como metionina, triptófano, su gran importancia en la impregnación de calcio, construcción del tejido muscular, contener minerales y ácidos grasos no saturados, incluyendo ácido linoleico (Omega 6).

- Contiene poco porcentaje de carbohidratos netos comparado de otras menestras y se recomienda para personas con diabetes.

- La harina de tarwi también se puede utilizar en la elaboración de pan, hasta un 15%, mejorando su valor proteico y calórico. Es un alimento con alto valor en proteínas, grasas, He, Ca y P. Es favorable para niños en etapa de crecimiento o en lactancia y mujeres embarazadas (MARCHESE, 2011).

2.3.2. Características químicas del tarwi

El tarwi es una semilla de abundancia en proteínas y grasas por lo que se recomienda en la alimentación de la población humana. Su contenido en proteína es supremo al de la soya y semejante en grasas (MAMANI y MOLINA, 2016).

Su proteína varía entre el 41 al 51% y el aceite entre 14 a 24%, aproximadamente la mitad refiere de ácido oleico, linoleico y linolénico (EDEL y ROSEL, 2007). La fibra alimentaria también se encuentra en los granos de tarwi que no pueden ser degradado por las enzimas digestivas, su importancia remarca en saciar el hambre, además combate el estreñimiento, prevenir la obesidad (GARCÍA, 2016).

El Perú posee una de las especies de lupino (*L. mutabilis*) con porcentaje de proteína (39,8 - 46,83%), la mayor proporción se encuentra en la semilla con 45,26 % y menor porcentaje en la cáscara con 5,35%. (QUISPE, 2015).

El tarwi es rico en proteína con mayor cantidad de aminoácidos esenciales como se indica en el Cuadro 6 según ERAZO y TERAN (2008).

Cuadro 6. Aminoácidos esenciales (mg/g de nitrógeno total)

Aminoácidos	Tarwi	Soya
Isoleucina	274	284
Leucina	449	486
Lisina	331	399
Metionina	47	79
Cistina	87	83
Fenilalanina	231	309
Tirosina	221	196
Treonina	228	241
Triptófano	110	80
Valina	252	300
Arginina	594	452
Histidina	163	158
Alanina	221	266
Total de aminoácidos	3 161	3 333
Total de aminoácidos esenciales	1 191	1 390

Fuente: ERAZO y TERAN (2008).

En el Cuadro 7, muestra el reporta de la composición química del tarwi amargo y desamargado (tarwi con poco contenido de alcaloides), según OCAMPO (2015). Se puede observar que sobresale el contenido de proteína: 41,2% en el tarwi amargo y 51,06% en el desamargado

Cuadro 7. Contenido químico del tarwi amargo y desamargado.

Parámetro	T. Amargo	T. Desamargado
Humedad (%)	9,90	73,63
Proteína (%)	41,2	51,06
Cenizas (%)	3,98	2,36
Grasa (%)	17,54	20,37
Fibra bruta (%)	6,24	7,47
Extracto libre de nitrógeno (%)	30,88	18,73
Alcaloides (%)	3,11	0,08
Calcio (%)	0,12	0,42
Fosforo (%)	0,60	0,43
Magnesio (%)	0,24	0,17
Potasio (%)	1,13	0,018
Hierro (ppm)	73	120
Manganeso (ppm)	37	26
Zinc (ppm)	34	50

Fuente: OCAMPO (2015).

En el Cuadro 8 se indica el contenido de ácidos grasos insaturados del tarwi según MORAES *et al.* (2006), donde se puede observar que contiene mayor contenido de ácido oleico (Omega 9).

Cuadro 8. Contenido de ácidos grasos insaturados del tarwi.

Ácidos	Porcentaje (%)
Oleico (Omega 9)	40,4
Linoleico (Omega 6)	37,1
Linolenico (Omega 3)	2,9
Palmítico	13,4
Palmitoleico	0,2
Esteárico	5,7
Mirístico	0,6
Araquídico	0,2

Fuente: MORAES *et al.*, (2006).

2.3.3. Producción del tarwi

La producción de tarhui en estos últimos 10 años ha ido creciendo a una tasa promedio por año de 5,0%. Este crecimiento se debe a mayor superficie cosechada que pasó de 7,5 mil hectáreas en el 2007 a 10,3 mil hectáreas en el 2017. El aumento de la producción del tarhui fue 1335 kg/ha en el año 2017. A nivel regional la producción que lidera es la Libertad con 34%, el que le sigue es Cusco con 22%. Apurímac 13%, Puno 10%, y Huánuco 8%. AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS PERÚ (2014)

2.4. Maca (*Lepidium meyenii*)

Su nombre científico es *Lepidium meyenii* o también llamado *Lepidium peruvianum* o G. Chacón, también es presentado como una alternativa farmacéutica además de sus propiedades nutricionales básicos. Los que más resaltan son las vitaminas (B1, B2, B3, B6, C y E), minerales y oligoelementos (K, Zn, Mg, Fe, Ca, Mn, Cu y P). Aminoácidos esenciales todos menos el triptófano. Ácidos grasos: omega 3, 6 y 9, ácido linolénico, oleico, palmítico y otros. Se encuentran variedades de ecotipos de maca, que se precisan por el color externo de la raíz: amarillo, cremoso, blanco, morado rojo, plomo y negro. El de color amarillo es el ecotipo más frecuente seguido el de color rojo-blanco y dependiendo del color varían las proporciones de sus componentes y propiedades (ALIMENTOS ECOLÓGICOS, 2015).

2.4.1. Propiedades de la maca

La maca es un alimento extraordinario que proporciona energía, reconstituye y un estimulante natural, siendo apto para el consumo tanto para niños, jóvenes, adultos y longevos. Induce la formación y maduración de glóbulos rojos (anti anémica), además del proceso de circulación dentro de los microvasos que activa las neuronas, estimula la memoria y revitalizando las funciones cerebrales. Contiene antioxidante que estimula el sistema inmune y además es un regulador para el colesterol. Activa la glándula tiroides y aumenta la actividad del páncrea. Posee propiedades anti estrés y antidepresivas (ALIMENTOS ECOLÓGICOS, 2015).

2.4.2. Tipos de maca por su color

- **Color blanco a amarillo:** El polvo es a partir de la raíz de maca amarilla que se le muele. Su gran importancia remarca en los nutrientes con sesenta por ciento de carbohidratos, doce minerales, diez vitaminas esenciales, ácidos grasos y cuarenta aminoácidos. Es un alimento utilizado por más de 2 000 años como nutriente promoviendo resistencia, vitalidad, fertilidad (LIGA ALIMENTACIÓN SANA, 2016).

Las propiedades que presenta es de aumentar el aprendizaje y memoria, disminuye la sensación del cansancio, el estrés, mejora la resistencia física y nutritiva, proporcionado vigor, fortalece los huesos y músculos (ALIMENTOS ECOLÓGICOS, 2015).

- **Rosa claro a color púrpura oscuro:** La Maca Roja corresponde al 25% de la cosecha anual. La raíz es convertida en polvo, presenta mayor cantidad de compuestos como la actividad antioxidante y además es antitumoral, también contiene fitonutrientes incluyendo alcaloides, saponinas taninos y esteroides. Reduce el tamaño de la próstata ventral significativamente, investigado en las ratas. La maca es agradable y dulce (LIGA ALIMENTACIÓN SANA, 2016).

- **Gris claro a gris oscuro:** El 15 % de la cosecha al año. El polvo de maca negro proviene de las raíces, considerada como la maca de los hombres. Esta maca a diferencia de las otras, con efecto favorable en la concentración, la memoria y el aprendizaje, mejorando el estado de ánimo, disminuye la fatiga. Mejora la fertilidad (ALIMENTOS ECOLÓGICOS, 2015).

En la Figura 1, se puede observar los diferentes colores o ecotipos que presenta la maca.



Figura 1. Tipos de colores que presenta la maca.

2.4.3. Estructura química de la maca

La maca está compuesta por carbohidratos y esta a su vez de sacarosa con 23,4%; glucosa 1,55%; oligosacáridos 4,56% y polisacáridos con 30,4% (SIFUENTES *et al.*, 2015).

PAYANO y PAYANO (2010) reporta que la maca presenta ácidos grasos saturados (40,10%); ácidos grasos insaturados (52,70%) resaltando el ácido linoleico (32,6%), ácido palmítico (23,8%) y oleico (11,1%). Se encuentran los esteroides; el sitosterol (45,5%), campesterol (27,3%), ergosterol (13,6%), brassicosterol (9,1%) y ergostadienol (4,5%). La maca también destaca por las propiedades farmacológicas que actúan incrementando el número de folículos y la capacidad de fertilizar a los espermatozoides.

Los minerales hallados en la maca seca de 100 g, destaca el calcio 247 mg, fósforo 183 mg y hierro 14,7 mg (GARCÍA *et al.*, 2009). A continuación se observa en el Cuadro 9, se reportan los análisis o estudios bromatológicos de la maca deshidratada.

Cuadro 9. Estudio bromatológico de la maca deshidratada.

Componentes	Contenido (%)
Proteínas	8,87 – 11,60
Lípidos	1,09 – 2,20
Carbohidratos	54,60 – 60,00
Fibra	8,23 – 9,08
Cenizas	4,90 – 5,00

Fuente: CASTAÑO (2008).

2.4.4. Harina de maca

También llamada maca en polvo proviene de la molienda de la raíz seca. El contenidos que más predomina es el almidón, resalta en su contenido de proteína que varía desde (9 a 18)%, calcio (258 a 400) mg, fibra (3 a 8)%, grasa (0,54 a 2)%, fósforo (190 – 400) mg, hierro (10 a 15,41)mg; magnesio (40 a 100) mg, zinc (3 a 4) mg, vitamina C (2,82 a 30) mg y vitamina B 12 (0,32 mg) (PAYANO y PAYANO, 2010).

La harina o polvo de maca es resaltada como un potente reconstituyente mental, físico y sexual. Contiene minerales, vitaminas (B1, B2, B12,

C, E), combate el estrés. La harina de maca posee la propiedad de ser un buen emulsionante que permite realizar la mezcla de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de unir. La maca no solo brinda energías, también revitaliza y aporta vitaminas y proteínas (COSTA *et al.*, 2016).

En el Cuadro 10, reporta la estructura química de la harina de maca y en el Cuadro 11, un comparativo entre las harinas de maca y harina de cacao.

Cuadro 10. Estructura química de la harina de maca.

Componente	Contenido
Proteínas	11 – 14%
Carbohidratos	70 – 75%
Fibra	3 – 5%
Grasa	0,7 - 1,5%
Humedad	9 – 12%
Ceniza	3 – 6 %
Potasio	1627 mg
Calcio	366 mg
Fósforo	350 mg
Magnesio	93,60 mg
Hierro	10 mg
Zinc	2,30 mg
Manganeso	2,5 mg

Fuente: COSTA *et al.* (2016).

Cuadro 11. Cuadro comparativo entre las harinas de maca y harina de cacao.

	Harina de maca	Harina de cacao
Como nutriente	Incrementa la inmunidad propia del cuerpo, contiene zinc, cobre vitaminas B y A, calcio y hierro.	Tiene alto contenido de Mg, Fe y Cr, posee vitaminas B y A.
Estimulante natural	Favorece captación de serotonina.	Contiene anandamida, serotonina y teobromina que fomentan la liberación de neurotransmisores como las endorfinas.
Como antioxidante	Posee glucosinatos (es un mecanismo de defensa para la planta) se rompe en isotiocinatos, que le otorga propiedades anticancerígenas.	Elevado contenido de flavonoides (el numero 1).
Salud cardiovascular	Ayuda a reducir el colesterol.	Beneficia la reducción del colesterol dañino (contiene ácidos grasos).
Estrés	Beneficia la captación de serotonina.	Posee serotonina.

Sexual	Es un tipo de isotiocinato, denominado metoxibenzil-isotiocianato (libido).
Hormonal	Refuerza el balance de las hormonas.
Menopausia	Contiene fitoesteroles que influye a tratar los sofocos y otros.
Sistema Inmunológico	Posee alcaloides (macamidas) que tiene actividad antitumoral.

Fuente: COSTA *et al.* (2016).

2.5. Evaluación sensorial

LIRIA (2007) indica que la evaluación sensorial es una instrucción científica utilizada a fin de evocar, medir, comparar e interpretar reacciones, utilizando los sentidos de la vista, olfato, gusto y oído para caracterizar a los alimentos. Es una técnica que sirve para la medición de la respuestas hacia a los alimentos y la información de la percepción del consumidor (OSORIO, 2018).

2.5.1. Tipos de pruebas sensoriales

- **Pruebas analíticas:** Son pruebas controladas en un laboratorio y lo realizan jueves entrenados, estas pueden ser pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas.

- **Pruebas afectivas:** Son pruebas que no necesitan de jueces entrenados, conocidos también como jueces afectivos. En general de los casos se escogen consumidores verdaderos o potenciales para el producto a evaluar. Los resultados permiten comprender la aceptación, rechazo, preferencia o el nivel de satisfacción de uno o varios productos, por tanto las personas evaluadoras deben emitir respuestas claras y reales posibles (ESPINOZA, 2007). Estas pruebas se clasifican en preferencia y aceptación.

Según ANZALDÚA (2005) las pruebas orientadas al consumidor incluyen pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas.

- a. **Pruebas de preferencia:** Esta prueba permite al panelista escoger entre varias muestras señalando si prefiere una sobre la otra o en todo caso no prefiere ninguna.
- b. **Pruebas de Aceptabilidad:** Se emplea para evaluar el grado de aprobación de un producto utilizando escalas categorizadas.
- c. **Pruebas Hedónicas:** Es la medición de cuánto gusta o disgusta un producto. En esta prueba se emplean escalas, que pueden haber diferentes números de rangos que usualmente van a partir de “me gusta muchísimo”, seguido por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas muestran el grado en que les agrada cada muestra, seleccionando uno de la categoría.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se ejecutó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado región Huánuco, con temperatura que varía entre 17 °C y 32 °C con 82% de HR anual, los laboratorios utilizados fueron: Laboratorio de Suelos de la facultad de Agronomía. Laboratorio de Nutrición Animal de la facultad de Zootecnia. Laboratorio de Harinas y Sucedáneos, Laboratorio de Análisis de Alimentos y Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

3.2. Materia prima e insumos

Harina de trigo (Doña Angélica).

Harina de maca (*Lepidium meyenii*) variedad amarilla procedente del distrito de Ondores - departamento de Junín ubicada a 4080 m.s.n.m, el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) procedente del distrito de Churubamba - departamento de Huánuco adquirida del mercado abastos de Tingo María.

Manteca tropical (Manpan), mantequilla Kekera, maicena, vainilla (Negrita), azúcar morena, clara y yema de huevo (La Calera), agua de mesa (San Luis), leche en polvo o deshidratada (Anchor), esencia de vainilla (Fratello), sal de

mesa (Emsal), polvo de hornear o levadura química (Fleishmann), antimoho (MohoPan).

3.3. Materiales/Equipos de laboratorio y/o proceso

3.3.1. Materiales de laboratorio

Mortero y pilón de porcelana, balones de digestión, matraz Kjeldhal, matraz Erlenmeyer 250 mL y beaker de 250 – 600 mL de la marca Pyrex, pipeta de 25 mL, propipeta de 100 mL, papel manteca, parafilm (100 mm x 75 m), pinza de metal, crisoles, gel de sílica, balones de fondo plano de 250 mL marca Pyrex, papel filtro N° 40 $\Phi = 125$ mm y N° 42 $\Phi = 150$ mm, soxhlet de 100 mL marca Fortuna® - Germany, embudo Büchner de porcelana de 90 mm, placas de Petri de 90 a 100 mm de diámetro. Pipetas, tubos de ensayo, desecador marca Fisher Scientific, Piseta de plástico.

3.3.2. Equipos de proceso y laboratorio

Horno de convección rotativo, marca NOVA modelo MAX 1000 con capacidad de 18 latas, batidora manual marca OSTER, selladora marca Impulse Sealer TYPE: F-100 POWER: 150 W, balanza electrónica capacidad de 6 kg con 1 mg de sensibilidad, balanza analítica con 0,1 mg de sensibilidad, estufa de aire a 105 ± 2 °C marca TOMOS modelo ODHG-9140^a Heating Drying Oven, mufla marca Cimatec SAC., cocina de digestión, equipo Kjeldhal modelo BUCHI k-314, extractor Soxhlet marca Gerhardt modelo D-53636 Konigswinter Germany, destilador de reflujo modelo 3000200 marca LABCONCO, bomba de vacío, cocina eléctrica.

3.3.3. Reactivos y soluciones

Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado al 95 – 97% p.a., ácido clorhídrico (HCl) de 0,1 N., ácido bórico (H_3BO_3) al 4%, hidróxido de sodio (NaOH) al 50%, catalizador (sulfato de cobre, hierro, potasio, ácido salicílico y tío sulfato de sodio), éter de petróleo concentrado al 65% p.a., ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 1,25%, hidróxido de sodio (NaOH) para análisis de fibra al 1,25%, etanol 96% p.a. Agua peptonada, Agar Plate Count (PCA) y Agar dicloran glicerol 18% (DG18).

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Análisis proximal de la materia prima y de las galletas dulces enriquecidas con nibs de tarwi y harina de maca

- Determinación porcentaje de humedad: Método de la estufa de aire, N° 930.04 (AOAC, 2008).

- Determinación de ceniza: Se realizó por calcinación de la muestra a temperatura de 600 °C por cinco horas hasta que el residuo o resto se convierta un color plomizo, N° 930.05 (AOAC, 2008).

- Determinación de proteína: Método Kjeldhal empleando como factor de conversión 6,25 N° 928.08 (AOAC, 2008).

- Determinación de grasa: Método de Soxhlet se emplea como solvente al éter de Petróleo, N° 930.09 (AOAC, 2008).

- Determinación de fibra cruda: mediante dos digestiones; la primera con ácido sulfúrico y la segunda con hidróxido de sodio con una concentración de 1,25% en ambos reactivos, N° 930.06 (AOAC, 2008).

- Determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN): Por diferencia:
 $\% \text{Carbohidratos} = 100\% - (\% \text{humedad} + \% \text{cenizas} + \% \text{proteínas} + \% \text{grasas})$
(AOAC, 2008).

3.4.2. Microbiológicos

- Aerobios mesófilos viables (ISO 4833-1: 2013).
- Recuento de mohos (ISO 21527-1: 2008).

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Evaluación químico proximal en galleta testigo, harina de trigo, harina de maca amarilla y tarwi desamargado

- Para la galleta testigo (100% harina de trigo) se evaluó: humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (ELN).

- En las harinas de trigo, maca amarilla y nibs de tarwi desamargado se analizó: humedad, ceniza y proteína.

3.5.2. Ejecución y selección de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca amarilla

Se elaboraron galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca amarilla con porcentajes de 5, 8, 10 y 12%. La formulación de la galleta testigo y de las cuatro formulaciones variando el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de maca amarilla se presenta en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Formulación de la galleta testigo y galletas dulces con variaciones en el porcentaje de la harina de maca amarilla.

Materias primas e insumos	Formulaciones (%)				
	T0	F1	F2	F3	F4
Harina de trigo	59,7	60,7	57,7	55,7	53,7
Harina de maca amarilla	0,00	5,00	8,00	10,0	12,0
Manteca vegetal	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Mantequilla	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Levadura química	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Esencia	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Antimoho	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Azúcar	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Leche deshidratada	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Maicena	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Huevo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Agua	8,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	100	100	100	100	100

T0 = Testigo y F1, F2, F3, F4 = Formulaciones con diferente porcentaje de sustitución en la harina de trigo por harina de maca amarilla.

Azúcar	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Leche deshidratada	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Maicena	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Huevo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Agua	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	100	100	100	100	100	100

T1, T2, T3, T4, T5, T6 = Formulaciones con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca y tarwi desamargado.

En la Figura 2, se muestra el flujograma para la elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca e incorporación de nibs de tarwi.

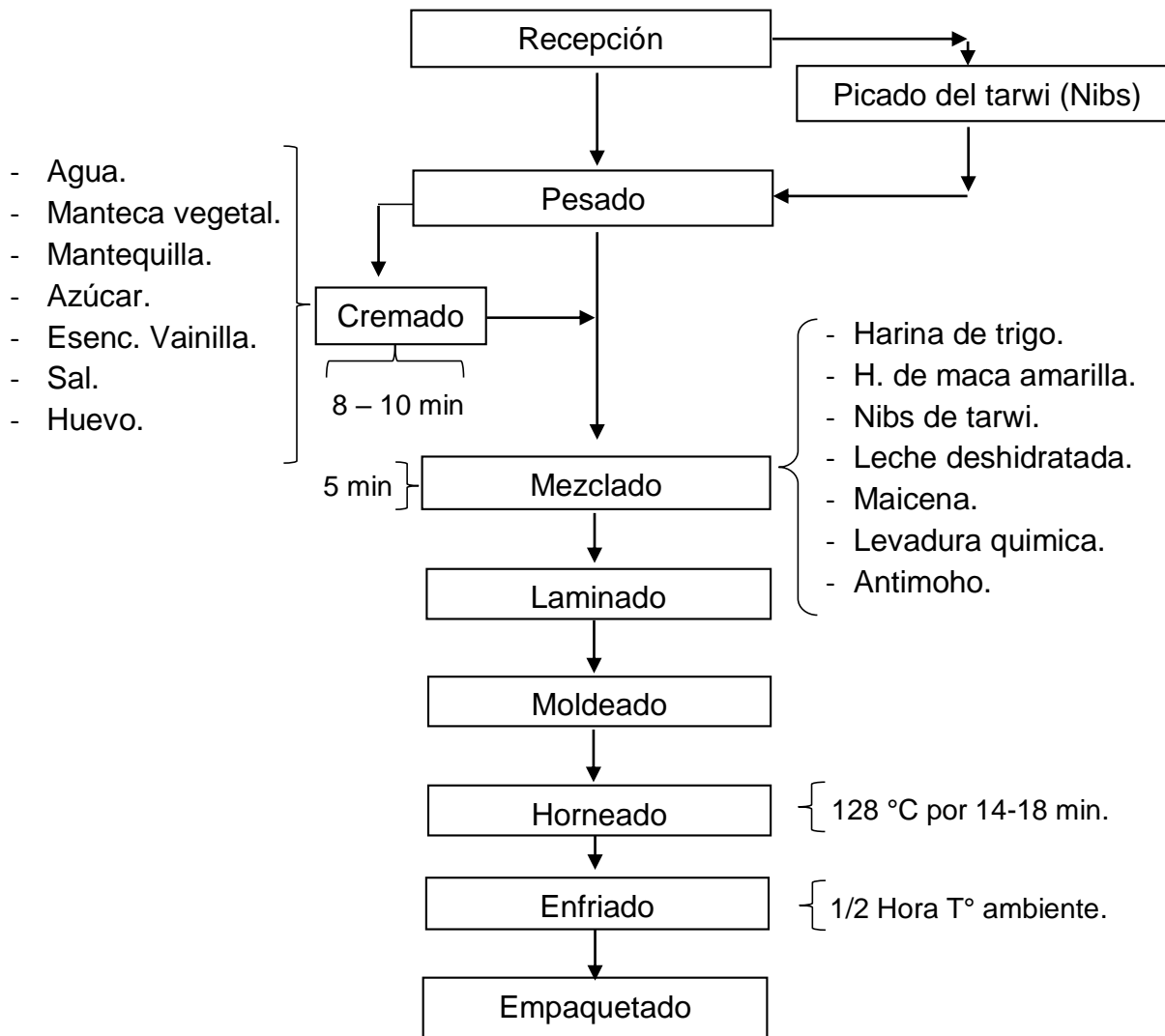


Figura 2. Flujograma para la elaboración de galletas dulces.

Recepción: Se recibió las materias primas e insumos.

Pesado (dosificado): Se pesó las materias primas e insumos mediante una balanza analítica según lo indicado en la formulación.

Cremado: Se realizó utilizando una batidora manual, adicionando en un recipiente inoxidable la manteca, huevo, azúcar, sal, agua, esencia de vainilla,

se batió por 8–10 minutos a una velocidad media hasta mezclar completamente el azúcar y que no presente grumos.

Mezclado: Una vez obtenido el cremado, se mezcló con los ingredientes secos: harina de trigo, harina de maca amarilla, leche deshidratada, maicena, antimoho y levadura química por 2 minutos luego se adicionó los nibs de tarwi (pedacitos de tarwi) desamargado, se mezcló por 4 minutos a velocidad baja para lograr una distribución uniforme y formar una masa granulosa punto “avena”.

Laminado: Mediante un rodillo laminador de madera se realiza el laminado de la masa hasta lograr un grosor de 3 mm.

Moldeado: Se realizó con moldes metálicos en forma circular de 5 cm de diámetro, colocándose luego en bandeja engrasada.

Horneado: Se realizó en un horno rotatorio pre calentado, por un tiempo de 14–18 minutos a una temperatura de 128 °C con la finalidad de reducir la humedad y obtener un producto con textura, sabor, color y aroma adecuado.

Enfriado: El producto es llevado a una sala de enfriado a temperatura ambiente por tiempo de 30 minutos.

Empaquetado: Las galletas seleccionadas fueron empaquetadas en bolsas bilaminadas que permiten proteger contra la humedad, contaminación y evitar la pérdida del aroma, para luego ser analizada sensorialmente.

3.5.4. Evaluación sensorial de galletas producidas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca.

De los cuatro tratamientos F1, F2, F3, F4 (Ver Cuadro 12), se seleccionaron dos formulaciones mediante el análisis sensorial (Figura 3), realizado por 8 panelistas semi entrenados que apreciaron los atributos: olor, color, sabor y crocantes (CEREZAL *et al.*, 2011) con escala hedónica de 9 puntos (Ver Anexo A). El diseño estadístico utilizado fue diseño completo al azar (DCA) y la prueba estadística de Kruskal-Wallis.

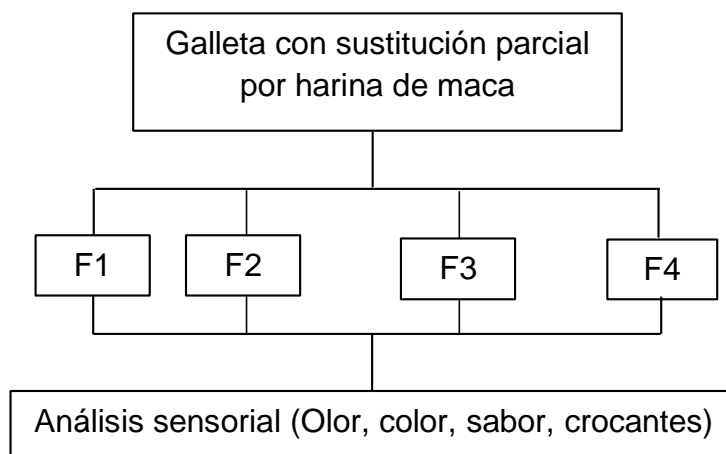


Figura 3. Diseño experimental para seleccionar dos galletas dulces con mayor aceptabilidad.

Dónde:

F1, F2, F3 y F4 formulaciones con diferente porcentaje sustitución de harina de trigo por harina de maca amarilla (5, 8, 10 y 12%)

3.5.5. Evaluación químico proximal de las galletas elaboradas

Luego de lograr las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca enriquecida con nibs de tarwi, se realizó la evaluación de las mismas, determinándose: humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra y extracto libre de nitrógeno, según lo indicado en métodos de análisis. Luego de la evaluación se seleccionaron dos galletas de formulaciones con alto contenido de proteína y fibra.

La Figura 4, representa el esquema experimental de esta parte de la investigación.

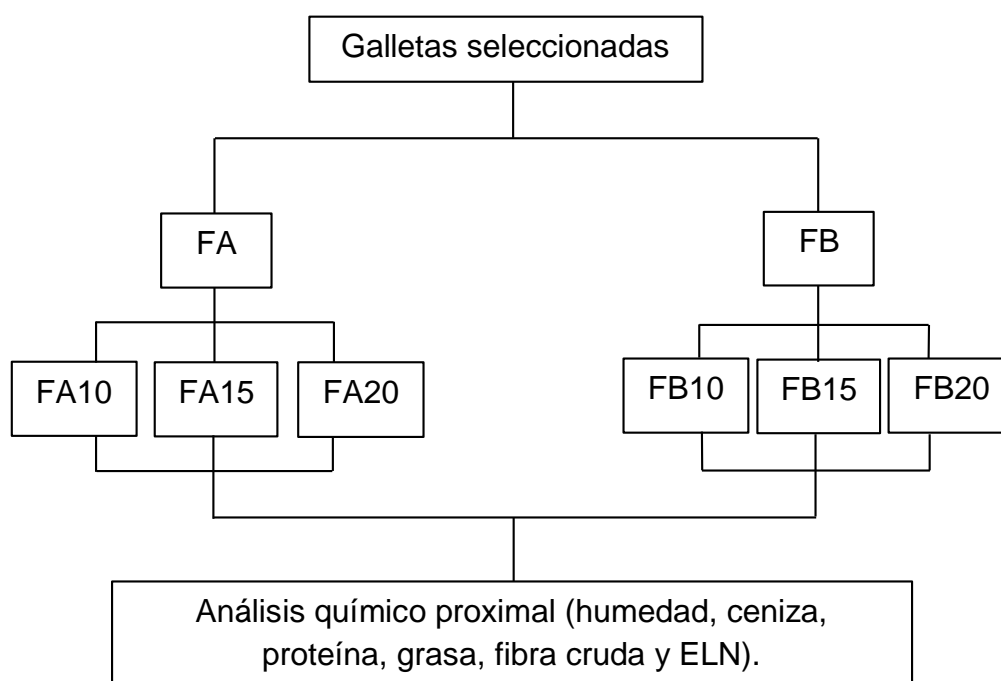


Figura 4. Diseño experimental para evaluar las galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca amarilla e incorporado nibs de tarwi desamargado

Dónde:

FA y FB son formulaciones seleccionadas de sustitución de harina de trigo por harina de maca amarilla.

FA10, FA15, FA20, FB10, FB15, FB20 porcentajes del nibs de tarwi desamargado.

3.5.6. Evaluación sensorial de los tratamientos con mayor contenido de proteína y fibra

Se realizó la evaluación sensorial de las galletas con mayor contenido de proteína y fibra contando con 15 panelistas semi entrenada, los cuales calificaron 2 tratamientos de las galletas dulces debidamente codificadas mediante una escala hedónica de 9 puntos. Los atributos analizados fueron: olor, color, sabor y crocantes (Anexo A). En la Figura 5, se muestra el esquema experimental de las galletas dulces seleccionadas con mayor contenido de proteína y fibra para luego ser analizadas sensorialmente.

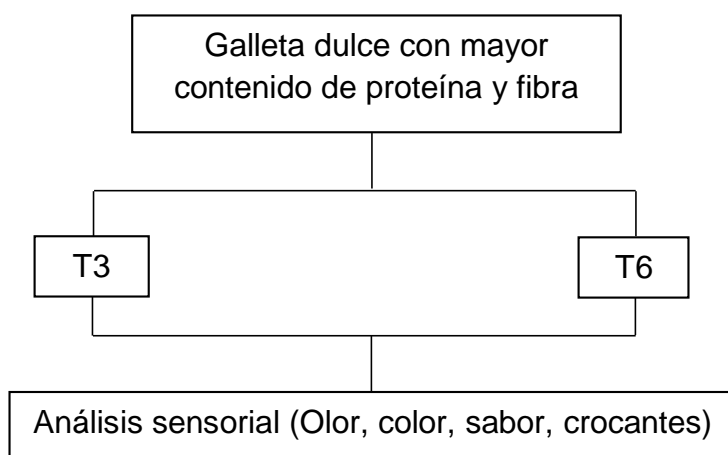


Figura 5. Diseño experimental para evaluar las galletas dulces con alto contenido de proteína y fibra.

Dónde:

T3 y T6 = tratamientos seleccionados con mayor contenido proteico y fibra mediante análisis químico.

3.5.7. Evaluación microbiológica

Se desarrolló la evaluación microbiológica al mejor tratamiento selecto, analizando lo siguiente:

- Recuento estándar de aerobios mesófilos (ISO 4833-1: 2013): se basó en preparar la muestra pesando 10 g de galleta y 90 mL de diluyente (dilución 1/10) homogeneizar 2 minutos, con una pipeta de 1 mL diluir la muestra hasta una dilución 10^{-2} , utilizar dos placas Petri vacías y estériles, añadir 1 mL de la dilución 10^{-2} y verter en cada placa de 12 a 15 mL agar PCA. Para el recuento en placa enfriar 44 °C y 47 °C, mezclar de manera cuidadosa con el contenido de la placa. Se incuban las placas a $30\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ durante $72 \pm 3\text{ h}$. Finalmente se seleccionó las placas que presentan menor de 300 colonias, ésta a su vez se realiza el conteo de colonias observadas y se calcula el número de unidades formadoras de colonias presentes en 1 ml o 1 g de muestra.

-

- Recuento de mohos (ISO 21527-1: 2008): El método consistió en desarrollar la muestra pesando 10 g de galleta y 90 mL de diluyente (dilución 1/10) homogeneizar 2 minutos, con una pipeta de 1 mL diluir la muestra hasta una dilución 10^{-2} utilizar dos placas Petri vacías y estériles, añadir 1 mL de la dilución 10^{-2} , verter en cada placa de 12 a 15 mL de agar DG18. Finalmente incubar a 25 °C por 5 a 7

días. Se selecciona las placas que contenga menos de 150 colonias de mohos y/o levaduras y se realiza el cálculo para dar un resultado representativo.

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Análisis químico proximal

Los resultados obtenidos según la Figura 3, con los 6 tratamientos analizados fueron determinados mediante un diseño experimental completamente aleatorio (DCA), con un arreglo factorial de 2A x 3B, evaluada mediante la siguiente

fórmula: $Y_{ij} = U + A_i + B_j + A * B_{ij} + E_{ij}$

Dónde:

Y_{ij}: Contenido de proteína y fibra.

U: Efecto medio de las evaluaciones.

A_i: Porcentaje de harina de maca.

B_j: Porcentaje de nibs de tarwi.

E_{ij}: Error experimental.

De existir significancia entre los tratamientos, se aplicará la prueba Tukey, con un nivel de significación del 5%.

3.6.2. Evaluación sensorial

Se evaluaron a través de un diseño experimental completamente aleatorio (DCA) simple determinando la galleta dulce aceptable y apta para el consumo, aplicada mediante la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = U + T_j + r_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Resultado de la evaluación sensorial (color, olor, sabor y crocantes).

U: Efecto medio de las evaluaciones.

T_j : Sustituciones con 3 niveles de los mejores tratamientos.

r_j : Repeticiones

E_{ijk} : Error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la evaluación químico proximal en galleta testigo, harina de trigo, harina de maca amarilla, nibs de tarwi desamargado

En el Cuadro 14, se presentan los resultados de la evaluación químico proximal en la galleta testigo y en el Cuadro 15, los resultados de los análisis de las materias primas (harina de trigo, harina de maca amarilla y tarwi desamargado).

Cuadro 14. Resultado de la evaluación química de la galleta testigo.

	Humedad (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)
Tratamiento	1,3805 ± 0,060	0,4355 ± 0,001	9,0757 ± 0,288
T0	Grasa (%)	Fibra (%)	ELN (%)
	13,4212 ± 0,114	0,6367 ± 0,237	76,4309 ± 0,616

Cuadro 15. Resultados del análisis químico de la materia prima.

Materia prima	Humedad (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)
Harina de trigo	11,2933 ± 0,19 ^a	1,8506 ± 0,08 ^b	12,1289 ± 0,39 ^c
Harina de maca	9,8933 ± 0,28 ^b	4,2764 ± 0,01 ^c	12,6935 ± 0,02 ^a
Tarwi desamargado	73,0400 ± 0,65 ^c	4,7012 ± 0,07 ^a	42,5719 ± 0,21 ^b

Se observa en la Figura 6, mediante el diagrama de barras el contenido de proteína, humedad y ceniza de la harina de trigo, maca y tarwi, notándose el gran contenido de proteína total del tarwi con 42,5719% a diferencia de la harina de maca y trigo que presentaron 12,6935% y 12,1289% respectivamente.

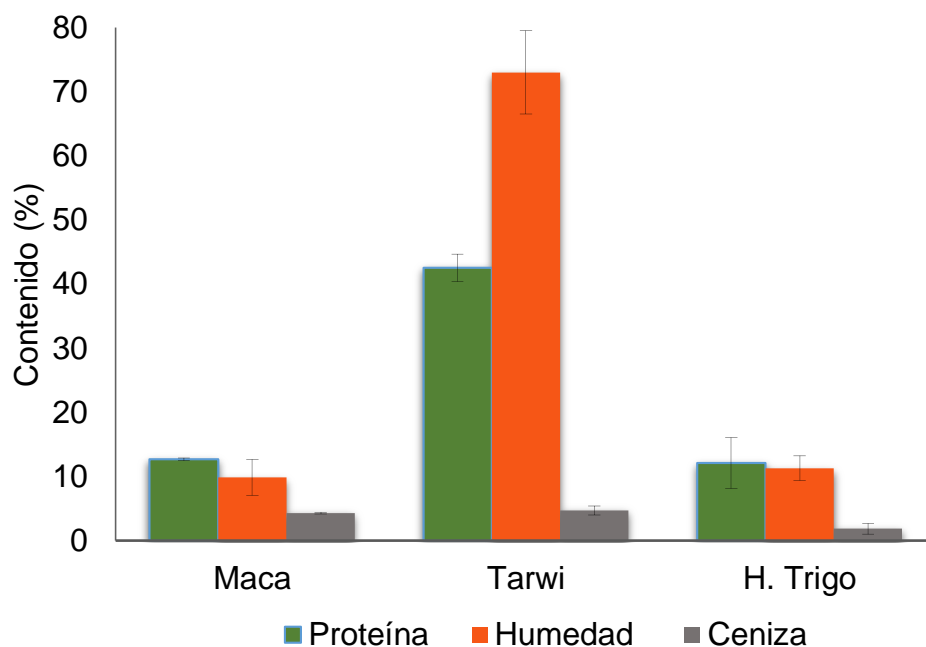


Figura 6. Resultados del contenido de proteína, humedad y ceniza en materia prima.

Los resultados del Cuadro 15 concernientes al contenido de humedad, ceniza y proteína al ser sometida a prueba estadística, se encontró que existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$), tal como se observa en el Anexo (IIa – IVa), la harina de trigo contiene 12,1289% de proteína y 11,2933% de humedad, valores cercanos a lo cuantificado por DE LA VEGA (2009) quien menciona que la harina

de trigo presenta 10–12% de proteína y 14% humedad, igualmente la NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS (2007) reporta 11,98% de proteína y 13,36% de humedad.

En cuanto a ceniza presentó 1,8506% valor mayor a lo indicado por PAYANO y PAYANO (2010) quienes indican que fluctúan entre 1,34 – 1,60%; esto se debe a que la harina de trigo está en buenas condiciones de almacenamiento con respecto a la humedad, en cuanto al porcentaje de proteína y ceniza es variable según al tipo de harina, mientras mayor cantidad de salvado presentan mayor contenido de ceniza.

Los resultados de la harina de maca para proteína, humedad y ceniza fueron $12,6935 \pm 0,02\%$; $9,8933 \pm 0,28\%$; $4,2764 \pm 0,01\%$ respectivamente, los estudios de COSTA *et al.* (2016) reportan 11-13% de proteína, 9-12% de humedad y 3-6% de ceniza; PAYANO y PAYANO (2010) reportaron 14,97% de proteína lo cual contribuye un aumento en el valor proteico en el producto final.

El contenido de proteína para tarwi obtuvo un valor de 42,5719% inferior a lo reportado por HUAYNA (2016) quién indica 44,26%; sin embargo el valor encontrado se ajusta a la investigación realizada por EDEL y ROSELL (2007) quienes indican que el tarwi posee un alto contenido de proteínas que varía un 41-51%, mientras que el estudio de OCAMPO (2015) reportó 51,06% de proteína; 73,63% de humedad y 2,36% de ceniza, estas diferencias se deben a factores como la variedad genética, grado de madurez y al proceso de desamargado.

4.2. De la evaluación sensorial de las galletas con sustitución de harina de trigo por harina de maca amarilla

Del Cuadro 16 y Figura 7, muestran los resultados realizados en la evaluación sensorial de las galletas dulces, según tratamiento.

Cuadro 16. Resultados de la evaluación sensorial de galletas dulces con sustitución parcial por harina de maca amarilla.

% H. de trigo por H. de maca amarilla	Tratam	Atributos			
		Olor	Color	Sabor	Crocantes
5%	F1	2,38 ± 1,30 ^a	1,88 ± 1,13 ^c	3,00 ± 0,93 ^d	2,63 ± 0,52 ^b
8%	F2	2,88 ± 0,64 ^a	2,63 ± 0,74 ^c	3,13 ± 0,83 ^d	2,50 ± 0,53 ^b
10%	F3	1,75 ± 1,17 ^a	0,88 ± 1,12 ^{cd}	0,25 ± 1,16 ^c	2,13 ± 0,83 ^b
12%	F4	1,75 ± 0,89 ^a	1,13 ± 1,73 ^d	0,13 ± 2,36 ^c	2,38 ± 0,52 ^b

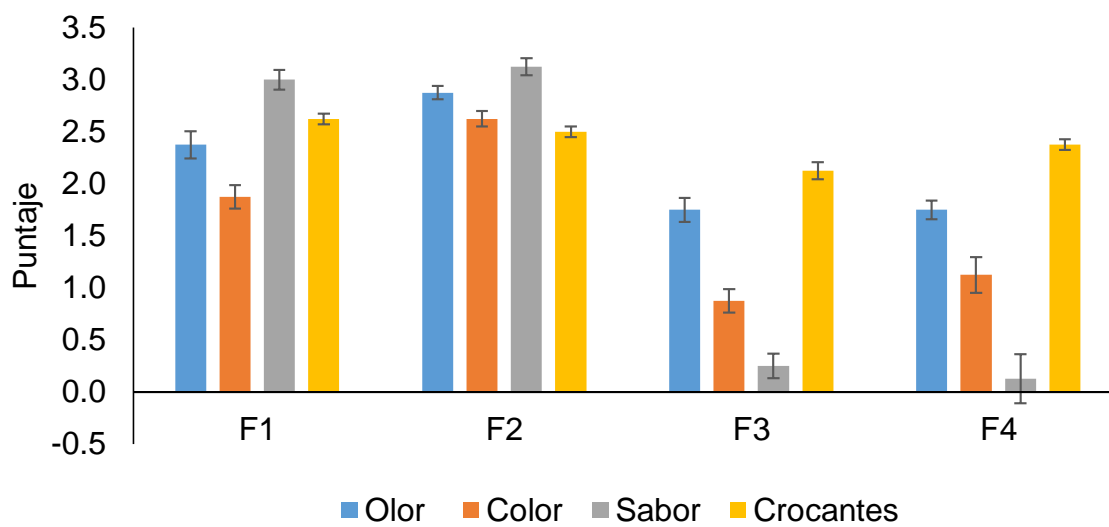


Figura 7. Resultado de la evaluación de los atributos de las formulaciones de galletas sustituidas por harina de maca amarilla.

De los resultados analizados mediante esta técnica: Kruskal Wallis, se observa que F4 (12% de sustitución) tiene el promedio más bajo con respecto al sabor y F3 (10% de sustitución) con respecto al color.

Los análisis no paramétrico Kruskal Wallis, muestran que en los resultados no hay diferencias significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95% de confianza ($p \leq 0,05$) en el atributo olor (Anexo A – Va), en cambio, según los promedios del Cuadro 16, el que obtuvo mayor nivel de aceptabilidad fue F2 (8% sustitución de harina de maca amarilla) $2,88 \pm 0,64$ y el de menor F4 (12% sustitución de harina de maca amarilla) $1,75 \pm 0,89$.

Según VALDERRAMA (2003) la aceptabilidad de la galleta que contenía 10% de harina de maca tuvo mejor aceptación, sin embargo, BRESCIA y VIACAVA (2008) reportaron que la adición de harina de maca hasta un 5% no afecta las características organolépticas en las galletas.

El resultado del análisis no paramétrico Kruskal Wallis, para el atributo color (Anexo A – VIa), indica que presentan diferencias significativas en las formulaciones (F1-F4, F2-F3, F2-F4, F3-F4), sin embargo las formulaciones F1-F2 y F1-F3 no indican diferencias significativas con un nivel del 95% con confianza ($p \leq 0,05$) conforme a los promedios mostrados en el Cuadro 15, con mayor nivel de aceptabilidad fue para F2 con $2,63 \pm 0,74$ y con menor aceptabilidad fue F3 (10% de sustitución de harina de maca amarilla) $0,88 \pm 1,12$; al respecto BRESCIA y VIACAVA (2008) indica que según se incremente la adicción de harina de maca a la formulación para galleta habrá un cambio sutilmente en la apariencia que se observa pequeños cambios de color propios de la harina de maca pero no son desagradables, mientras VALDERRAMA (2003) indica que la galleta con 10% de harina de maca es el que más sobresalió con respecto al atributo color.

El resultado del análisis no paramétrico Kruskal Wallis, para el atributo sabor (Anexo A – VIIa), muestra que se han dado a conocer dos grupos homogéneos conforme a la alineación de las X's en columna indicando que tampoco existe diferencia estadística significativa entre las formulaciones F1-F2 y F3-F4 mientras que para F1-F3, F1-F4, F2-F3 y F2-F4, sí existen diferencias estadísticas con un nivel del 95% de confianza. De acuerdo con los promedios presentados en el Cuadro 15, el que tiene mayor aceptación fue F2 (8% sustitución de harina de

maca) $3,13 \pm 0,83$ y F4 (12% sustitución de harina de maca) $0,13 \pm 2,36$ de menor aceptabilidad; indicando que los panelistas encontraron diferencias entre las variedades de sustituciones con harina de maca respecto al sabor. ARRIGONI (2014) reporta que la mayor aceptabilidad tuvo el tratamiento con la leche fermentada con adición de 5% de harina de maca y VALDERRAMA (2003) reporta que las galletas con 10% de harina de maca tuvieron mayor aceptación en el análisis sensorial.

Los resultados para el atributo crocantes (Anexo A – VIIIa), no presenta diferencia significativa entre las formulaciones con un nivel del 95% de confianza ($p \leq 0,05$), De acuerdo con los promedios presentados en el Cuadro 15, con alto nivel de aceptabilidad fue F1 (5% sustitución de harina de maca) $2,63 \pm 0,52$ y el de menor aceptación F3 (10% sustitución de harina de maca) $2,13 \pm 0,83$; VALDERRAMA (2003) reporta que en galletas dulces con diferentes porcentajes de harina de maca, el atributo crocantes fue similar en todas las galletas; mientras PAYANO y PAYANO (2010) reportó que las sustituciones con 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de harina de maca para las galletas no hay diferencia entre los tratamientos, para el atributo de crocantes. Por lo que se afirma que no hay alteración al sustituir la harina de trigo por harina de maca.

4.3. De la caracterización químico proximal de las galletas dulces con harina de maca y nibs de tarwi desamargado

El Cuadro 17, presenta el resultado del análisis químico proximal de las galletas dulces a diferente porcentaje con sustituciones de harina de trigo por harina de maca amarilla y nibs de tarwi desamargado.

Cuadro 17. Resultados del análisis de humedad en los tratamientos.

Harina de maca	Nibs de tarwi desamargado		
	10%	15%	20%
5%	1,0167 ± 0,042 ^a	1,8446 ± 0,104 ^b	1,4199 ± 0,044 ^c
8%	2,3653 ± 0,032 ^b	4,3713 ± 0,080 ^c	6,4960 ± 0,018 ^a

Los valores reportados en el Cuadro 17, indican que la sustitución con harina de maca amarilla y la incorporación del nibs de tarwi aumentan la humedad hasta 6,4960 ± 0,018% con respecto a la galleta testigo (T0) 1,3805 ± 0,060% (Ver Cuadro 18). Estadísticamente la incorporación de la harina de maca y nibs de tarwi denotan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) con los tratamientos a un nivel del 95% de confianza (Anexo A-IXa).

En la industria de galletas la humedad máximo permitido es de 12% según TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS - MINSA (2013), los valores encontrados en la galleta T6 presenta una humedad de 6,4960 ± 0,018% se ajusta a este rango de tolerancia. OCAMPO (2015) reportó 1,5% de humedad en su galleta con harina de trigo 45%, quinua 15%, chocho 15%, panela 25%. Así

mismo HERNÁNDEZ *et al.* (2014) obtuvo un valor de 2,20% en galleta dulce con 15% de ajonjolí tostado y molido y de 2,64% en galletas de 50% de sustitución en la harina de trigo por harina de guapo (*Maranta arundinacea*). La adición de nibs de tarwi usado quien presenta una humedad de 73%, influye en la diferencia de estos valores. Se muestra el Cuadro 18, resultados del contenido de ceniza en cada tratamiento enriquecida con harina de maca y nibs de tarwi.

Cuadro 18. Resultados del análisis de ceniza en los tratamientos.

Harina de maca	Nibs de tarwi desamargado		
	10%	15%	20%
5%	0,5072 ± 0,004 ^b	0,6468 ± 0,013 ^a	0,6055 ± 0,006 ^a
8%	0,8311 ± 0,028 ^b	1,0744 ± 0,023 ^a	1,1566 ± 0,071 ^a

Los resultados que se presenta el Cuadro 18, indican el contenido de ceniza acerca de las galletas con incorporación de nibs de tarwi y sustitución parcial por harina de maca, presentando mayor contenido de proteína el tratamiento T5 (8% de harina de maca y 20% de nibs de tarwi) 1,0744 ± 0,023% y T6 (8% de harina de maca y 20% de nibs de tarwi) 1,1566 ± 0,071% con respecto a la galleta testigo (T0) 0,4355 ± 0,001%. Según el análisis estadístico con respecto a la adición de la harina de maca (5% y 8%) existe diferencia estadística ($p \leq 0,05$) con un nivel del 95% de confianza. Mientras para los nibs de tarwi existen diferencia estadística entre las combinaciones de 10-15% y 10-20% con un nivel del 95% de confianza

(Anexo A–Xa). Del Cuadro 19 observamos los resultados del contenido de proteína en cada tratamiento enriquecido con harina de maca y nibs de tarwi.

Cuadro 19. Resultados del análisis de proteína en los tratamientos.

Harina de maca	Nibs de tarwi desamargado		
	10%	15%	20%
5%	10,2323 ± 0,418 ^a	10,5600 ± 0,536 ^a	11,6689 ± 0,359 ^b
8%	10,0439 ± 0,634 ^a	10,2368 ± 0,612 ^a	12,7643 ± 0,618 ^b

Los resultados indican el aumento de proteína cuando se va incorporando nibs de tarwi, presentando mayor contenido de proteína el tratamiento T3 (5% de harina de maca y 20% de nibs de tarwi) 11,6689 ± 0,359% y T6 (8% de harina de maca y 20% de nibs de tarwi) 12,7643 ± 0,618% con respecto a la galleta testigo (T0) 9,0757 ± 0,288%. Según el análisis estadístico con respecto a la adición de la harina de maca (5% y 8%) no hay diferencia estadística ($p \leq 0,05$) entre cualquier par de medias, con un nivel del 95% de confianza. Mientras para los nibs de tarwi existen diferencia estadística entre las combinaciones de 10-20% y 15-20% con un nivel del 95% de confianza (Anexo A–XIa). Notándose las variaciones del contenido-porcentaje de proteína.

El contenido-porcentaje de proteína del tratamiento seleccionado T6 es de 12,7643 ± 0,618% valor mayor comparado a lo reportado por OCAMPO (2015) 12% de proteína en su galleta con harina de trigo 45%, quinua 15%, chocho 15%,

panela 25% y según TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS - MINSA (2013), galletas dulces de avena con harina trigo 7,8%, galleta de salvado de trigo 7,5%, galleta wafer con crema de chocolate 6,9%, galleta vainilla 7,9%. El Cuadro 20 muestra los resultados del contenido de grasa en cada tratamiento enriquecido con harina de maca y nibs de tarwi.

Cuadro 20. Resultados del análisis de grasa en los tratamientos.

Harina de maca	Nibs de tarwi desamargado		
	10%	15%	20%
5%	15,3020 ± 0,938 ^a	16,8602 ± 0,395 ^a	17,4354 ± 0,316 ^{ab}
8%	15,8902 ± 0,596 ^a	16,0353 ± 0,123 ^a	17,9990 ± 0,419 ^{ab}

Los valores reportados en el Cuadro 20, indican que la sustitución con harina de maca amarilla y la incorporación del nibs de tarwi aumentan la cantidad de grasa hasta un 17,9990 ± 0,419% con respecto a la galleta testigo (T0) 13,4212 ± 0,114%. Estadísticamente la incorporación de la harina de maca y nibs de tarwi muestran diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos con un nivel del 95% de confianza (Anexo A-IXa).

El Cuadro 21, expone los resultados del análisis de fibra de cada tratamiento.

Cuadro 21. Resultados del análisis de fibra a los tratamientos.

Harina de maca	Nibs de tarwi desamargado		
	10%	15%	20%
5%	0,370 ± 0,010 ^a	1,180 ± 0,030 ^b	1,280 ± 0,030 ^c
8%	0,605 ± 0,018 ^b	1,123 ± 0,032 ^c	1,774 ± 0,079 ^a

Los resultados indican que mientras más nibs de tarwi añade se incrementa el contenido-porcentaje de fibra indicando mayor contenido en galletas T3 (5% con harina de maca y 20% de nibs de tarwi) 1,280 ± 0,030% y T6 (8% con harina de maca y 20% de nibs de tarwi) 1,774 ± 0,079% a comparación de la galleta testigo que presenta 0,6367 ± 0,237% debido a la incorporación de nibs de tarwi. Con respecto a la adición de harina de maca y nibs de tarwi muestran diferencias estadísticamente significativas con nivel del 95% de confianza (Anexo A–XIIIa).

Los tratamientos que presentan mayor contenido de fibra (T3 y T6) son superiores según lo reportado por la TABLA PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS – MINSA (2013) para galletas dulces de avena con harina trigo 0,7%, galleta de germen de trigo 0,7%, galleta de salvado. Por lo tanto, es un producto rico en fibra que ayudará a la buena digestibilidad de los alimentos y absorción de nutrientes.

El Cuadro 22, presenta los resultados del análisis ELN de todos los tratamientos en estudio.

Cuadro 22. Resultados del análisis de ELN en los tratamientos.

Nibs de tarwi desamargado			
Harina de maca	10%	15%	20%
5%	73,5885 ± 0,513 ^a	70,7530 ± 0,145 ^b	69,0101 ± 0,615 ^c
8%	72,6302 ± 0,586 ^b	71,5302 ± 0,562 ^c	66,3057 ± 0,541 ^a

4.4. De la evaluación sensorial de los dos mejores tratamientos

El Cuadro 23, muestra los resultados de la evaluación sensorial en los dos mejores tratamientos.

Cuadro 23. Resultado del análisis sensorial de los dos mejores tratamientos.

Tratamiento	Atributos			
Seleccionado	Olor	Color	Sabor	Crocantes
T3	1,667 ± 0,816 ^a	2,13 ± 0,834 ^a	2,4 ± 0,632 ^a	2,33 ± 0,317 ^a
T6	2,133 ± 0,990 ^a	1,80 ± 0,775 ^a	2,13 ± 0,990 ^a	2,20 ± 0,941 ^a

En la Figura 8, se presenta los resultados del análisis sensorial indicando que el T3 presenta mayor aceptabilidad a diferencia del T6.

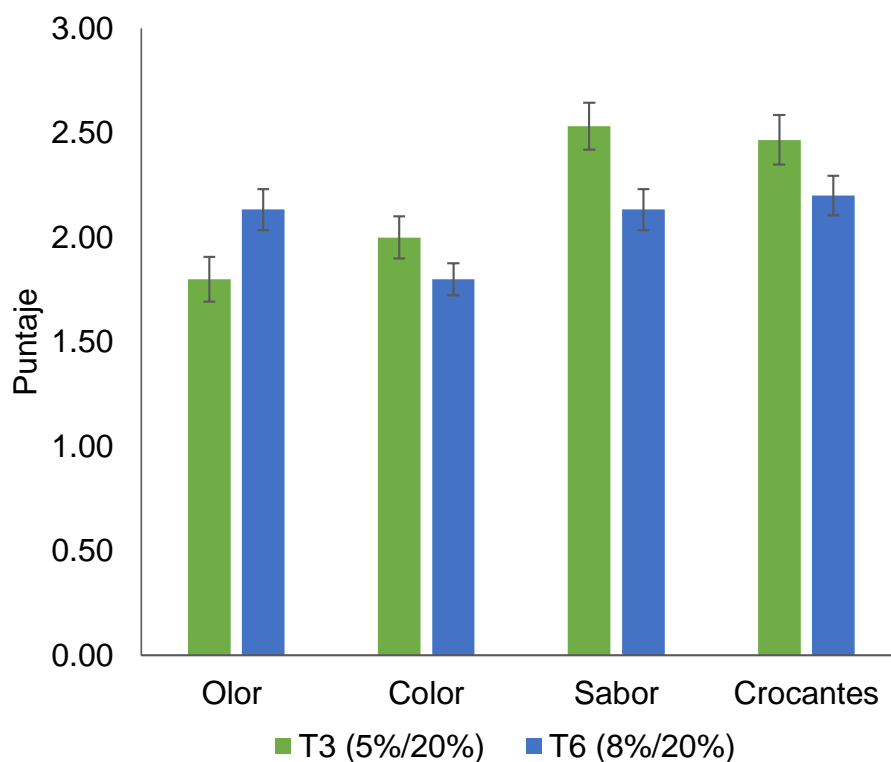


Figura 8. Resultado del análisis sensorial de las galletas seleccionadas.

El Cuadro 23 y la Figura 8, muestra el tratamiento T3 presenta mayor aceptabilidad con respecto al color, sabor y crocantes ($2,13 \pm 0,834$; $2,4 \pm 0,632$; $2,33 \pm 0,317$ respectivamente) mientras que T6 presentó mayor aceptabilidad en el atributo olor ($2,133 \pm 0,990$) debido a que presenta 8% de harina de maca amarilla. Según el análisis no paramétrico Kruskal Wallis, no existe diferencia significativa entre las medianas de los tratamientos T3 y T6 con un nivel del 95% de confianza

(Anexo A–XV - A–XVIIIa), indicando que los atributos olor, sabor, color y crocantes no variaron, seleccionando así al T6 por contener mayor contenido de proteína y fibra para ser analizada microbiológicamente.

CHAMORRO y MUÑOZ (2010) menciona en la preparación del pan con sustitución parcial de harina pre cocida de muña y tarwi tuvo mayor aceptación en sabor y textura con 30% de sustitución y con 20 % sustitución con respecto a color.

4.5. De la evaluación microbiológica

El análisis microbiológico se realizó al tratamiento T6 (8% de harina de maca y 20% de nibs de tarwi) que presentó mayor contenido de proteína y fibra cruda, siendo analizado al tercer día de su elaboración.

El Cuadro 24, muestran los resultados del análisis microbiológico de la galleta seleccionada.

Cuadro 24. Resultado del análisis microbiológico de la galleta seleccionada.

Microorganismos	Valor obtenido
Aerobios mesófilos viables	<10 ² ufc/g
Mohos y levaduras	<10 ² ufc/g

Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería (2011) establece: las galletas deben estar exentas de microorganismos patógenos en el Cuadro 24, se demuestra que el producto cumple con las normas, estos valores indican que el proceso se ha realizado en un ambiente adecuado lo que garantiza su consumo para la población.

CHAMORRO y MUÑOZ (2010) reporta valores que varía de <18ufc/g a <21ufc/g para coliformes, y para mohos y levaduras reporta de <100ufc/g a <115ufc/g en la preparación de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de nuña y tarwi, indicando un valor mínimo con respecto al máximo permitido y que fue realizado en un ambiente aséptico y almacenado adecuadamente inhibiendo el crecimiento microbiano.

V. CONCLUSIONES

La investigación concluye en lo siguiente:

- La mejor sustitución harina de trigo por harina de maca en la preparación de galletas dulces fueron las formulaciones F1 con 5% de harina de maca y F2 con 8% de harina de maca, estadísticamente no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).
- Las dos galletas dulces con mayor contenido de proteína y fibra fueron los tratamientos T3 (5% harina de maca y 20% de nibs de tarwi) con $11,6689 \pm 0,359$ de proteína y $1,280 \pm 0,030$ de fibra, y el T6 (8% harina de maca y 20% de nibs de tarwi) con $12,7643 \pm 0,618$ de proteína y $1,774 \pm 0,079$ de fibra.
- La evaluación sensorial a las galletas enriquecidas mediante nibs de tarwi y sustitución parcial a la harina de trigo por harina de maca, estadísticamente no presentaron diferencias significativas, siendo la galleta de 5% con harina de maca y 20% de nibs de tarwi el que manifestó mayor aceptabilidad con respecto al color, sabor y crocantes a diferencia del T6.
- La evaluación microbiológica confirmó que la galleta elaborada (8% de harina de maca y 20% de nibs de tarwi) se encuentra dentro de los estándares permitidos por las normas nacionales lo cual indica que el producto obtenido es inocuo, no dañará la salud del consumidor, siendo apta para su consumo.

VI. RECOMENDACIONES

- Se propone las galletas dulces con nibs de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) y sustitución parcial por harina de maca (*Lepidium meyenii*)” como una opción de consumo a nivel escolar en programas ejecutores de apoyo.
- Incentivar el consumo de la maca y tarwi en nuevas presentaciones, aprovechando sus propiedades funcionales la cual favorece a la salud humana.
- Producir galletas con harina de tarwi y comparar el contenido-porcentaje de proteína y fibra.
- Realizar análisis de la calidad de la proteína (proteína neta y digestibilidad aparente) del producto final.
- Formular y elaborar pruebas para enmascarar el amargor de la harina de maca en la galleta.
- Investigar la vida útil de las galletas en diferentes empaques.

VII. ABSTRACT

The research had the principal objective of determining the cookie with the greatest content of total protein and raw fiber when enriched with tarwi (*Lupinus mutabilis* SWEET) nibs (NT – acronym in Spanish) and yellow maca (*Lepidium meyenii*) flour (HM – acronym in Spanish); to do this, initially, cookies were elaborated with HM (5, 8, 10 and 12%) and submitted to a sensory evaluation with eight, semi-trained panelists, with the 5 and 8% formulations being the most accepted, statistically showing no significant differences ($p < 0.05$). Enrichment was done with tarwi nibs at 10, 15 and 20%, obtaining six treatments, which were submitted to a proximal chemical evaluation (moistness, ash, total protein, fat, raw fiber and carbohydrates), the treatment T3 (5% yellow maca flour and 20% tarwi nibs) and T6 (8% maca flour and 20% tarwi nibs) presented the greatest content of total protein and raw fiber; T3 with 11.66 ± 0.35 total protein and 1.28 ± 0.03 raw fiber and T6 12.76 ± 0.618 total protein and 1.77 ± 0.07 raw fiber. The sensory evaluation was done with fifteen semi-trained panelists, the results determined that no significant statistical difference exists ($p < 0.05$) between the cookies from T3 and T6, with respect to smell, color, flavor and crispness, thus the cookie from T6 was chosen, which presented a greater content of total protein and raw fiber.

VIII. REVISION BIBLIOGRAFICA

AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS PERÚ. 2014. Producción nacional de granos andinos Subexplotados. Revisado 01/09/2014: [En línea]: <http://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-granos-andinos-crecio-12-en-2013>.

ALIMENTOS ECOLÓGICOS. 2015. La maca y propiedades de la maca. [En línea]: <http://www.ecoticias.com/alimentos/56282/propiedades-de-la-maca>.

ANDALZÚA, A. 2005. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Segunda edición. Editorial Acribia. España.

A.O.A.C. 2008. N° 928.08. Determinación de proteínas método Kjeldhal–equipo automático. [En línea]: [http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2010/05/ME-711.02-173%20\(V2\)%20Determinaci%C3%B3n%20de%20proteinas%20Kjeldhal.pdf](http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2010/05/ME-711.02-173%20(V2)%20Determinaci%C3%B3n%20de%20proteinas%20Kjeldhal.pdf)

ARRIGONI, E. 2014. Tesis titulada “Efecto de la adición de harina de maca (*Lepidium meyenii*) y del tiempo de almacenamiento sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente y aceptabilidad general del yogurt batido simbiótico” para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú. 175 p.

- BRAVO, L. 2012. El 80% del consumo de galletas se realiza fuera del hogar. Andina, Agencia Peruana de Noticias. Publicado el 15/05/12. Consultado el 17 de abril del 2013. [En línea]: <http://publimetro.pe/actualidad/5309/noticia-estudio-revela-que-tipogalletas-prefieren-peruanos>.
- BRESCIA, L., VIACAVA, C. 2008. Empleo de la harina de maca en la elaboración de galletas rotativas de compresión. Proyecto para Perú biodiverso. Lima, Perú.
- CABEZA, R. 2009. Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Tesis de master en ciencias de la alimentación. España. Universidad de Burgos. 24 p.
- CASTAÑO, M. 2008. Maca (*Lepidium peruvianum chacón*): composición química y propiedades farmacológicas. Revista de Fitoterapia 8: 21-28.
- CEREZAL, P., URTUVIA, V., RAMIRÉZ, V., ROMERO, N. , ARCOS, R. 2011. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. Nut. Hosp., 161-169.
- COSTA, F., MATEO, C., SANDOVAL, A. 2016. Estudio de factibilidad para la elaboración y exportación de harina de maca (*Lepidium meyenii*) a EE.UU. Universidad Nacional Federico Villarreal. Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial. Lima – Perú. 103 p. [En línea]: https://www.academia.edu/15083542/EXPORTACION_DE_HARINA_DE_MACA_TRABAJO_FINAL_DE_NEGOCIOS_INTERNACIONALES.

- CHAMORRO, M., MUÑOZ, A. 2010. Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). Revista de investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- DE LA VEGA, G. 2009. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. Temas de Ciencia y Tecnología. Universidad Tecnológica de la Mixteca, México.
- EDEL, A., ROSELL, C. 2007. De tales harinas, tales panes (Primera ed.). Córdoba, Argentina: Hugo Báez.
- ERAZO, J., TERÁN, L. 2008. Elaboración de Galletas Integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa* L.) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) edulcoradas con panela. Tesis para optar el título de Ingenieros Agroindustriales. Universidad Técnica Del Norte. Ibarra – Ecuador. 167p.
- ESPINOZA, J. 2007. Evaluación sensorial de los alimentos. La Habana, Cuba, Editorial Universitaria. 116 p
- ESPINOZA, M. 2007. Cultivo de tarwi: Como Alternativa para la Nutrición Alimentaria, frente al Cambio Climático. Publicado (2/11/10). Lima, Perú. 250 p. [En línea]: <http://edgarespinozamontesinos.blogspot.pe/2010/11/blog-post.html>.
- GARCIA, F. 2016. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas tipos soda. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú.

- GARCÍA, M., GÓMEZ, I., ESPINOZA, C., BRAVO, F., GANOZA, L. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima, Perú.
- HERNANDEZ, A., GARCIA, P., CALLE, D., CIRA, D. 2014. Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido. Scielo. La Habana. Pag 240-250.
- HERRERA, B. 2009. Obtención de galletas fortificadas con salvado de quinua, kañiwa y kiwicha. Trabajo de investigación para Magister en Tecnología de alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- HUAYNA, C. 2016. Optimización de formulación de premezcla para la elaboración de queque con sustitución parcial de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y evaluación de su vida útil. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 106 p.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO 4833-1: 2013. Microbiology of food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique.
- INDECOPI. 1992. Norma técnica Peruana. NTP 206.001-1982. Galletas - Requisitos. Perú.
- LA FLORESTA. 2013. Tarwi – Propiedades y Usos. [En línea]: <http://biotiendaflorresta.blogspot.pe/2013/01/tarwi-propiedades-y-usos.html>
- LIGA ALIMENTACIÓN SANA. 2016. Los tipos de maca y sus beneficios. [En línea]: <http://www.ligadealimentacion.com/los-tipos-de-maca-y-sus-beneficios/>
- LEÓN, A., ROSELL, M. 2007. De tales harinas, tales panes. Primera edición. Hugo Báez Editor. Argentina.

- MAMANI, E., MOLINA, C. 2016. Calidad proteica y grado de satisfacción de la galleta elaborada a base de mezclas de harina de tarwi, cushuco, cañihua y gluten, Puno, julio – octubre 2015. Tesis para optar el título de Licenciado en Nutrición Humana. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 130p.
- MARCHESE, P. 2011. La comida andina. Fecha de consulta 15/04/201. [En línea]: http://www.pasqualinonet.com.ar/la_comida_andina.htm
- MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA. 2007. Galletas dulces. Especificaciones. NRIAL 297.
- MORAES, R., OLLGAARD, B., KVIST, P., BORCHSENIUS, F., BALSLEV, H. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, 458-482 p. [En línea]: <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf>
- NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS. 2007. Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales. Norma del Codex para la Harina de Trigo (CODEX STAN 152-1985; Rev. 1-1995) Primera edición – FAO. Viale delle Terme di Caracalla 00153, Roma, Italia. 125 p. [En línea]: http://www.fao.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf.
- NORMA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN, ELABORACIÓN Y EXPENDIO DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA Y PASTELERÍA. 2011. RM N° 1020-2010/MINSA. 1ra. Edición, 2010. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2011 – 03531. 51 p.; ilus. [En línea]:

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIA%20AS.pdf>

LIRIA, M. 2007. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima, Perú, Instituto de Investigación Nutricional. 44 p.

OCAMPO, J. 2015. Elaboración de galletas integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa* L.) y pasta de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) edulcoradas con panela. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú. 147p. 10 anexos.

OSORIO, L. 2018. Técnicas modernas en el análisis sensorial de los alimentos. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima – Perú. 54p.

PAYANO, N., PAYANO, N. 2010. Determinación de aceptabilidad y digestibilidad de la galleta de trigo con sustitución parcial de harina sucedánea de maca (*Lepidium peruvianum Chacón*) en la provincia de Junín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Junín, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 140p.

QUISPE, D. 2015. Composición nutricional de diez genotipos de Lupino (*L. Mutabilis* y *L. Albus*) desamargados por proceso acuoso. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 215 p.

RUBIO, X., TÚQUERRES, L. 2012. Incidencia de la harina de camote (*Ipomoea batata* L.), como sustituto de la harina de trigo (*Triticum vulgare*), en la elaboración de galletas, edulcoradas con estevia (*Stevia rebaudiana*) y panela.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra. E.C. noviembre del 2012. 139p. 16 anexos.

SIFUENTES, G., LEÓN, S., PAUCAR, L. 2015. Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.), cultivo andino con propiedades terapéuticas. Scientia Agropecuaria. Chimbote, Perú. 6 (2): 131 – 140. [En línea]: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>

TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS - MINSA. 2013. Elaborado por Reyes, G.M.; Gómez, S.P.; Cecilia Espinoza Barrientos; Bravo, R.F.; y Ganoza, M.L. – 8ª ed. Lima, Perú. Publicación aprobada con R.J. N° 121-2008-OPD/INS. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2013. 119 p.

TAPIA, M. 2015. El tarwi, lupino andino. Proyecto titulado: “Mujeres Andinas en Camino: Promoción del producto tarwi de la Provincia de Huaylas hacia el mercado nacional e internacional en el marco rural del desarrollo sostenible”. Primera edición. Financiado por Fondo Ítalo Peruano. Perú. 108p.

TARAZONA, G., APARCANA, S. 2002. Elaboración y evaluación de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha malteada. Anales Científicos: UNAL. Lima, Perú.

VALDERRAMA, M. 2003. Evaluación nutricional y biológica de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca (*Lepidium meyenii*). Tesis de Maestría Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

IX. ANEXO

A. Cartilla de evaluación sensorial para cada atributo de olor, color, sabor y crocantes en galletas con sustitución parcial de harina de maca y tarwi.

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

NOMBRE:

FECHA:

INSTRUCCIONES: Frente a usted se presenta muestras de galletas dulces, por favor observe y pruebe las muestras e indique su nivel de agrado marcando con una "x" en la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
4	Me gusta extremadamente	-1	Me disgusta ligeramente
3	Me gusta mucho	-2	Me disgusta moderadamente
2	Me gusta moderadamente	-3	Me disgusta mucho
1	Me gusta ligeramente	-4	Me disgusta extremadamente
0	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada atributo			
	Olor	Color	Sabor	Crocantes
T3				
T6				

OBSERVACIONES:

A – I. Análisis químico de la galleta dulce con diferentes sustituciones de harina de maca amarilla y nibs de tarwi desamargado.

Tratamiento	Humedad (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)
T1	1,0167 ± 0,042	0,5072 ± 0,004	10,2323 ± 0,418
T2	1,8446 ± 0,104	0,6468 ± 0,013	10,5600 ± 0,536
T3	1,4199 ± 0,044	0,6055 ± 0,006	11,6689 ± 0,359
T4	2,3653 ± 0,032	0,8311 ± 0,028	10,0439 ± 0,634
T5	4,3713 ± 0,080	1,0744 ± 0,023	10,2368 ± 0,612
T6	6,4960 ± 0,018	1,1566 ± 0,071	12,7643 ± 0,618

Tratamiento	Grasa (%)	Fibra (%)	ELN (%)
T1	15,3020 ± 0,938	0,370 ± 0,010	73,5885 ± 0,513
T2	16,8602 ± 0,395	1,180 ± 0,030	70,7530 ± 0,145
T3	17,4354 ± 0,316	1,280 ± 0,030	69,0101 ± 0,615
T4	15,8902 ± 0,596	0,605 ± 0,018	72,6302 ± 0,586
T5	16,0353 ± 0,123	1,123 ± 0,032	71,5302 ± 0,562
T6	17,9990 ± 0,419	1,774 ± 0,079	66,3057 ± 0,541

Los valores representan (promedio ± SEM) datos provienen del experimento (n=3).

A-II. Tabla ANOVA para humedad por materia prima.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7802,11	2	3901,06	21782,79	0,0000
Intra grupos	1,07453	6	0,17909		
Total (Corr.)	7803,19	8			

A-IIa. Pruebas de múltiple rangos para humedad por materia prima.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Materia prima	Casos	Media	Grupos homogéneos
Maca	3	9,8933	X
Trigo	3	11,2933	X
Tarwi	3	73,04	X

A-III. Tabla ANOVA para ceniza por materia prima.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	14,1905	2	7,09526	1694,62	0,0000
Intra grupos	0,025122	6	0,00418		
Total (Corr.)	14,2157	8			

A-IIIa. Pruebas de múltiple rangos para ceniza por materia prima.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Materia prima	Casos	Media	Grupos homogéneos
Trigo	3	1,8506	X
Maca	3	4,27637	X
Tarwi	3	4,70117	X

A-IV. Tabla ANOVA para proteína por materia prima.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1819,81	2	909,905	13490,82	0,0000
Intra grupos	0,404677	6	0,067446		
Total (Corr.)	1820,21	8			

A-IVa. Pruebas de múltiple rangos para proteína por materia prima.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Materia prima	Casos	Media	Grupos homogéneos
Trigo	3	12,129	X
Maca	3	12,6935	X
Tarwi	3	42,5719	X

A–V. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo olor por formulación

Formulación	Tamaño muestra	Rango promedio
F1	8	18,375
F2	8	22,187
F3	8	12,687
F4	8	12,750

Estadístico = 6,43831 Valor-P = 0,0921255

A–Va. Pruebas de múltiple rangos para el atributo olor por formulación.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Formulación	Casos	Media	Grupos homogéneos
F4	8	1,75	X
F3	8	1,75	X
F1	8	2,375	X
F2	8	2,875	X

A–VI. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo color por formulación.

Formulación	Tamaño muestra	Rango promedio
F1	8	20,50
F2	8	25,187
F3	8	14,062
F4	8	6,250

Estadístico = 19,1474 Valor-P = 0,000254861

A–Via. Pruebas de múltiple rangos para el atributo color por formulación.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Formulación	Casos	Media	Grupos homogéneos
F4	8	1,125	X
F3	8	0,875	X
F1	8	1,875	XX
F2	8	2,625	X

A–VII. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo sabor por formulación.

Formulación	Tamaño muestra	Rango promedio
F1	8	22,875
F2	8	23,50
F3	8	9,250
F4	8	10,375

Estadístico = 16.8635 Valor-P = 0.000753923

A–VIIa. Pruebas de múltiple rangos para el atributo sabor.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos homogéneos
F3	8	0,125	X
F4	8	0,25	X
F1	8	3,0	X
F2	8	3,125	X

A–VIII. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo crocantés.

Formulación	Tamaño muestra	Rango promedio
F1	8	19,375
F2	8	17,50
F3	8	13,50
F4	8	15,625

Estadístico = 2.17751 Valor-P = 0.536389

A–VIIIa. Pruebas de múltiple rangos para el atributo crocantés.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Formulación	Casos	Media	Grupos homogéneos
F3	8	2,125	X
F4	8	2,375	X
F2	8	2,5	X
F1	8	2,625	X

A-IX. Análisis de varianza para humedad de los seis tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Maca	41,9162	1	41,9162	1444,82	0,0000
B: Tarwi	15,7268	2	7,8633	271,05	0,0000
INTERACCIONES					
AB	10,9225	2	5,4613	188,25	0,0000
RESIDUOS	0,34814	12	0,0290		
TOTAL (CORREGIDO)	68,9136	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

A-IXa. Pruebas de múltiple rangos para humedad por maca y tarwi.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Maca	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
5	9	1,41443	0,0567757	X
8	9	4,46643	0,0567757	X
Tarwi	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
10	6	1,691	0,0695358	X
15	6	3,19132	0,0695358	X
20	6	3,93898	0,0695358	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
5 – 8	*	-3,052	0,174944
10 – 15	*	-1,5003	0,263075
10 – 20	*	-2,2479	0,263075
15 – 20	*	-0,7477	0,263075

* Indica una diferencia significativa.

A-X. Análisis de varianza para ceniza de los seis tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Maca	0,848427	1	0,84843	780,21	0,0000
B: Tarwi	0,164004	2	0,08200	75,41	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,038802	2	0,01940	17,84	0,0003
RESIDUOS	0,013049	12	0,00109		
TOTAL (CORREGIDO)	1,06428	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

A-Xa. Pruebas de múltiple rangos para ceniza por maca y tarwi.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Maca	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
5	9	0,5865	0,0109921	X
8	9	1,02071	0,0109921	X
Tarwi	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
10	6	0,6691	0,0134625	X
15	6	0,8606	0,0134625	X
20	6	0,8811	0,0134625	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
5 – 8	*	-0,434211	0,0338701
10 – 15	*	-0,191467	0,0509327
10 – 20	*	-0,21195	0,0509327
15 – 20		-0,020483	0,0509327

* Indica una diferencia significativa.

A–XI. Análisis de varianza para proteína de los seis tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Maca	0,7819	1	0,78187	1,54	0,2384
B: Tarwi	10,6369	2	5,31845	10,47	0,0023
INTERACCIONES					
AB	4,0853	2	2,04267	4,02	0,0460
RESIDUOS	6,0941	12	0,50784		
TOTAL (CORREGIDO)	21,5982	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

A–XIa. Pruebas de múltiple rangos para proteína por maca y tarwi.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Maca	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
5	9	10,5982	0,237543	X
8	9	11,015	0,237543	X
Tarwi	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
10	6	10,1381	0,29093	X
15	6	10,3984	0,29093	X
20	6	11,8833	0,29093	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
5 – 8		-0,41683	0,73194
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
10 – 15		-0,26028	1,10068
10 – 20	*	-1,7452	1,10068
15 – 20	*	-1,48492	1,10068

* Indica una diferencia significativa.

A-XII. Análisis de varianza para grasa de los seis tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Maca	1,37802	1	1,3780	0,73	0,4089
B: Tarwi	23,3777	2	11,6888	6,21	0,0141
INTERACCIONES					
AB	5,65754	2	2,8287	1,50	0,2614
RESIDUOS	22,5785	12	1,8815		
TOTAL (CORREGIDO)	52,9918	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

A-XIIa. Pruebas de múltiple rangos para grasa por maca y tarwi.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Maca	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
5	9	16,0881	0,457231	X
8	9	16,6415	0,457231	X
Tarwi	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
10	6	14,9294	0,559992	X
15	6	16,4477	0,559992	XX
20	6	17,7172	0,559992	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
5 – 8		-0,55338	1,40887
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
10 – 15		-1,51833	2,11862
10 – 20	*	-2,78782	2,11862
15 – 20		-1,26948	2,11862

* Indica una diferencia significativa.

A-XIII. Análisis de varianza para fibra cruda de los seis tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A: Maca	0,226016	1	0,2260	143,81	0,0000
B: Tarwi	3,13188	2	1,56594	996,36	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,423251	2	0,21168	134,65	0,0000
RESIDUOS	0,01886	12	0,00157		
TOTAL (CORREGIDO)	3,80001	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

A-XIIIa. Pruebas de múltiple rangos para fibra curda por maca y tarwi.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Maca	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
5	9	0,943333	0,0132148	X
8	9	1,16744	0,0132148	X
Tarwi	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
10	6	0,487333	0,0161847	X
15	6	1,20167	0,0161847	X
20	6	1,47717	0,0161847	X
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	
5 – 8	*	-0,224111	0,0407188	
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	
10 – 15	*	-0,71433	0,0612316	
10 – 20	*	-0,98983	0,0612316	
15 – 20	*	-0,2755	0,0612316	

* Indica una diferencia significativa.

A–XIV. Análisis de varianza para ELN de los seis tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Maca	11,9332	1	11,9332	6,55	0,0250
B: Tarwi	98,8046	2	49,4023	2,11	0,0000
INTERACCIONES					
AB	15,1707	2	7,5854	4,16	0,0423
RESIDUOS	21,866	12	1,8221		
TOTAL (CORREGIDO)	147,775	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

A–XIVa. Pruebas de múltiple rangos para ELN por maca y tarwi.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Maca	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
8	9	70,1554	0,449959	X
5	9	71,7839	0,449959	X
Tarwi	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
20	6	68,0412	0,551085	X
15	6	71,0917	0,551085	X
10	6	73,7762	0,551085	X
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	
5 – 8	*	1,6284	1,38647	
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites	
10 – 15	*	2,685	2,08492	
10 – 20	*	5,735	2,08492	
15 – 20	*	3,051	2,08492	

* Indica una diferencia significativa.

A-XV. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo olor por tratamiento.

Tratamiento	Tamaño muestra	Rango promedio
T5	15	14,433
T6	15	16,567

Estadístico = 0,498799 Valor-P = 0,480027

A-XVa. Pruebas de múltiple rangos para el atributo olor por tratamiento.

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos homogéneos
T3	15	1,8	X
T6	15	2,133	X

A-XVI. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo color por tratamiento.

Tratamiento	Tamaño muestra	Rango promedio
T3	15	16,0
T6	15	15,0

Estadístico = 0,109406 Valor-P = 0,740821

A-XVIa. Pruebas de múltiple rangos para el atributo color por tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos homogéneos
T6	15	1,8	X
T3	15	2,0	X

A–XVII. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo sabor por tratamiento.

Tratamiento	Tamaño muestra	Rango promedio
T3	15	17,233
T6	15	13,767

Estadístico = 1,28319 Valor-P = 0,257304

A–XVIIa. Pruebas de múltiple rangos para el atributo sabor por tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos homogéneos
T6	15	2,133	X
T3	15	2,533	X

A–XVIII. Prueba de Kruskal-Wallis para crocantes por tratamiento.

Tratamiento	Tamaño muestra	Rango promedio
T3	15	16,733
T6	15	14,267

Estadístico = 0.63547 Valor-P = 0,425355

A–XVIIIa. Pruebas de múltiple rangos para crocantes por tratamiento.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos homogéneos
T6	15	2,20	X
T5	15	2,47	X