

INDICADORES DE CALIDAD, MICROBIOLÓGICOS y FISICOQUÍMICOS EN LA HARINA DE TRIGO DE TRES VARIEDADES COTACACHI, ZHALAO y COJITAMBO EN EL CANTÓN PASTAZA

Artículo Original ■

QUALITY, MICROBIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS IN WHEAT FLOUR OF THREE VARIETIES COTACACHI, ZHALAO AND COJITAMBO IN CANTÓN PASTAZA

Enríquez, Miguel ^{1*}; Villafuerte, Franklin; Ruiz-Mármol, Hernán.

Recibido: 30/11/2020 · Aceptado: 05/04/2021

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad medir los indicadores de calidad de la harina de trigo, analizando las relaciones existentes entre estas de acuerdo a la NTE INEN 616, se utilizaron 3 variedades (Cojitambo, Zhalao y Cotacachi) procedentes de 3 lugares de producción del Ecuador (Chimbo, Alausí e Ibarra) luego de definir un proceso de obtención se procedió hacer el cálculo del porcentaje de impurezas mediante 2 factores las impurezas y la humedad del grano, que para cada tratamiento fue de 2 kg dando un promedio de pérdida del 5,26 %, al generar la harina se realizaron los análisis fisicoquímicos encontrándose que la variedad zhalao, en relación a la proteína, es más elevada que las otras variedades, pero tiene un contenido bajo en grasa en relación a las otras 2 variedades. La variedad cojitambo y cotacachi mantienen una estrecha relación entre proteína, fibra y grasa, tomando en cuenta la región amazónica que es más húmeda no se tuvo ningún cambio y eso lo demuestra las pruebas microbiológicas que están dentro de los parámetros requeridos en la norma.

Palabras clave: Calidad; físico químico; impurezas; variedades

ABSTRACT

The purpose of this research work was to measure the quality indicators of wheat flour, analyzing the relationships between them according to NTE INEN 616, 3 varieties (Cojitambo, Zhalao and Cotacachi) from 3 production sites in Ecuador (Chimbo, Alausí and Ibarra) after defining a process to obtain, the calculation of the % of impurities was made using 2 factors: impurities and grain moisture, which for each treatment was 2 kg giving us a average loss of 5.26%, when generating the flour the physicochemical analyzes were carried out where we found that the Zhalao variety in relation to protein is higher than the other varieties, but has a low fat content in relation to the other 2 varieties. The Cojitambo and Cotacachi varieties maintain a close relationship between protein, fiber and fat, taking into account the Amazon region, which is more humid, we do not have any change and this is demonstrated by the microbiological tests that are within the parameters required in the standard.

Keywords: Quality; chemical physicists; impurities; varieties

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza-Ecuador
* menriquez@uea.edu.ec

1. INTRODUCCIÓN

El trigo es designado al grupo de cereales, que son cultivados de forma silvestres, del género botánico, tribu, *Triticeae*, *Triticum* perteneciente a la subfamilia *Poideae* de la familia de las gramíneas. (FAOSTAT 2013). Lezcano (2010), indicó que el trigo es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas, que genera un conjunto de frutos modificados que se compactan con su sola semilla, en una espiga terminal. Bonjean y Angus (2001) mencionan que se originó en mesopotámica, entre los valles de los ríos Tigris y Éufrates en el Medio Oriente. Moreno *et al.*, (1997) indican que los egipcios, descubrieron el proceso fermentativo del cereal (trigo), y a partir de esto lo utilizaron para elaborar sus alimentos. Por tal motivo, se constituye en el cultivo más antiguo conocido, y cultivado por el hombre en grandes extensiones.

Goesaert *et al.*, (2005), destacó que la harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de pan, siendo sus almidón (70–75 %), agua (14 %) y proteínas (10–12 %), además de polisacáridos no del almidón (2–3%) particularmente arabinosilanos y lípidos (2%), y Quaglia (1991), concluyó que la calidad del trigo y la harina es un factor clave para garantizar la obtención un producto que cumpla los parámetros establecidos.

La variedad (*Triticum aestivum L.*), el maíz, cebada y arroz, son cereales de gran importancia en nuestro país, con un el consumo interno supera el 450 000 Tm/año. Nuestro país importa el 98% de los requerimientos internos de trigo (Banco Central del Ecuador, 2007). Entre julio y agosto las cerca de 1000 hectáreas de trigo que sembraron unas 2000 familias de las 10 parroquias de ese cantón, situado al sur de Chimborazo, están listas para la cosecha. Alausí tiene la mayor cantidad de hectáreas sembradas con ese cereal en la provincia; le siguen Chunchi y Guamote. Chimborazo, a su vez, es la primera productora de trigo a escala nacional. Esa provincia abastece el 0,98% de la demanda nacional de trigo; entre Imbabura, Carchi, Loja y Cañar abastecen el 1,02%. El 98% restante se importa desde Canadá, Chile y Argentina. El INIAP ha generado algunas variedades mejoradas de trigo adaptadas para las condiciones agrícolas de la sierra del Ecuador, estas son las siguientes: INIAP (Cotacachi 98, Zhalao 2003, San Jacinto 2010, Vivar 2010, Chimborazo, Mirador 2010), con resistencia a plagas y enfermedades.

González, *et al.*, (2002), mencionó que la extrusión es el proceso que consiste en dar forma a un producto, forzándole a través de una abertura a reducir su tamaño en partículas, este proceso es utilizado en la transformación de productos. Centrándonos en el proceso de extrusión aplicado al procesamiento de cereales, oleaginosas y piensos, podemos decir que los tamices para la obtención de harina son sometidos a presión. Van den Einde *et al.*, (2005), y a desnaturalización de las proteínas (Guy, 2001), la formación de complejos entre estos constituyentes y otras reacciones. Este proceso se puede efectuar mediante el acondicionamiento de la harina antes del proceso con ayuda de vapor o sin vapor esto nos genera 2 métodos el húmedo y seco. Las características fisicoquímicas del trigo dan un indicio para conocer el comportamiento del producto en los análisis de laboratorio, y determinar su calidad. (Dendy y Dobraszczyk,

2001). Los análisis físicos de los granos de trigo no pueden considerarse como un indicador de calidad de la harina para los procesos industriales a los que se destine, pero según Quinde (1998) concluyó que estos análisis pueden ser usados para determinar el índice del rendimiento de extracción de harina.

La región oriental o amazónica del Ecuador según Arévalo (2009) y el Instituto para el Eco desarrollo Regional Amazónico ECORAE, (2002), detallan que la provincia de Pastaza se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas 1° 10 latitud sur y 78° 10 de longitud oeste; 2° 35 de latitud sur y 76° 40 de longitud oeste.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de la harina de 3 variedades distintas procesadas en la región amazónica, y realizar la comparación con la NTE INEN 616, las variables definidas para este estudio fueron la procedencia del grano y la variedad del grano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en 2 etapas la preparación y generación de harina en la planta de producción de alimentos y los análisis físicos, químicos y microbiológicos en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en el km 2 ½ de la vía Puyo a Tena, paso lateral. Se definieron 2 procesos: extracción y análisis.

2.2 Métodos

Es una investigación tipo aplicada, la cual se fundamenta en la experimentación. Se emplearon métodos cuantitativos que permitieron controlar las variables (variedad y rendimiento de almidón), en la tabla 1 se detalla las variedades, donde se van a realizar 3 ensayos por cada una, cada muestra equivale a un peso de 2000 g y fueron obtenidas de 3 cantones diferentes (Cantón Chimbo, Provincia de Bolívar; Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo y Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura). Cada muestra se la codifica de la siguiente manera (Ver Tabla 1).

En el primer proceso de preparación del cereal y obtención de la harina se determinó el siguiente proceso para la obtención de harinas. Los factores a tomar en cuenta en el primer parámetro son medir los siguientes factores.

Tabla 1. Codificación de las muestras

Variedad	Procedencia	Código
Cojitambo	Chimbo	CO-CHI
	Alausí	CO-ALA
	Ibarra	CO-IBA
Zhalao	Chimbo	ZHA-CHI
	Alausí	ZHA-ALA
	Ibarra	ZHA-IBA
Cotacachi	Chimbo	COT-CHI
	Alausí	COT-ALA
	Ibarra	COT-IBA

Merms por limpieza

$$ML = GL \frac{Ii - If}{100 - If}$$

Donde:

- ML = merma por limpieza
- GL = peso inicial del grano
- Ii = Impurezas iniciales (%)
- If = Impurezas finales (%)

Merms por secado

$$MS = GS \frac{Hi - Hf}{100 - Hf}$$

$$GS = GL - ML$$

Donde:

- MS= Merma por secado
- GS= grano seco
- Hi= Humedad inicial del grano (%)
- Hf= Humedad Final del grano (%)

Para la obtención de la harina se definió el siguiente diagrama de bloques (Ver Figura 1). Para los análisis físicos químicos y microbiológicos del producto se utilizaron los métodos descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. Métodos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Tipo	Análisis	Método
Fisicoquímico	Humedad	AOAC 925.10
Fisicoquímico	Ceniza	AOAC 923.03
Fisicoquímico	Grasa	AOAC 920.39
Fisicoquímico	Proteína	AOAC 920.87
Fisicoquímico	Fibra	AOAC 878.10
Microbiológico	E.coli, levaduras, recuento de mesófilos y coliformes totales	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02* (mohos y levaduras), NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14* (E.coli)

Diseño experimental

Se realizó ANOVA con dos factores en un diseño completamente aleatorizado: factor A (procedencia) y factor B (variedades)

3. RESULTADOS

Una vez cosechado el grano ingreso al proceso se sometió a las operaciones pos cosecha (limpieza y secado) con el objetivo de extraer las materias extrañas adheridas y el exceso de humedad, y los resultados se detallan en la tabla 3.



Figura 1. Diagrama de bloques del proceso

Tabla 3. Resultados porcentaje de merms

Código	%Ii	%If	%Hi	%Hf	ML(gr)	MS(gr)	%Merms
CO-CHI	1,8	0,8	17	13	20,2	91	5,56
CO-ALA	2	1	15	12	20,2	67,5	4,38
CO-IBA	2.1	0,7	18	14	28,2	91,7	6
ZHA-CHI	2,2	1	15	12	24,2	67,4	4,58
ZHA-ALA	1,8	0,5	14	13	26,1	22,7	2,44
ZHA-IBA	2,7	0,9	17	14	36,3	68,5	5,24
COT-CHI	3,1	1	15	13	42,4	45	4,37
COT-ALA	2,6	1	19	14	32,1	114	7,34
COT-IBA	2,8	1	17	12	36,4	112	7,4

Obtenido el resultado de las merms por limpieza y secado de la tabla 3, generamos el proceso de tostado y molienda seca de cada variedad y origen. Según (De Dios, C. A., 2014). Estableciendo una diferencia entre pérdida y merma, la merma es una porción que se consume naturalmente mientras que pérdida es una ocasionada por error, mal uso o por acción delictuosa. En la tabla 3 observamos como actuaron las merms de acuerdo a su variedad y lugar de origen, siendo el Zhalao la variedad que tuvo menor porcentaje de merms.

Tabla 4. Porcentaje del rendimiento del almidón

Variedad	Procedencia	Código	Peso Ingreso	% ra
Cojitambo	Chimbo	CO-CHI	1888,8	1208,8
	Alausí	CO-ALA	1912,4	1223,9
	Ibarra	CO-IBA	1880	1203,2
Zhalao	Chimbo	ZHA-CHI	1908,4	1316,8
	Alausí	ZHA-ALA	1951,2	1346,3
	Ibarra	ZHA-IBA	1895,2	1307,7
Cotacachi	Chimbo	COT-CHI	1912,6	1243,2
	Alausí	COT-ALA	1853,2	1204,6
	Ibarra	COT-IBA	1852	1203,8

Definimos el peso de ingreso del cereal a la molienda y “% ra” para definir al rendimiento almidónero de cada variedad.

Luego de realizar los análisis fisicoquímicos de acuerdo al requerimiento de la NTE-INEN 616 se determinaron los resultados que se muestran en la Tabla 5.

Luego de realizar el análisis de datos entre las variables procedencia y variedades, observamos en la tabla 4 que la procedencia no es significativa, en relación a la variedad que, si es significativa en los parámetros de proteína, grasa y carbohidratos, y estos se encuentran bajo los parámetros de la NTE INEN 616 de harina. Según Singh *et al.* (2003), concluye: que la estructura y la composición química del grano afectan sus propiedades, por ende, los niveles de lípidos presentes en la harina de trigo son bajos, y estos afectan el poder de hinchamiento y la absorción de agua de este almidón. Según la FAO (1995), concluye: que la avena y la harina poseen valores bajos de humedad entre 7 y 12 %, lo que está en conformidad con lo requerido en la normativa para estos alimentos, se no controlamos este parámetro se produce la proliferación de hongos y bacterias, de acuerdo al Codex Alimentarius, que es la guía de calidad para alimentos.

En relación a los análisis microbiológicos tenemos los resultados de acuerdo a las variables definidas que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis microbiológicos

Variables UFC/g	Procedencia			Variedades		
	Chimbo	Alausí	Ibarra	Zhalao	Cojitambo	Cotacachi
Mohos y levaduras	1333	26	350	366	110	33
E. coli	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

De acuerdo a las variables definidas, tanto el contenido de mohos y levaduras como *E. coli* están bajo los parámetros de la NTE INEN 616. Cabe destacar que la actividad acuosa (a_w) y la humedad relativa de la región amazónica pueden haber influido en la concentración de mohos y levaduras.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, las harinas procesadas de 3 variedades con diferente procedencia presentaron diferentes comportamientos en relación a los parámetros de estudio, la variedad zhalao fue la que mejor respondió en el proceso de mermas y pérdidas, y la variedad cojitambo en los parámetros fisicoquímicos.

La variedad cojitambo presento un porcentaje homogéneo en su porcentaje de mermas de limpieza y secado, es decir que el proceso de tostado fue más factible, y la harina obtenida de esta variedad presento diferencias en relación a las 2 variedades procesadas.

En lo concerniente a la parte microbiológica, concluimos que luego de procesar la harina, la variedad cojitambo es la que menos absorbe la humedad del ambiente, en relación a las otras procesadas.

Se recomienda realizar un estudio de estabilidad de la harina, para definir su tiempo de vida y las medidas de conservación para el cantón Pastaza.

Tabla 5. Análisis fisicoquímicos

Variables %	Procedencia			Variedades			P-Value			
	Chimbo	Alausí	Ibarra	Zhalao	Cojitambo	Cotacachi	ESM	Procedencia	Variedad	PxV
Humedad	13,23	12,47	12,13	13,20	13,10	11,53	0,61	0,4929	0,2132	ns
Ceniza	1,40	1,23	1,07	1,40	1,27	1,03	0,14	0,3321	0,2736	ns
Proteína	10,45	9,63	9,60	11,67 ^a	9,57 ^{ab}	8,45 ^b	0,53	0,4983	0,0297	ns
Grasa	3,48	3,20	3,10	3,60 ^a	3,48 ^{ab}	2,70 ^b	0,18	0,3748	0,0427	ns
Fibra	1,97	1,78	1,72	2,10	2,0	1,36	0,35	0,8737	0,3627	ns
Carbohidratos	74,6	73,6	70,85	76,07 ^a	74,31 ^{ab}	68,67 ^b	0,97	0,1110	0,0126	ns

ab Letras distintas en la misma fila difieren significativamente según Tukey ($p < 0.05$)
ESM: error estándar de la media; ns: no significativo; PxV: Procedencia x Variedad

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, V. Chakras. (2015). *Bosques y ríos: El entrenamiento de la biocultura Amazónica*. (Publicación miscelánea No 148). INIAP, AbyaYala, Quito, Ecuador. 2009, 147 p
- Banco Central del Ecuador. (2007). *División de Comercio Exterior*. Quito- Ecuador
- Bonjean, A.P., and W.J. Angus (2001). *The World Wheat Book: a history of wheat breeding*. Lavoisier Publ., Paris. 1131 pp.
- Ruiz Camacho, Rubén (1981). *Cultivo del Trigo y la Cebada*. Temas de Orientación Agropecuaria, Bogotá.
- De Dios, C. A. (2014). FAO. Obtenido de www.fao.org/docrep/x5028s/x5028s00.htm
- Dendy & Dobraszczyk (2001). *Industria de Cereales*. Editorial Acribia. España.
- ECORAE (Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico). 2002. *Zonificación Ecológica – Económica de la Amazonía Ecuatoriana*.
- FAOSTAT. Enero de 2013. Recuperado de: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- FAO, (1995). *Norma del Codex para avena, Codex Estándar 201-1995*. FAO.Roma, Italia.
- FAO (2011). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf>
- Goesaert, H. & Brijs, Kristof & Veraverbeke, W.S. & Courtin, Christophe & Gebruers, Kurt & Delcour, Jan. (2005). *Wheat flour constituents: How they impact bread quality, and how to impact their functionality*. Trends in Food Science & Technology. 16. 12-30. 10.1016/j.tifs.2004.02.011.
- González, R.J.; Robutti, J. L.; Borrás, F.S.; Torres, R.L.; De Greef, D.M. (2004). "Effects of endosperm hardness and extrusion temperature on properties obtained with grits from commercial maize cultivars". Food Science and Technology /LWT. 37: 193-198.
- Guy R (2001) *Raw materials for extrusion cooking*. In: Guy R (ed.) *Extrusion cooking*. Boca Raton, Woodhead Publishing. p. 5-28.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) 2005. *Inventario tecnológico del programa de cereales*. Estación experimental Santa Catalina, INIAP. Ecuador.
- Lezcano, E., (2010). *Informe sectorial n°5: Farináceos*. Dirección Nacional de Transformación y Comercialización de Productos Agrícolas y Forestales; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina.
- Moreno, I.; Plana, R.; Ramírez, A. e Iglesias, L. (1997). *Comportamientos fenológico y agrícola de 10 variedades de trigo para el occidente de Cuba*. Cultivos Tropicales, vol. 18, no. 2, p. 16-18
- NTE INEN (Instituto Ecuatoriano de normalización) 2015. *NTE INEN 616. Harinas de trigo, Requisitos*. Quito.
- Quaglia, G., (1991). *La harina de trigo*. En: *Ciencia y tecnología de la panificación, España*. Editorial Acribia. pp. 31-36.
- Quinde, Z (1998). *Guía de laboratorio de calidad. Programa de cereales*. UNALM
- Singh, N.; Singh, J.; Kaur, L.; Sddhi, N.S.; Gill, B.S. (2003). *Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources*. Food Chem. 81:219-231.
- Van den Einde RM, Van der Veen ME, Bosman H, Van der Goot AJ & Boon RM (2005) *Modeling macromolecular degradation of corn starch in a twin screw extruder*. Journal of Food Engineering, 66:147-154.