Utilización de harina de Ullucus tuberosus en la elaboración de pan

Autores: Hugo Josué Borja Mancheno & Denis Gabriela Quintana Peralta & Coautor: Ing. Grace Vásquez
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
hujoborj@espol.edu.ec & degaquin@espol.edu.ec & grakavas@espol.edu.ec

Resumen

El melloco (Ullucus tuberosus), es un tubérculo rico en carbohidratos que se encuentra disponible en todas las épocas del año. El presente proyecto tiene por objeto elaborar un pan a base de harina de melloco con el fin de desplegar nuevas alternativas de productos terminados con insumos tradicionales.

En el desarrollo se especifican características física, química e isoterma de sorción de la materia prima que permitieron establecer las condiciones idóneas del proceso de secado. Se estableció las curvas de velocidad de secado y tiempos de proceso para luego determinar las características físico-químicas de la harina obtenida.

La formulación del pan se basó en la sustitución de la harina de trigo por la desarrollada y se definió su aceptabilidad por pruebas sensoriales. Finalmente, se evaluó la estabilidad del pan elaborado a través de la textura.

Palabras Claves: *Melloco, Isoterma de sorción, gluten, mejorador, retrogradación.*

Abstract

The melloco (Ullucus tuberosus), is a tuber rich in carbohydrates is available at all times of the year. This project aims to develop a bread flour melloco to deploy new products finished with traditional input alternatives.

Development specifies physical, chemical and isotherm raw sorption characteristics allowing establishing the conditions of the drying process. Settled the curves of drying speed and process times to then determine the physicochemical characteristics of obtained flour.

Formulation of bread relied instead of wheat flour by the developed and defined their acceptability by sensory tests. Finally, evaluated the stability of the bread made of the texture.

Keywords*: Melloco, Isotherm sorption, gluten, retrogradation.*

1. Introducción

Dada la constante escasez y poca utilización de alimentos ecuatorianos en el desarrollo de nuevos productos, el sector alimentario-industrial busca alternativas que permitan generar y mejorar la oferta de alimentos. El presente estudio tuvo como finalidad obtener una harina de un alimento no tradicional (melloco) para la elaboración de pan y de esta manera analizar parámetros de proceso de secado y de elaboración de pan. Se aplicó una evaluación sensorial en panelistas no entrenados determinando la aceptación del producto según características sensoriales y organolépticas, además se realizó un seguimiento para comparar la textura que está intrínsecamente relacionada con el envejecimiento del pan frente a un pan tradicional. Al examinar los resultados se concluyó, que el pan es muy aceptado y que frente a las distintas variables de análisis, se puede prescindir del uso de mejorador más no de gluten. Los resultados se analizaron a través de un programa estadístico muy confiable.

Finalmente, se discuten las texturas de los panes con respecto al tiempo permitiendo concluir sobre el envejecimiento del pan.

2. Generalidades

2.1 Materia Prima

El melloco es un tubérculo que pertenece a la familia Basellaceae y consta de 4 géneros diferenciados morfológicamente. Dentro del género Ullucus existen dos subespecies entre ellas la tuberosus la cual se escogió para la investigación.

En el Ecuador, el melloco (Ullucus tuberosus) es el segundo tubérculo en importancia después de la papa y constituye un componente de sistemas agrícolas de zonas andinas.

2.1.1 Cultivos y Disponibilidad

Su cultivo se da en condiciones de altura, concretamente entre los 2.600 y 3.800 msnm, con temperaturas entre los 8 y 14°C, precipitación anual de 600 a 1.000 mm y requerimientos de agua entre los 800 y 1.400 mm

El período de crecimiento de la siembra hasta la cosecha fluctúa entre 160 y 260 días con rendimiento promedio de 25.000 Kg/ha aunque en sembríos de pequeños agricultores pueden variar entre 10.000 a 45.000 Kg/ha (1).

2.1.2 Composición química y Valor nutricional

Tiene gran cantidad de humedad específicamente entre el 80 y 86% lo cual corresponde en materia seca el 14 y 20%, además en su composición química tiene como mayor componente a los carbohidratos.

Tabla 1. Composición Química del Ullucus Tuberosus

Componente	%
Proteína	4.4 – 15.7
Carbohidratos	73.5 – 81.1
Grasa	0.1 – 1.4
Ceniza	2.8 – 4.0
Fibra Cruda	3.6 – 5.0
Energía (Kcal/100g)	377 - 381

Fuente: INIAP (2) **Elaborado por:** Hugo Borja, Gabriela Quintana (2011)

2.2 Proceso de Panificación

2.2.1 Tipos y Especificaciones

Los tipos de panes diferenciados son: pan común y pan especial. En el segundo se encuentra el pan desarrollado ya que en su composición se incluye otra harina y aditivos.

2.2.2 Proceso de Elaboración

Comprende etapas básicas entre estas: amasado, división y pesado, boleado, reposo, laminado, formado, fermentación, corte, horneo, enfriamiento y finalmente el empaquetado.

2.2.3 Principales alteraciones

Las temperaturas alcanzadas en la cocción del pan son bastantes altas, sin embargo, en el interior no se llegan a éstas provocando que solo desaparezcan formas vegetativas y que a temperaturas ambiente se desarrollen organismos fúngicos.

3. Proceso de Obtención de harina

3.1 Características de Materia Prima

Las características físicas de la materia prima determinadas: color donde se usó una cartilla PANTHONE obteniéndose 207, se determinó el peso promedio igual a 7,93 ± 0.52 g y se valoró la dureza del mismo a través del tiempo y también se evaluaron las características químicas:

Figura 1. Dureza vs Tiempo

Tabla 2. Características Químicas

Características	Valor	Método
Humedad	88.9 ± 0.4%	AOAC 967.19
Actividad de Agua	1.000 ± 0.002	AOAC 978.18
pH	5.695 ± 0.005	AOAC 981.12
Acidez	0.3908± 0.0001%	AOAC 942.15

Elaborado por: Hugo Borja, Gabriela Quintana (2011)

3.2 Isoterma de Sorción

Para la determinación de la isoterma de sorción se utilizó el método isopiéstico que se basa en la determinación de humedad hasta alcanzar el equilibrio.

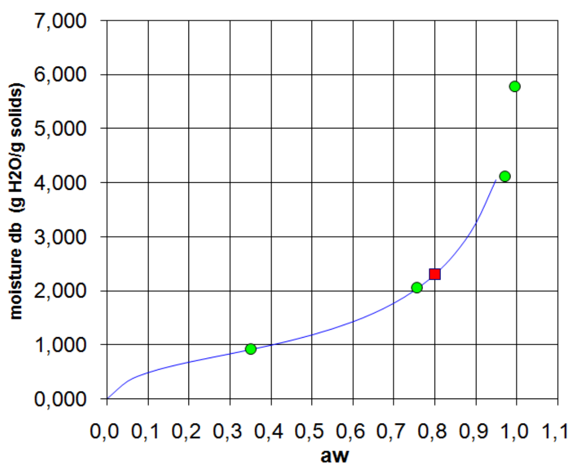

Figura 2. Isoterma de Sorción

3.3 Proceso de Secado

El secado es un proceso que involucra transferencia de masa y energía ya que consiste en extraer agua evaporándola por adición de su calor latente donde la velocidad de secado depende de condiciones externas como temperatura, humedad y flujo de aire, presión, área de exposición y tipo de secador.

En la investigación la materia prima fue previamente procesada (rayada) y luego se la colocó en el secador de cuatro bandejas por 8 horas. El área de secado fue 4 126,8 cm^2. Las condiciones de secado se detallan:

Tabla 3. Proceso de Secado

Peso de Sólidos Secos (g)	1.577,5
Velocidad de Aire de Secado (m/s)	0,50
Temperatura Ambiente (°C)	29
Humedad Relativa Ambiente (%)	63
Humedad Relativa Equilibrio (%)	15
Humedad de equilibrio (g de agua/ g s.s.)	0,250

Elaborado por: Hugo Borja, Gabriela Quintana (2010)

3.3.1 Curvas de Secado

Finalmente los datos obtenidos del secado se resumen:

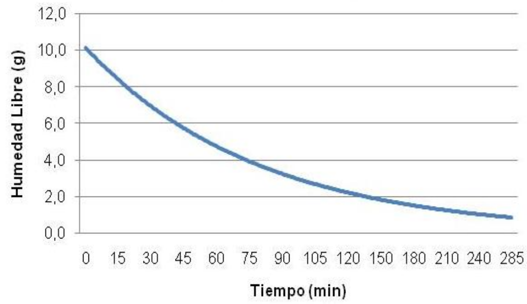

Figura 3. Humedad Libre vs Tiempo

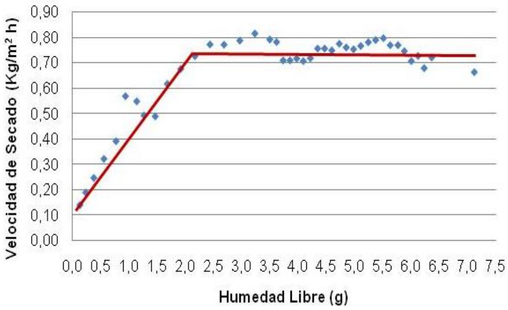

Figura 4. Velocidad de Secado vs Humedad Libre

3.4 Caracterización de la Harina

A la harina se le determinó parámetros físico-químicos:

Tabla 4. Caracterización de la Harina

Características	%	Resultado	Método
Carbohidratos	%	80.4 ± 0.20	AOAC 939.03
Proteínas	%	8.43 ± 0.05	AOAC 920.87
Grasas	%	1.23 ± 0.05	AOAC 923.05
Humedad	%	5.27 ± 0.03	AOAC 925.09
Cenizas	%	4.67 ± 0.03	AOAC 920.26

A su vez se determinó el diámetro de reboux el cual es igual a 169,02 mm.

4. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de *Ullucus tuberosus*

4.1 Formulaciones

Las formulaciones se desarrollaron mediante ensayos hasta determinar la óptima. Se utilizó como base la fórmula de un pan enrollado (7, 10).

Tabla 5. Fórmula para elaboración de pan enrollado

Ingredientes	% masa total
Harina de Trigo	100 %
Azúcar	8,00%
Sal	2,00%
Levadura	2,00%
Grasa	10,00%
Agua	44,50%
Huevo	5,00%

Elaborado por: Hugo Borja, Gabriela Quintana (2011)

Se utilizó un reemplazo 80-20% ya que obtuvo mejores resultados aunque se requirió del uso de aditivos.

Tabla 6. Fórmula para elaboración de pan de melloco

Ingredientes	% masa total
Harina Trigo	80,00
Harina Melloco	20,00
Azúcar	8,00
Sal	2,00
Levadura	3,00
Grasa	10,00
Agua	45,00
Huevo	5,00
Mejorador	0,50
Gluten	1,00

Elaborado por: Hugo Borja, Gabriela Quintana (2011)

4.2 Proceso de Elaboración de pan

Diagrama de Flujo

4.3 Características nutricionales

Tabla 7. Características Nutricionales

Característica	Unidad	Pan Tradicional	Pan de Melloco
		100 g	**100 g**
Carbohidratos	g	48	49
Proteínas	g	7	7
Grasas Totales	g	7	7
Agua	g	37	36
Energía	Kcal	250	251

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición [9]. **Elaborado por:** Hugo Borja, Gabriela Quintana (2011).

4.4 Análisis Sensorial

Se realizo una evaluación sensorial de escala hedónica. Se analizaron tres masas: masa tradicional, masa con reemplazo más gluten, masa con reemplazo más gluten y mejorador, las cuales fueron evaluadas por 30 panelistas no entrenados.

ANOVA unidireccional: Calificación vs. Muestras

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Muestras	2	57,622	28,811	38,27	0,000
Error	87	65,500	0,753		
Total	89	123,122			

S = 0,867 R-cuadrado = 46,80%
R-cuadrado(ajustado) = 45,58%

Con un valor p menor a 0.05 (p=0.000), existe evidencia estadística suficiente para rechazar Ho a favor de Ha, es decir que la media de las muestras son diferentes.

Muestra	N	Media	Agrupación
281	30	5.6667	A
496	30	5.1333	A
537	30	3.7667	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Usando la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% se pudo concluir que la muestra diferente es la 537.

ANOVA unidireccional: Calificación vs. JUECES

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Jueces	28	30,29	1,08	0,71	0,838
Error	61	92,83	1,52		
Total	89	123,12			

S = 1,234 R-cuadrado = 24,60%
R-cuadrado(ajustado) = 0,00%

Con un valor p mayor a 0.05 (p=0,838), existe evidencia estadística suficiente para no rechazar Ho a favor de Ha, es decir la calificación de los jueces no difiere entre sí.

4.5 Estabilidad del pan

La estabilidad del pan se analizó a través de la textura y los resultados se muestran en la figura 5.

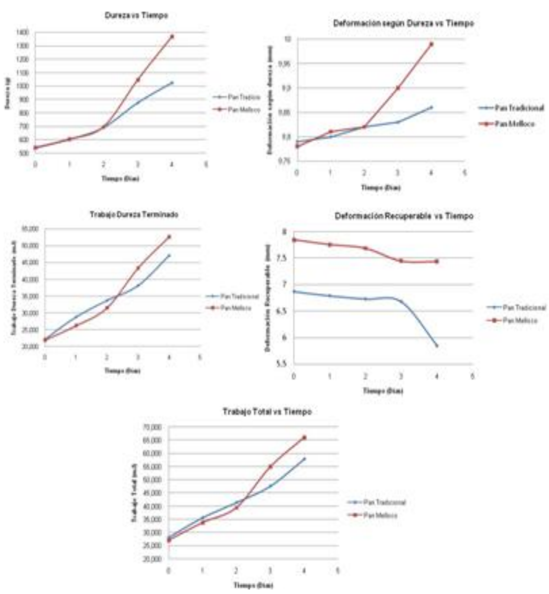

Figura 5. Textura de panes

5. Conclusiones

1. El melloco es un tubérculo con una elevada humedad y alto contenido de carbohidratos, donde se

determinó la humedad en base seca y actividad de agua igual a 8,0090 g H2O/g ss y 0,999 respectivamente, haciendo muy prolongado el proceso de secado (8 horas) lo cual indica un alto consumo energético. La harina obtenida tuvo una humedad en base seca igual a 0,0556 g H2O/g ss y actividad de agua de 0,403 lo que nos indica que el producto obtenido no es muy estable.

2. Para la elaboración de pan de melloco, en la formulación base se sustituyó en un 20% la harina de trigo por harina de melloco. No obstante, hubo la necesidad de aplicar aditivos que mejoren la miga del pan obteniéndose una mayor aceptación ($p < 0,05$) en la formulación que se utilizó mejorador al 0,5% más gluten al 1%.

3. El envejecimiento del pan está directamente relacionado a la retrogradación de los almidones. Sin embargo, se comprobó que la sustitución de harina de trigo por harina de melloco no prolonga la estabilidad del mismo, ya que comparando la textura del pan de melloco con el pan tradicional, el primero sufrió un endurecimiento acelerado al tercer día imposibilitando su consumo. Esto se debe a una aceleración de la retrogradación del almidón proporcionado por la harina de melloco.

4. La elaboración de pan a base de harina de melloco no es un alimento con mucha factibilidad. La obtención de harina de melloco es un proceso prolongado por el elevado contenido de humedad lo cual hace que este proceso requiera un alto costo de producción. La estabilidad del pan desarrollado fue menor a la de un tradicional por su actividad de agua elevada (0,403) ya que al ser mayor esto provoca gran disponibilidad para reaccionar acelerando el endurecimiento del pan.

6. Agradecimientos

A la Ing. Grace Vásquez y MSc. Fabiola Cornejo, catedráticas de la Unidad Académica y a los familiares de los investigadores.

7. Referencias

[1] Vimos, Carlos; Carlos Nieto; Marco Rivera. *El melloco: Características, técnicas de cultivo y potencial en Ecuador*. Archivo Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Publicación Miscelánea N. 60. Estación Experimental "Santa Catalina". Ecuador. 1993. Páginas: 4 – 20.

[2] Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (SICA). *Tubérculos y raíces. Estadísticas Agropecuarias. El melloco.*

[3] Espinosa, Patricio; Rocío Vaca; Jorge Abad; Charles C. Crissman. *Raíces y Tubérculos Andinos. Cultivos Marginados Del Ecuador*. Ediciones ABYA-YALA. Quito – Ecuador. 1996. Páginas: 21 – 28.

[4] Diversidad de Tubérculos Andinos en el Ecuador. *Descripción de especies. Ullucus tuberosus.* Disponible en: http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/10tubers.html

[5] Universidad de Las Américas de Puebla (UDLAP). *El efecto de la temperatura de operación sobre el proceso de secado en un lecho fluidizado a vacío empleando vapor sobrecalentado para diferentes tipos de partículas*. Capítulo 5. Proceso de Secado. Puebla – México, 2004.

[6] Barboza G; Vega H. *Deshidratación de Alimentos.* Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 2000. Páginas: 27- 35, 130 – 135.

[7] Calaveras, Jesús. *Tratado de Panificación y Bollería*. AMV Ediciones. Primera Edición. Madrid – España. 1996. Páginas: 43, 44, 53 – 55, 119, 151, 152, 165, 369, 370.

[8] Association Of Oficial Analytical Chemist (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 18va Edición. 2005. Disponible en: www.eoma.aoac.org/methods/

[9] Instituto Nacional De Nutricion. *Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos*. Quito – Ecuador. Páginas: 5, 19, 21.

[10] Quaglia, Giovanni. *Ciencia y Tecnología de la Panificación.* Editorial Acribia S.A. Segunda Edición. Zaragoza – España. Páginas: 116, 121, 239-251.

[11] Andalzúa – Morales, Antonio. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 1994. Páginas: 70 – 74, 85 – 87, 134, 163 – 167.