

EVALUACIÓN DEL PAN INTEGRAL ELABORADO CON HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN EL MUNICIPIO DE VIACHA

Evaluation of integral bread made with tarwi (*Lupinus mutabilis*) flour in the municipality of Viacha

Benjamín Marco Maldonado Valle¹, Gloria Cristal Taboada Belmonte², Sandra Patricia Monasterios Yápu³

RESUMEN

Para la presente investigación, se elaboró panes con diferentes formulaciones de harina de tarwi obtenida a partir de la molienda de granos con cáscara y sin cáscara en reemplazo de la harina de trigo al 10, 15 y 20% en los laboratorios de panificación de la carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria ubicada en Viacha. El análisis físico químico fue efectuado en los laboratorios de alimentos y bebidas del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Se estandarizó el proceso de elaboración de pan integral con harina de tarwi, con y sin cáscara, por lo que primero se procedió al desamargado de los granos, para luego elaborar la harina determinando la correspondiente granulometría para su uso en panificación. Para determinar la aceptabilidad del consumidor, se desarrolló un análisis sensorial con 50 evaluadores que calificaron sabor, olor, color y textura de los tres tratamientos alcanzando la puntuación más alta el tratamiento 1 con y sin cáscara. Luego de analizar las variables de respuesta: porcentaje de proteínas, cenizas, humedad, grasas, acidez y fibra, para las diferentes formulaciones, se concluyó que el tratamiento 3 (20% de harina de tarwi con y sin cáscara en la masa) alcanza mayor porcentaje de proteína y fibra; sin embargo, no es muy aceptable a nivel consumidor; por lo cual se recomienda utilizar la formulación dada por el tratamiento 1 (10% harina de tarwi).

Palabras clave: tarwi (*Lupinus mutabilis*), integral, análisis, sensorial.

ABSTRACT

The research, was focused on bread production with tarwi's flour in substitution of wheat's flour at 10, 15 and 20%. It was carried out at the baking laboratories of the Agricultural Production and Marketing Engineering Career located in Viacha town. A physical-chemical analysis was carried out at the food and beverage laboratories of the Autonomous Municipal Government of La Paz. After analyzing the response variables: percentage of protein, ash, moisture, fat, acidity and fiber, for a formulation with shell and without shell, it was concluded that treatment I with 10% tarwi flour with and without shell in the dough, achieved satisfactory results. The process of elaboration of wholemeal bread with tarwi flour, with and without shell, was standardized, for it, the tarwi was debittered, then, we elaborated the tarwi flour determining the granulometry for use in bakery. Finally, a sensory analysis was carried out with 50 evaluators scoring taste, smell, color and texture for all treatments. Treatment one reached the highest score. Because it, we recommend to use the follow formulation: 10% tarwi and 90% wheat flour.

Keywords: tarwi (*Lupinus mutabilis*), integral, sensory, analysis.

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/ijks7177db33b>

Recibido: 10/02/2023

Aceptado: 11/06/2023

¹ Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

² Docente, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
gctaboada@umsa.bo

³ Docente, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0484-1109>. monasteriossandra@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El pan es un alimento básico en la dieta de la población mundial, su ingrediente fundamental es la harina de trigo, cuya composición de aminoácidos es deficiente en lisina y otros aminoácidos esenciales. Entre las alternativas de harinas con mejores cualidades se considera importante el desarrollo de productos en base a tarwi que tiene en su composición aminoácidos esenciales que resalta por su alto contenido de proteína, y de alta digestibilidad en comparación con otras leguminosas cuando se procesa en condiciones adecuadas (Cutipa, 2014).

El presente trabajo da a conocer los beneficios nutritivos que tiene la elaboración de pan con harina de tarwi con y sin cáscara y su gran potencial en diversas transformaciones gastronómicas que puede aportar por su alto contenido nutritivo es por ello que el trabajo pretende encontrar el efecto de la adición de harina de tarwi con y sin cáscara en las características organolépticas del pan integral.

Así mismo el trabajo de investigación pretende contribuir y mejorar el proceso de elaboración de pan integral con harina de tarwi, desde la elaboración de harina, caracterizando su granulometría, estandarizando el proceso de elaboración de la harina de tarwi y pan, así como la evaluación de las características sensoriales del pan integral con harina de tarwi con y sin cáscara que definió la aceptabilidad del producto, con base en una formulación óptima para la elaboración de panes. De la muestra de mejor aceptación se realizó la caracterización fisicoquímica que determine la calidad del producto. Avalos (2019) plantea que “la harina de tarwi presenta una alternativa para la sustitución parcial de la harina de trigo en la elaboración de productos destinados a panificación además de contribuir a mejorar la calidad alimentaria de personas y sobre todo niños en etapa de crecimiento, también constituye un alimento potencial para el programa desayuno escolar ya sea como pan, galletas, queques, etc.”

Matos y Muñoz (2010) realizaron una investigación elaboración de pan sustitución parcial de harina pre cocida de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) universidad peruana Unión Lima Perú el objetivo de este trabajo fue elaborar un pan con sustitución parcial de harinas pre cocidas de Ñuña y tarwi con la finalidad de mejorar el nivel proteico se utilizaron 3 formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución (10, 20 y 30%) los análisis microbiológicos de levaduras y coliformes mostraron un valor mínimo con respecto al máximo permitido el pan con 30% de sustitución tuvo mayor aceptabilidad en cuanto a sabor y textura en lo que respecta a color el pan con sustitución de 20% tuvo mayor aceptabilidad.

El objetivo de la investigación fue de evaluar el pan integral elaborado con harina de tarwi con diferentes formulaciones. Entre los objetivos específicos se tienen los siguientes:

- Determinar la granulometría de la harina de tarwi para la aplicación en panificación
- Realizar la caracterización fisicoquímica de la harina de tarwi con y sin cáscara
- Definir la formulación óptima para la elaboración de panes con harina de tarwi.
- Estandarizar el proceso de elaboración de pan integral con harina de tarwi, con y sin cáscara.
- Realizar la evaluación sensorial de las formulaciones desarrolladas.
- Realizar la caracterización fisicoquímica del pan de tarwi con y sin cáscara del tratamiento seleccionado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El desamargado de tarwi, la elaboración de harinas, el procesamiento del pan y la evaluación sensorial se realizó en la planta de panificación del centro de investigación de granos y cereales de la carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en el municipio de Viacha provincia Ingavi a 16°39'18" de latitud sur y 68°18'06" de longitud oeste 35 km al sur oeste de la ciudad de El Alto situado a una altitud de 3.870 m s.n.m.

Materiales

Los materiales de investigación que se utilizaron en la investigación son grano de tarwi que se transformó en harina; harina de trigo (*Triticum aestivum L.*); agua potable; levadura; sal común; manteca y azúcar. Como equipos y utensilios de la planta de panificación, se utilizó un horno con capacidad de 12 bandejas con quemador a gas, amasador con capacidad de 12 kg, balanza analítica, juego de tamices para harinas, pirómetro y utensilios de apoyo al proceso de elaboración.

Metodología

El trabajo de estudio es de tipo experimental y analítico donde se controla de forma deliberada las unidades experimentales para cumplir los objetivos planteados y es analítico porque se centra en una relación causa - efecto donde se compara el grupo experimental (grupo intervenido) con un grupo control (grupo sin intervención).

Diseño experimental

En el presente trabajo se utilizó un diseño completo al azar (DCA) para determinar las pruebas de análisis sensorial del pan elaborado (Ibáñez, 2019).

Método de elaboración de harina de tarwi

Para la determinación de la granulometría de la harina de tarwi para la aplicación en panificación se inició con el proceso de desamargado de tarwi, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

Proceso de desamargado

- Recepción de materia prima, el tarwi se adquirió de la provincia de Omasuyos del departamento de La Paz.
- Limpieza y selección, se realizó de forma manual y visual con el objeto de eliminar granos picados, basuras e impurezas.
- Hidratación, se remojo durante 24 horas con agua potable con el fin de ablandar el grano para su posterior cocción.
- Cocción, consiste en hacer cocer el tarwi a 80°C durante una hora con el fin de facilitar el desamargado.
- Desamargado, en esta etapa se remojó el tarwi con agua potable durante 7 días cambiando las aguas 3 veces al día (7:00, 14:00 y 21:00 horas) con el objetivo de eliminar los alcaloides.
- División, se separaron los granos con cáscara y sin cáscara en recipientes diferentes.
- Secado, los granos desamargados fueron de secados en un horno durante 14 horas con una temperatura de 65°C.
- Pesado, se hizo la comparación del peso inicial desde la recepción de la materia prima hasta el proceso final del desamargado.

Proceso de secado

El proceso de secado se desarrolló en la planta de panificación, este proceso se caracterizó mediante una curva de secado, en el cual se analizaron el peso relacionado con la humedad respecto al tiempo.

Proceso de molienda y análisis de granulometría

Se utilizó un molino de martillos para la reducción del tamaño del grano hasta convertirlo en harina fina para panificación. La determinación del tamaño de granulado de la harina de tarwi se realizó en planta de panificación,

donde se determinaron los parámetros que determinan la aplicabilidad de la harina de tarwi en panificación. Se pesó 1.000 g de harina de tarwi y colocó en 2 tamices para harinas, mediante el proceso de agitación durante 10 minutos se realizó el proceso de cernido quedando una cantidad retenida en cada una de las mallas, posterior a este procedimiento se pesó los contenidos de las mallas para calcular el porcentaje retenido.

Determinación de las características fisicoquímicas de la harina de tarwi con y sin cáscara

La caracterización fisicoquímica se realizó a la harina de tarwi con cáscara y sin cáscara, en el laboratorio de alimentos y bebidas del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, atendiendo a las normas bolivianas e internacionales (Tabla 1):

Tabla 1. Métodos de evaluación fisicoquímica de harina de tarwi.

Parámetro	Método	Unidad
Proteínas	NB 312053	%
Cenizas	Gravimétrico	%
Humedad	Gravimétrico	%
Grasa	Soxhlet	%
Acidez Exp. Ácido láctico B.S.	Covenin 1787-81	%
pH (16,2°C)	Instrumental	--

Formulación de las mezclas para la elaboración de pan de tarwi

La sustitución parcial de harinas tiene la finalidad de mejorar las propiedades nutritivas del producto (Cutipa, 2014). La formulación de las mezclas a diferentes proporciones en combinación parcial con harina de trigo y harina de tarwi planteando 10, 15 y 20% asumiendo según revisiones bibliográficas (Mamani, 2019 Obtención de Harina UMSA Carrera Química Industrial), (Cutipa, 2014 Universidad Nacional del Altiplano, Efecto de la adición de la harina de Tarwi en sustitución parcial de la harina de trigo en la elaboración de pan) se puede sustituir hasta 30% de harina de trigo por harina de tarwi, descrito en la Tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi con y sin cáscara.

Tratamientos	Harina de tarwi con y sin cascara (%)	Harina de trigo (%)
T 1	10	90
T 2	15	85
T 3	20	80

Estandarización del proceso de elaboración de pan integral con harina de tarwi con y sin cáscara

Se procedió a elaborar las muestras de pan para los 3 tratamientos, mediante el siguiente proceso de elaboración:

Formulación: Se realizó de acuerdo a la formulación del tratamiento 1 con y sin cáscara pesando la materia prima y los ingredientes necesarios utilizando una balanza las formulaciones para cada tratamiento varían consecutivamente. Se toma como ejemplo la formulación para el tratamiento 1 con y sin cáscara sería la mostrada en la Tabla 3 respectivamente la formulación cambiará para cada tratamiento:

Tabla 3. Formulación para la elaboración de panes para tratamiento 1 con y sin cáscara.

Ingrediente	Cantidad	Unidad de medida
Harina de tarwi	50	g
Harina de trigo	450	g
Levadura	10	g
Sal	10	g
Azúcar	50	g
Manteca	50	g
Agua	600	ml

- Mezclado: se realiza una premezcla de las harinas, las cuales son mezclados con el agua, levadura y sal, para luego empezar iniciar el amasado.
- Amasado: Se realiza en una amasadora en un tiempo de 5 a 10 minutos con la finalidad para desarrollar la acción del gluten.
- Fermentación: la fermentación se realizó por 30 minutos a una temperatura de 30°C por 30 minutos.
- Boledo: para el boleado se utilizó una máquina divisora para dar uniformidad en la división de la masa con un peso igual a 90 g.
- Laminado y pesado: Esta operación se efectiviza en una maquina laminadora de rodillos con la finalidad de uniformizar el espesor del pan, en esta operación se controla el peso de cada unidad.
- Reposo y fermentación: Una vez moldeado el pan se coloca en bandejas y posteriormente a las carretas de porta bandejas y se coloca a la cámara de fermentación por un periodo de una hora.
- Horneado: Este proceso se lleva a cabo en un horno marca G Paniz a una temperatura de 180°C por un tiempo de 20 minutos y posteriormente se saca a una mesa de oreo y posterior enfriado.
- Enfriado: El enfriado se realiza a temperatura ambiente en la mesa de trabajo para que el pan sea íntegro.

Análisis sensorial

Se capacitó de forma específica a 50 evaluadores dándoles una inducción de la evaluación sensorial a realizar, respecto a como registrar la información. Se recomendó proveer al catador de agua para que después de hacer su degustación pueda diferenciar el sabor entre una muestra y otra. El análisis sensorial del producto final se determinó con un grupo conformado por 50 personas jóvenes y mayores de edad entre 17 - 30 años de edad proceden a degustar cada una de las muestras de panes elaboradas con diferentes porcentajes de harina de tarwi combinadas con harina de trigo.

Método de escala hedónica (Espinoza, 2003).

- Objetivo: Localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se evalúo en una escala no estructurada (también llamada escala hedónica); sin descripciones, la cual puntuiza las características de agrado. Esta escala cuenta con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de indiferencia de la muestra.

- Muestras: Se presentan una o más muestras, para que cada una se ubique por separado en la escala hedónica. Es recomendable que las muestras se presenten de una manera natural tal como se consume habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentra en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis.

- Evaluadores: La población elegida para la evaluación corresponde a los consumidores habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio, solamente entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. Se recomienda un número de 20 – 30 evaluadores (Espinoza, 2003).

Se procedió hacer las encuestas en Google forms y para ello se hace primero la encuesta para el pan con harina de tarwi con cascara seguidamente del pan con harina de tarwi sin cáscara. Para esta evaluación se usó una escala hedónica donde las categorías fueron definidas por números según lo recomendado por:

- Me disgusta mucho (1)
- Me disgusta (2)
- Ni me disgusta ni me gusta (3)
- Me gusta (4)
- Me gusta mucho (5)

Los encuestados determinaron los atributos de sabor, olor, color y textura del pan con harina de tarwi.

Sabor: Las papilas gustativas determinan los cuatro sabores básicos dulce, ácido, salado, amargo en zonas preferenciales de la lengua (Mujica, 1992).

Color: La única propiedad sensorial que puede ser medida de manera más efectiva en forma visual (Hernández, 2015).

Olor: Percepción por medio de la nariz no ha sido posible establecer clasificaciones ni taxonomías completamente adecuadas para los olores (Anzaldúa, 1994).

Textura: Atributos apreciados por los sentidos de la vista el tacto el oído y que hacen referencia a la impresión percibida por su peculiaridad física en cuanto resultado de una deformación sufrida por los alimentos (Bello, 2000).

Caracterización físicoquímica del pan con harina de tarwi con y sin cáscara

Se analizó seis variables de decisión como: % humedad, % grasa, % proteína, % acidez, % ceniza y % fibra para panes con 10% de harina de tarwi en la mezcla con cáscara y sin cáscara.

- Proteína: El contenido de proteínas se midió con el método micro Kjeldahl de la norma boliviana NB 312053 (IBNORCA 2014).
- Humedad: Según reporte de laboratorio se midió bajo el método gravimétrico (AOAC 1990).
- Grasa: Según el reporte de laboratorio se utilizó el equipo extractor de grasa marca FOSS tipo SOXHLET, usando hexano como solvente (AOAC 2005).
- Ceniza: Se realizó el método gravimétrico descripto por Kolar por la incineración de la materia orgánica en una mufla (IBNORCA 2014).
- Acidez: Se utilizó el método de ensayo para determinar la acidez titulable de pastas alimenticias o fideos, bizcochos, galletas y panes NB 39006 (IBNORCA, 2014).
- Fibra: Se utilizó el método de contenido de fibra cruda en harinas NB 35004 (IBNORCA, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la granulometría de la harina de tarwi para la aplicación en panificación

La Figura 1 muestra el proceso de desamargado desde el peso inicial del tarwi de 11 kg la cantidad de agua que requiere antes de la cocción el tiempo y temperatura de cocción también las veces que requiere el cambio de agua y peso final que se obtuvo del tarwi.

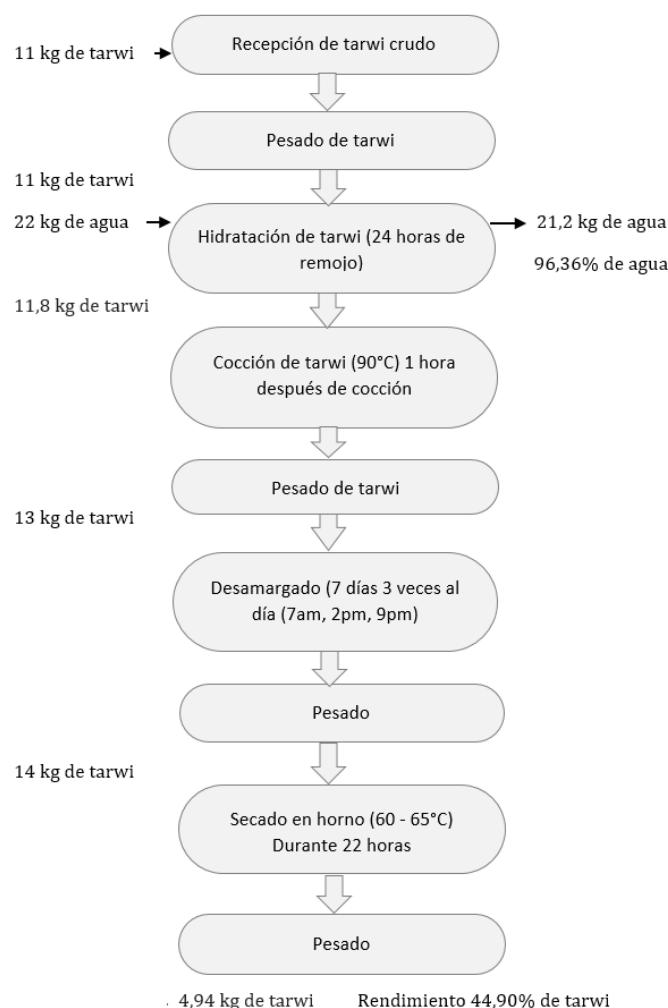


Figura 1. Flujograma de desamargado.

Curva de secado de tarwi con y sin cáscara

Se observa en la Figura 2 que de los 11 kg de tarwi en el proceso de secado va disminuyendo y se llega a obtener 4,94 kg de tarwi seco en un tiempo de 22 horas seguidas comparando con el trabajo de Mamani (2009) Obtención de harina de Tarwi el procedimiento de secado de tarwi que realizó lo hizo en estufa y el proceso fue mucho más rápido posiblemente esto se debe a que el horno retiene humedad y por eso el proceso de secado tarda mucho más.

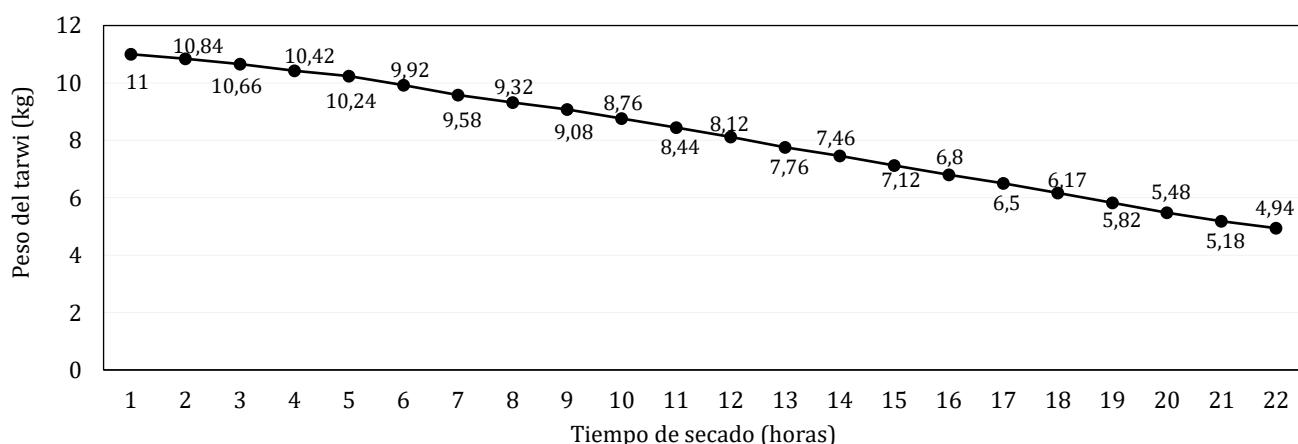


Figura 2. Curva de secado de Tarwi.

Procedimiento para la obtención de la harina de tarwi (granulometría) con y sin cáscara

En la Figura 3 el flujograma muestra el procedimiento que se aplicó para la molienda del tarwi el proceso paso a paso que se siguió y el rendimiento obtenido.

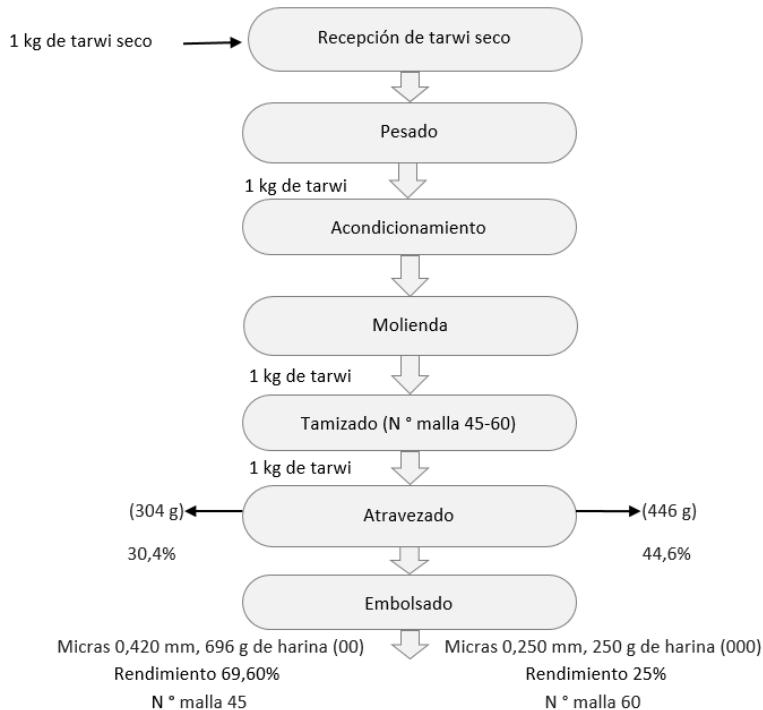


Figura 3. Flujograma molienda de tarwi con cáscara.

De igual manera en la Figura 4 se observa el procedimiento que se siguió para la molienda del tarwi sin cáscara.

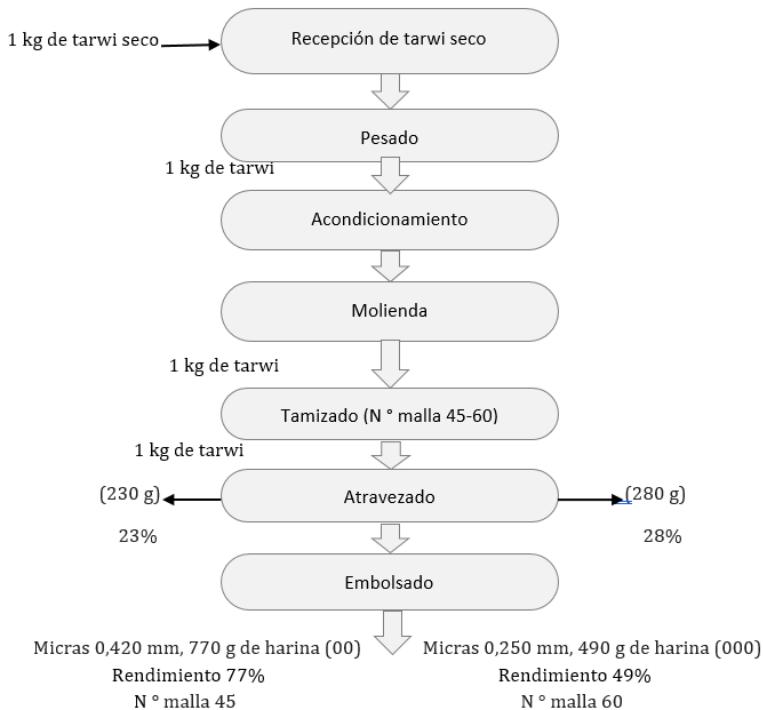


Figura 4. Flujograma molienda del tarwi sin cáscara.

Caracterización fisicoquímica de la harina de tarwi con y sin cáscara

El análisis fisicoquímico de la harina de tarwi con cáscara según certificado de laboratorio dió los siguientes resultados.

Tabla 4. Características fisicoquímicas de la harina de tarwi con cáscara.

Parámetro	Con cáscara	Sin cáscara
Proteínas	38,87	33,22
Cenizas	1,75	1,74
Humedad	5,93	8,59
Grasa	21,14	17,95
Acidez Exp. Ácido Láctico B.S.	0,19	0,15
pH (16,4°C)	5,85	5,82

Haciendo la comparación con el trabajo de Cutipa (2014) obtiene un parámetro de proteínas de harina de tarwi con cáscara de 53,13% esto se debe posiblemente a la forma de desamargado donde existe mayor posibilidad en perder estos nutrientes en el contenido de cenizas también se registra con mayor valor de 4,82% en cuanto a los demás parámetros se mantiene casi constantes.

Formulación óptima para la elaboración de panes con harina de tarwi

La Figura 5 muestra el proceso de formulación para la elaboración de pan de tarwi con y sin cáscara probando varias formulaciones es la que mejor se adaptó en la calidad de los panes.

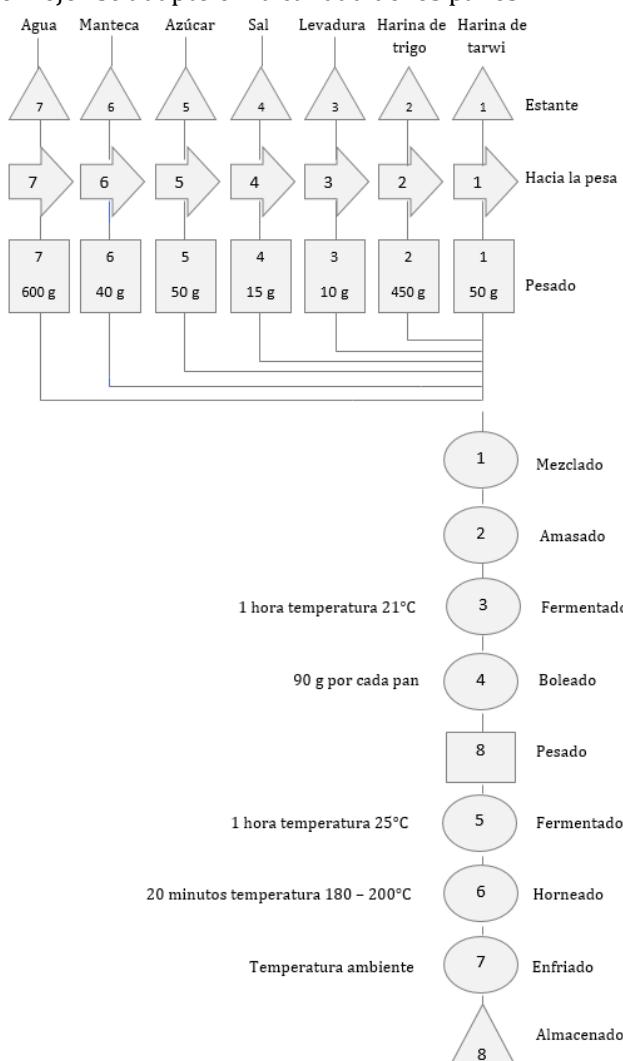


Figura 5. Flujograma elaboración de panes.

Proceso de elaboración de pan integral con harina de tarwi, con y sin cáscara

El flujograma muestra el proceso de elaboración y la cantidad de insumos que contiene el pan de tarwi con y sin cáscara del tratamiento 1 y así respectivamente cambiar la cantidad para cada tratamiento.

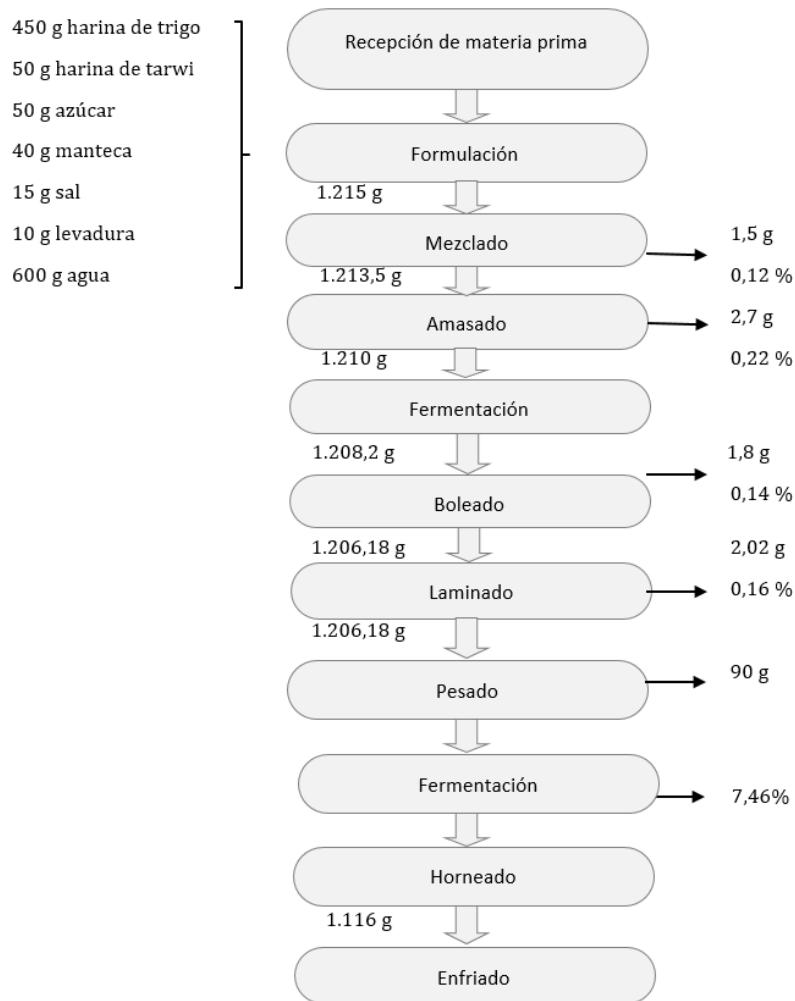


Figura 6. Flujo grama proceso de elaboración del pan.

Haciendo varias pruebas en el proceso de elaboración del pan se obtuvo el rendimiento de la cantidad de merma que se pierde en el proceso en cada paso de este método.

Resultados del análisis sensorial

Pan de tarwi harina con cáscara

Se obtuvieron los siguientes resultados como se muestran en la Tabla 5. Analizando los resultados del tratamiento 1, se puede deducir que un 20% de las marcas se encuentran en "me gusta mucho", además de que un 36% está ubicado en "me gusta", y 10 % marcas en "me disgusta", datos alentadores que permiten definir un interés en el pan con harina de tarwi al 10%.

En el tratamiento 2 se nota una disminución de "me gusta mucho" a un 14%, y un aumento al 2% de "me disgusta mucho", y la relación de las 2 mejores respuestas se mantiene constante a pesar de estos indicadores. El tratamiento 3 se observa un 18% en "me gusta mucho" y un valor de 42% en "me gusta", siendo el valor sumado de los 2 mejores de un 60%, por lo que se puede concluir que el tratamiento 3 posee una alta satisfacción en los evaluadores.

Tabla 5. Análisis sensorial de sabor, color, olor y textura con cáscara.

Tratamiento 1	Sabor	Olor	Color	Textura	Escala hedónica	Porcentaje
Me gusta mucho	10	8	15	21	5	20
Me gusta	18	23	27	17	4	36
Ni me gusta ni me disgusta	17	19	8	11	3	34
Me disgusta	5	0	0	1	2	10
Me disgusta mucho	0	0	0	0	1	0
Total	50	50	50	50		
	183	189	207	208		
Tratamiento 2						
Me gusta mucho	7	13	16	10	5	14
Me gusta	21	16	20	23	4	42
Ni me gusta ni me disgusta	16	16	14	16	3	32
Me disgusta	5	5	0	1	2	10
Me disgusta mucho	1	0	0	0	1	2
Total	50	50	50	50		0
	178	187	202	192		
Tratamiento 3						
Me gusta mucho	9	8	10	14	5	18
Me gusta	21	21	23	20	4	42
Ni me gusta ni me disgusta	13	18	15	16	3	26
Me disgusta	7	3	2	0	2	14
Me disgusta mucho	0	0	0	0	1	0
Total	50	50	50	50		
	182	184	191	198		

Se realiza el método ponderado con los cuatro atributos para conocer a fondo el criterio de los encuestados (Figura 7):

- En el sabor se observa que el Tratamiento 1 obtiene mejores resultados en los encuestados, obteniendo 183 puntos, por 182 del tratamiento 3 y 178 del tratamiento 2.
- En el caso del olor se observa que el tratamiento 1 es el más aceptado como 189 puntos seguidos del tratamiento 2 y 3 con 187 y 184 puntos respectivamente.
- Algo similar ocurre con el color, donde los resultados son de 207, 202 y 191 respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3.
- La textura mantiene la tendencia de que el tratamiento 1 sea el más aceptado, con 208 puntos, el tratamiento 3 tiene 198 puntos por 192 del tratamiento 2.

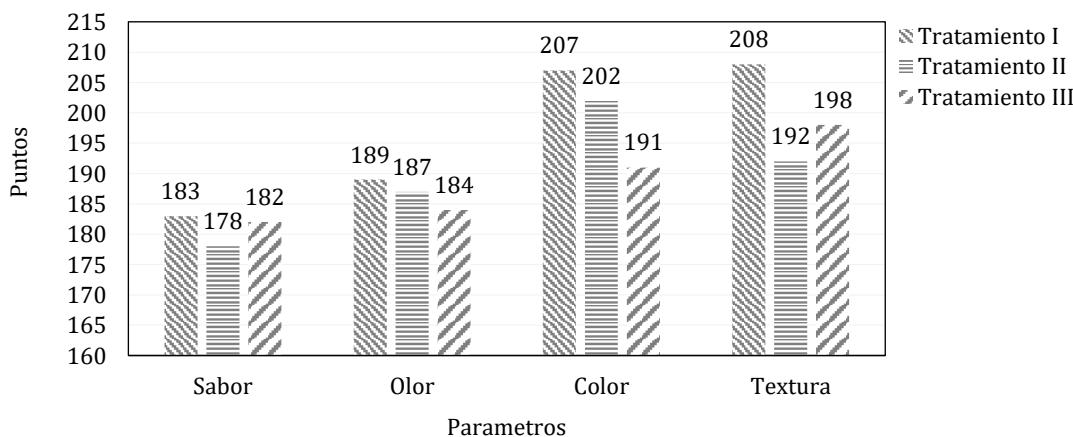


Figura 7. Análisis sensorial de sabor, olor, color y textura con cáscara.

Por lo que se puede concluir que para los encuestados el tratamiento 1 es el que les brinda mejores sensaciones respecto a las cuatro variables analizadas para un pan de harina de tarwi con cáscara.

Análisis de varianza pan de tarwi con cáscara

Para evaluar las diferencias de sabor, olor, color y textura por la suplementación con harina de tarwi en los tratamientos desarrollados del análisis sensorial se realiza un análisis de varianza tabla 9 para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a los tratamientos. El software que se utilizó es el Infostat el cálculo de valor de F el cual se comparó con valor de tablas $F_{(2,42)} = 3.22$, a un nivel de significancia de 0,05.

Tabla 6. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de sabor.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,28	2	0,14	0,16	0,8506
Tratamientos	0,28	2	0,14	0,16	0,8506
Error	127,06	147	0,86		
Total	127,34	149			

La prueba hedónica de sabor el F calculado es menor que el F de tablas por tanto no existe una diferencia significativa entre los puntajes hedónicos promedio lo que indica que el porcentaje de harina de tarwi utilizado no influyó en el sabor del pan.

Tabla 7. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de olor.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,36	2	0,18	0,25	0,7799
Tratamientos	0,36	2	0,18	0,25	0,7799
Error	106,28	147	0,72		
Total	106,64	149			

El análisis de varianza de la Tabla 8 muestra que no existen diferencias ya que el F calculado es menor que el F de tablas por tanto no existe diferencia significativa entre los puntajes hedónicos, por lo que se puede deducir que la harina de tarwi no influyó en el olor del pan.

Tabla 8. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de color.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,68	2	1,34	2,36	0,0976
Tratamientos	2,68	2	1,34	2,36	0,0976
Error	83,32	147	0,57		
Total	86,00	149			

La Tabla 9 muestra el análisis de varianza donde se obtiene que no existen diferencias entre los tratamientos ya que el F calculado es menor que el F de tablas por lo que no existe diferencia significativa entre los puntajes hedónicos por lo que se deduce que la harina de tarwi no influyó en el color del pan.

Tabla 9. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de textura

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,61	2	1,31	2,06	0,1314
Tratamientos	2,61	2	1,31	2,06	0,1314
Error	93,36	147	0,64		
Total	95,97	149			

La Tabla 9 del análisis de varianza da como resultado que no existen diferencias significativas ya que el F calculado es menor que el F de tablas por lo que no existe diferencia significativa entre los puntajes hedónicos por tanto la harina de tarwi no influyó en la textura del pan.

Evaluación de pan con harina con cáscara

La Tabla 10 evalúa a los encuestados las características de cada tratamiento de pan sabor, olor, color y textura teniendo la finalidad de evaluar como percibieron el pan de cada tratamiento así mismo esta tabla es complementaria a la tabla de escala hedónica.

Tabla 10. Ficha de análisis sensorial con cáscara.

Sabor	T1	T2	T3
Característico algo dulce	16	16	18
Ligeramente salado	26	23	15
Un poco ácido	6	7	9
Alterado amargo	2	4	8
Total	50	50	50
Olor			
Muy característico natural	12	18	18
Característico típico natural	26	25	22
Alterado algo intenso a levadura	11	6	6
Alterado rancio	1	1	4
Total	50	50	50
Color			
Dorado natural homogéneo	22	15	24
Natural algo pálido	24	30	15
Desuniforme no homogéneo	4	4	10
Demasiado quemado	0	1	1
Total	50	50	50
Textura			
Característica blanda crocante migra suave	10	15	12
Normal típica corteza levemente blanda ni dura	31	24	29
Corteza dura con algo de sequedad	9	11	8
Alterada y dura migra excesiva	0	0	1
Total	50	50	50

Pan con harina de tarwi sin cáscara

En el caso del análisis sensorial sin cáscara para el tratamiento 1, podemos observar que el 50% de las marcas se encuentran en "me gusta" y 22% en "me gusta mucho", por lo que se obtienen resultados satisfactorios. El tratamiento 2 igualmente posee un 50% de las marcas en "me gusta" y un 14% en "me gusta mucho" por lo que la sensación de los encuestados es agradable hacia el tratamiento 2 sin cáscara.

Para el tratamiento 3 se observa un aumento considerable en las marcas de "me gusta mucho" aunque una disminución importante en las marcas de "me gusta", que provoca una disminución de la suma de los dos mejores indicadores de 72% para el tratamiento 1 a 64% para el tratamiento 2 y a 58% para el tratamiento 3, por lo que los encuestados prefieren el tratamiento 1.

Tabla 11. Análisis sensorial de sabor, olor, color y textura sin cáscara.

Tratamiento 1	Sabor	Olor	Color	Textura	Escala hedónica	Porcentaje
Me gusta mucho	11	11	9	13	5	22
Me gusta	25	20	28	24	4	50
Ni me gusta ni me disgusta	12	17	13	13	3	24
Me disgusta	2	2	0	0	2	4
Me disgusta mucho	0	0	0	0	1	0
Total	50	50	50	50		
	195	190	196	200		
Tratamiento 2						
Me gusta mucho	7	8	7	11	5	14
Me gusta	25	29	24	21	4	50
Ni me gusta ni me disgusta	16	9	19	18	3	32
Me disgusta	2	4	0	0	2	4
Me disgusta mucho	0	0	0	0	1	0
Total	50	50	50	50		
	187	191	188	193		
Tratamiento 3						
Me gusta mucho	12	10	12	13	5	24
Me gusta	17	23	22	24	4	34
Ni me gusta ni me disgusta	19	12	14	12	3	38
Me disgusta	2	5	2	1	2	4
Me disgusta mucho	0	0	0	0	1	0
Total	50	50	50	50		
	189	188	194	199		

Se realiza el método ponderado en donde se puede destacar los siguientes aspectos:

- Para el sabor se observa que el Tratamiento 1 es el que obtiene mejores resultados en los encuestados, obteniendo 195 puntos, por 189 del tratamiento 3 y 187 del tratamiento 2.
- El caso del olor se observa que el tratamiento 2 es el más aceptado como 191 puntos seguidos del tratamiento 1 y 3 con 190 y 188 puntos respectivamente.
- Referido al color, los resultados obtenidos son de 196, 188 y 194 respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3.
- La textura mantiene la tendencia de que el tratamiento 1 sea el más aceptado, con 200 puntos, los tratamientos 2 y 3 tienen 193 y 199 puntos respectivamente.

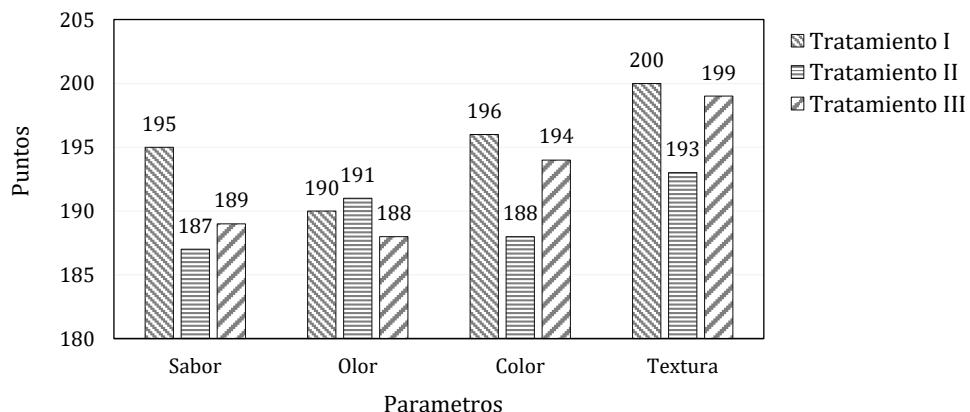


Figura 8. Análisis sensorial de sabor, olor, color y textura sin cáscara.

Se concluye que para los encuestados el tratamiento 1 es el que les brinda mejores sensaciones respecto a tres de las variables analizadas y en el caso del olor los resultados son parejos, por lo que se puede definir que el tratamiento 1 sin cáscara es el que ofrece mejores sensaciones.

Análisis de varianza pan de tarwi sin cáscara

Para evaluar las diferencias de sabor, olor, color y textura por la suplementación sin harina de tarwi en los tratamientos desarrollados del análisis sensorial se realiza un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a los tratamientos. El software que se utilizó es el Infostat el cálculo de valor de F el cual se comparó con valor de tablas $F_{(2,42)} = 3,22$, a un nivel de significancia de 0,05.

Tabla 12. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de sabor.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,69	2	0,35	0,54	0,5850
Tratamientos	0,69	2	0,35	0,54	0,5850
Error	94,70	147	0,64		
Total	95,39	149			

Los resultados de Tabla 12 de la prueba hedónica de sabor el F calculado es menor que el F de tablas por lo que no existe una diferencia significativa entre los puntajes hedónicos promedio lo que indica que el porcentaje de harina de tarwi sin cáscara utilizado no influyó en el sabor del pan.

Tabla 13. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de olor.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	2	0,05	0,07	0,9365
Tratamientos	0,09	2	0,05	0,07	0,9365
Error	104,50	147	0,71		
Total	104,59	149			

El análisis de varianza realizado Tabla 13 muestra que no existen diferencia significativa ya que el F calculado es menor que el F de tablas entre los puntajes hedónicos, por lo que se puede deducir que la harina de tarwi sin cáscara no influyó en el olor del pan.

Tabla 14. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de color.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,69	2	0,35	0,65	0,5222
Tratamientos	0,69	2	0,35	0,65	0,5222
Error	78,08	147	0,53		
Total	78,77	149			

La Tabla 14 muestra el análisis de varianza donde se obtiene que no existen diferencias entre los puntajes hedónicos ya que el F calculado es menor que el F de tablas por lo que se deduce que la harina de tarwi sin cáscara no influyó en el color del pan.

Tabla 15. Análisis de varianza para la prueba de escala hedónica de textura.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,57	2	0,29	0,51	0,6029
Tratamientos	0,57	2	0,29	0,51	0,6029
Error	83,00	147	0,56		
Total	83,57	149			

El análisis de varianza Tabla 15 da como resultado que no existen diferencias significativas ya que el F calculado es menor que el F de tablas entre los puntajes hedónicos por tanto la harina de tarwi sin cáscara no influye en la textura del pan.

Evaluación de pan con harina con cáscara

la Tabla 16 evalúa las características de cada tratamiento de pan sabor, olor, color y textura teniendo la finalidad de evaluar como percibieron el pan de cada tratamiento esta tabla es complementaria a la tabla de escala hedónica.

Tabla 16. Ficha de análisis sensorial sin cáscara.

Sabor	T1	T2	T3
Característico algo dulce	31	19	28
Ligeramente salado	17	22	15
Un poco ácido	0	7	5
Alterado amargo	2	2	2
Total	50	50	50
Olor			
Muy característico natural	22	23	19
Característico típico natural	25	20	27
Alterado algo intenso a levadura	2	7	3
Alterado rancio	1	0	1
Total	50	50	50
Color			
Dorado natural homogéneo	27	19	25
Natural algo pálido	19	26	16
Desuniforme no homogéneo	4	5	7
Demasiado quemado	0	0	2
Total	50	50	50
Textura			
Característica blanda crocante migas suave	10	13	16
Normal típica corteza levemente blanda ni dura	33	25	25
Corteza dura con algo de sequedad	7	10	8
Alterada y dura migas excesiva	0	2	1
Total	50	50	50

CONCLUSIONES

Se estandarizó el proceso de elaboración de pan integral con harina de tarwi, con y sin cáscara, a partir de la elaboración del proceso de desamargado de tarwi, y el proceso de obtención de la harina. Se define la formulación óptima a partir del análisis de las variables de decisión, utilizando el análisis de varianza, además del análisis sensorial a partir de 50 encuestados que evaluaron color, sabor, olor y textura; donde se obtiene que el tratamiento 1 con un 10% de harina de tarwi con y sin cáscara en la masa es la formulación adecuada.

Se realizó la caracterización fisicoquímica de la harina de tarwi con y sin cáscara del tratamiento 1 comparando con otras fuentes bibliográficas dando como resultado que el tratamiento 3 sin cáscara es superior en las seis variables, al ser más alto en indicadores como porcentaje de proteínas, porcentaje de cenizas humedad grasa acidez y fibra.

Se verificó que existe un mayor contenido de proteínas fibra y grasa en la harina con cáscara tanto como en el pan con harina con cáscara por lo que se concluye que se debe consumir pan con harina de tarwi con cáscara.

En el proceso de tamizado se puede evidenciar que la granulometría no llega a ser muy fina en la molienda dependiendo del tipo de molino y la cantidad de harina que se va a moler ya que la máquina de molienda llega a saturarse por el alto contenido de harina a moler.

Se necesita harina de tarwi de tres ceros para la elaboración de pan ya que por el contrario en el proceso no llega a obtenerse panes de buenas condiciones llegan a ser defectuosos en el proceso de fermentación o quebrase fácilmente en el proceso de cocción.

BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa, M.P. (1994). Empleo de tres métodos de desamargado atreves de evaluación sensorial de harina y pan de tarwi (*Lupinus mutabilis*).
- AOAC. (2005). Análisis de ácidos grasos en alimentos de panadería.
- Avalos Moreno. A. (2019) Universidad Nacional del Callao Elaboración del pan con sustitución parcial de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y fortificado con hierro heminico.
- Bello, R. (2000). Cambios en propiedades fisicoquímicas del tarwi (*Lupinus mutabilis*).
- Cutipa, W. (2014). Efecto de la adición de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración de pan. Universidad Nacional del Altiplano.
- Espinoza, W. (2003). Análisis sensorial fisicoquímico de características organolépticas del tarwi (*Lupinus mutabilis*).
- Hernández Dilmer, D. (2015). Optimización del proceso de elaboración de queque utilizando harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*). Universidad nacional del Trujillo.
- Ibáñez Rodríguez, Mario. (2019). Encuentro nacional del tarwi valores proteicos (*Lupinus mutabilis*).
- IBNORCA. (2014). Determinación de proteínas totales con el método Kjeldahl en harinas granos y derivados.
- Mamani Choque, C. (2009). Obtención de harina de tarwi. La Paz. Universidad Mayor De San Andrés. Facultad Técnica.
- Matos Chamorro, R. A., Muñoz Alegre, K.I. (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.
- Mujica, A. (1992). Granos y leguminosas andinas. pp. 129-146 En: Hernández Bermejo, J.E. & J.E. León (eds.) Cultivos Marginados Otra Perspectiva de 1542. Colección FAO, Producción y Protección Vegetal 26, Córdoba.