

Influencia de la temperatura y velocidad del aire en la obtención de harina a partir de bazo de res (*Bos indicus*), con el máximo contenido de Hierro

Influence of temperature and air velocity in obtaining flour from beef (*Bos indicus*) spleen, with maximum iron content

Influência da temperatura e da velocidade do ar na produção de farinha de baço de vaca (*Bos indicus*) com teor máximo de ferro

Horna, María; Saavedra, José; Cruz, Segundo; Tirado, James

María Horna

mariahorna0502@gmail.com

Universidad Nacional de Jaén, Perú

José Saavedra

joseluisjimenezsaavedra0@gmail.com

Universidad Nacional de Jaén, Perú

Segundo Cruz

segundo.cruz@unj.edu.pe

Universidad Nacional de Jaén, Perú

James Tirado

james_tirado@unj.edu.pe

Universidad Nacional de Jaén, Perú

Revista Científica Dékamu Agropec

Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, Perú

ISSN: 2709-3190

ISSN-e: 2709-3182

Periodicidad: Semestral

vol. 3, núm. 2, 2022

dekamuagropec@unibagua.edu.pe

Recepción: 20 Julio 2022

Aprobación: 30 Noviembre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/744/7444294011/>

Copyright UNIFSLB, 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Resumen: El hierro es un elemento mineral importante en la alimentación, encontrándose, entre otros alimentos, en el bazo de res, con alto contenido de hierro. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la temperatura y velocidad del aire de secado para obtener harina, con el máximo contenido de hierro, a partir de bazo de res (*Bos indicus* L.) y determinar las características fisicoquímicas y organolépticas de la harina obtenida. El bazo de res, previamente seleccionado, fue lavado y cortado en finas láminas, se sometió a un secador de bandejas, las que, a su vez, se sometieron a tres temperaturas (45, 55 y 65 °C) y tres velocidades de aire caliente (1.5; 2.5 y 3.5 m/s); procediéndose, luego, a moler y tamizar en una malla de 220 micrones. Se aplicó un diseño DCA con arreglo factorial de 3Ax3B, con 3 repeticiones. Con ayuda de un espectrofotómetro, a una longitud de onda de 525 nm, se determinó la concentración de hierro. El tratamiento T5 (55°C y 2.5 m/s) presentó la mayor concentración de hierro con 135.02 mg/100g, con 1.01 %; 6.13; 5.54 % y 9.94 % de acidez (pH) y una buena aceptabilidad organoléptica.

Palabras clave: Bazo de res, hierro, espectrofotómetro.

Abstract: Iron is an important mineral element in food, being found, among other foods, in beef spleen, with high iron content. The objective of this work was to determine the temperature and speed of air drying to obtain flour with maximum iron content from beef spleen (*Bos indicus* L.) and to determine the physicochemical and organoleptic characteristics of the flour obtained. The beef spleen, previously selected, was washed and cut into thin slices, subjected to a tray dryer, which, in turn, were subjected to three temperatures (45, 55 and 65 °C) and three hot air speeds (1.5, 2.5 and 3.5 m/s), followed by grinding and sieving on a 220-micron mesh. A DCA design was applied with a factorial arrangement of 3Ax3B, with 3 replicates. Iron concentration was determined using a spectrophotometer at a wavelength of 525 nm. Treatment T5 (55°C and 2.5 m/s) presented the highest iron concentration with 135.02 mg/100g,

with 1.01 %; 6.13; 5.54 % and 9.94 % of acidity, pH, ash and moisture, respectively; presenting, at the same time, good organoleptic acceptability.

Keywords: Beef spleen, iron, spectrophotometer, spectrophotometer.

Resumo: O ferro é um elemento mineral importante na dieta, e é encontrado, entre outros alimentos, no baço de carne bovina, que tem um alto teor de ferro. O objetivo deste estudo foi determinar a temperatura e a velocidade da secagem ao ar para obter farinha com o máximo teor de ferro do baço de carne (*Bos indicus* L.) e determinar as características físico-químicas e organolépticas da farinha obtida. O baço bovino previamente selecionado foi lavado e cortado em fatias finas, submetido a um secador de bandeja, que, por sua vez, foi submetido a três temperaturas (45, 55 e 65 °C) e três velocidades de ar quente (1,5, 2,5 e 3,5 m/s), seguido de trituração e peneiramento em uma malha de 220 microns. Um projeto DCA foi aplicado com um arranjo fatorial 3Ax3B, com 3 réplicas. A concentração de ferro foi determinada usando um espectrofotômetro a um comprimento de onda de 525 nm. O tratamento T5 (55°C e 2,5 m/s) apresentou a maior concentração de ferro com 135,02 mg/100g, com 1,01%; 6,13; 5,54% e 9,94% de acidez, pH, cinzas e umidade, respectivamente; apresentando, ao mesmo tempo, boa aceitabilidade organoléptica.

Palavras-chave: Baço de boi, ferro, espectrofotômetro.

INTRODUCCIÓN

Para satisfacer las necesidades alimenticias es necesario que los alimentos contengan elementos esenciales, pues sin una adecuada alimentación la salud se vería afectada con subsecuentes enfermedades. En efecto, un problema de la salud es la anemia debido a la deficiencia de hierro, siendo un problema en países desarrollados y subdesarrollados (Ruiz et al., 2002).

En el organismo, se encuentra formando por dos proteínas: la hemoglobina y la mioglobina (Carbajal, 2013), participando en todos los procesos de oxidación-reducción, por lo que se considera un elemento esencial en la alimentación (Perel & Bevacqua, 2016), encontrándose como hierro hemínico en carnes, aves, pescados y mariscos (Ruiz et al., 2002), en sangre bovina, sangrecita, bazo (Ministerio de Salud, 2017) y como hierro no hemínico en leche, huevo, cereales, leguminosas, vegetales (Tostado et al., 2015).

Una de las fuentes de hierro hemínico, que aporta 28.7 mg de hierro, en 100 g de parte comestible, es el bazo de res (*Bos spp.*) (Ministerio de Salud, 2017). Es poco conocido, aunque se vienen aplicando metodologías para innovar y diversificar productos fortificados como alternativa para contrarrestar la deficiencia de hierro, en el organismo. Al respecto, Apaza & Izquierdo (2017), evaluaron la aceptabilidad y el valor nutritivo de galletas elaboradas a base de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y bazo de res; concluyendo que la mezcla con mayor aceptabilidad por panelistas escolares correspondió a la mezcla de 57% de harina de trigo, 21% de harina de tarwi y 14% de bazo, conteniendo alto contenido en hierro, 20.14 mg/100. Asimismo, Cochevare & Sánchez (2015), sugieren que elaborar pan dulce constituido de 57% de harina de trigo, 10% harina de cañihua y 22% de bazo de res, tiene buena aceptabilidad y cubre más del 50% de los requerimientos de hierro en los niños en edad preescolar. Mallma & Quispe (2015), sugieren que, para elaborar un producto extruido endulzado con jarabe de yacón, con contenido de 7.77 mg de hierro/100

g de producto, que prevenga la anemia y sea de calidad aceptable, para niños de 2 a 5 años es: grits de maíz 43.79%, grits de kiwicha 32.21 %, harina de tarwi 19% y harina de bazo bovino 5%.

Guerra & Huamán (2009), cuantificaron la concentración de hierro en bazo de *Bos taurus*, en diferentes formas de preparación. Por cada muestra de 100 g de bazo se obtuvieron concentraciones de hierro: crudo 38.44 mg; sancochado 37.57 mg; jugo de sancochado 36.87 mg y extracto 38.07 mg. Incluso, Acevedo & Duárez (2009) indican que el contenido de hierro en el bazo de res es mayor que en el bazo de otras especies como el de cerdo (*Sus domestica*), oveja (*Ovis aries*) y cabra (*Capra hircus*).

En la provincia de Jaén, generalmente se beneficia vacunos de la especie *Bos indicus* (cebú), además poca importancia se le da al bazo de esta especie; por lo que, en esta investigación los objetivos fueron: a) determinar la temperatura y velocidad del aire de secado para obtener harina de bazo de res con máximo contenido de hierro; b) determinar la concentración de hierro en la harina obtenida de bazo de res y determinar las características fisicoquímicas y organolépticas de la harina, a partir de bazo de res.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

Se realizó en el Taller de Tecnología de Alimentos de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Obtención de materia prima

El bazo de res (*B. indicus*) se obtuvo del beneficio de animales vacunos, sacrificados en el camal municipal de Jaén, ubicado en Linderos – provincia de Jaén, región Cajamarca.

Selección y clasificación

Se seleccionaron los bazos en buen estado, con un peso promedio de 700 g, colocándolos en recipientes de acero inoxidable, previamente desinfectados con una solución de agua clorada de 0.5 – 1 ppm. El lavado fue con agua destilada, por un aproximado de 6 a 8 minutos, enjuagando repetitivamente para eliminar los restos de sangre u otras impurezas, contenidas en el bazo antes de su recolección.

Laminado y Secado

Con ayuda de cuchillos de acero inoxidable se cortaron los bazos de res en pequeñas láminas rectangulares con unas dimensiones de 60 mm x 15 mm x 3 mm aproximadamente; las mismas que se colocaron en las bandejas de malla metálica del secador. Las láminas de bazo de res, contenidas en el secador de bandejas, se sometieron al secado a tres temperaturas (60°C, 90°C y 120°C) y tres velocidades de aire (1.5 m/s; 2.0 m/s y 2.5 m/s).

Molienda y Tamizado

Sé utilizó un molino tradicional para granos, logrando obtener una harina totalmente pulverizada, fina y uniforme. La harina, obtenida en la molienda, suelta y pulverizada se sometió al tamizado; sé empleó un

tamiz número 70 (malla 220 micrones) con el propósito de separar partículas extrañas y obtener la harina totalmente homogénea.

Envasado y Etiquetado

Envasado en bolsas de polipropileno transparente o bolsas de papel kraft, con una capacidad de 250 g.

Almacenado

Se almacenó en un lugar seco y fresco, para su posterior análisis de Espectrometría, Organolépticos y Físico-Químico.

Análisis del contenido hierro

Para la cuantificación del hierro se utilizó el espectrofotómetro. Con una preparación de la solución patrón de concentración 100 ppm de Fe^{3+} .

En 5 ml de agua destilada, se disolvió 0.0721 g de nitrato férrico 9-hidrato. Esta solución se trasvasó a una fiola, completándose con agua destilada hasta obtener un volumen de 100 ml. De este modo, se obtiene una solución estándar de hierro férrico: $1\text{ ml} = 0.1\text{ mg de Fe}$.

Preparación de las disoluciones patrón

Se colocaron respectivamente 1, 2, 3, 4, y 5 ml de solución patrón 100 ppm en fiolas de 100 ml y luego se completó el volumen con agua destilada. También se calcularon las concentraciones de cada solución preparada. La Absorbancia para las disoluciones patrón se realizó en tubos de ensayo rotulado con el número 0 se colocó 10 ml de agua destilada (solución Blanco), mientras que en tubos de ensayo rotulados del 1 al 5 se agregaron, en cada uno, 10 ml de cada solución patrón preparada.

En cada uno de los 6 tubos de ensayo se agregaron 1 ml de HCl, 1 gota de permanganato (coloración rosada). Estos tubos se agitaron, a la vez, 1 ml de tiocianato de potasio. Si desarrolla color rojo, la muestra contiene hierro.

Luego se determinó la absorbancia de cada una de las soluciones patrón con el espectrofotómetro a una longitud de onda de 525 nm.

Por último, se diseñó la curva de calibración (Figura 1) con la absorbancia de cada una de las soluciones patrón (Tabla 1). Por medio de esta curva estándar se obtuvo una fórmula con la cual se determinó la concentración de Fe, en cada una de las muestras.

TABLA 1
Soluciones patrón ppm con su respectiva absorbancia en bazo de res al estado fresco

Patrones en ppm	Absorbancia a una $\lambda = 525\text{ nm}$
0 5 10	0.065 0.192
15 20	0.344 0.536
25	0.716 0.917

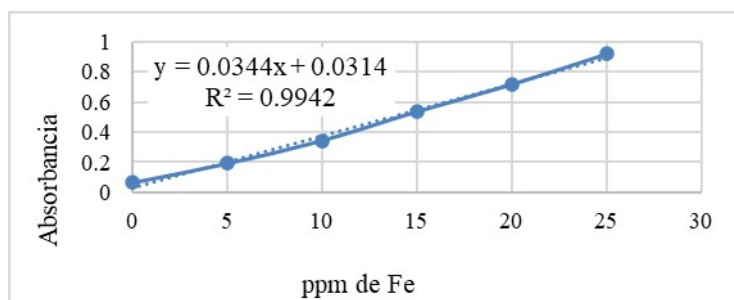


FIGURA 1

Línea de tendencia de absorbancia entre las soluciones patrón

Preparación de las disoluciones de harina de bazo de res para cada tratamiento

Por cada tratamiento, se pesaron 2 gramos de harina de bazo de res en un crisol de porcelana. El crisol se colocó en la estufa por un periodo de 2 horas hasta alcanzar peso constante, que luego se llevó a la mufla por un periodo de 2 – 3 horas a una temperatura de 800 °C. Transcurrido ese tiempo se dejó enfriar por un lapso de 8 horas para finalmente trasladarse al desecador. Luego de haber pesado el crisol, se agregaron 2 ml de ácido sulfúrico, agitándose con una varilla de vidrio por 5 min para que se desprendan todas las cenizas adheridas al crisol. También se dejó reposar por 15 minutos, esta solución se llevó a diluir en una fiola, completándose el volumen hasta 100 ml con agua destilada.

Para la solución obtenida en cada tratamiento, se repitió el procedimiento realizado para la determinación de la absorbancia de las disoluciones patrón (Para lectura del espectrofotómetro).

El dato obtenido por lectura del espectrofotómetro de cada uno de los tratamientos (Tabla 2), se reemplazó en la fórmula (Figura 2) de la curva estándar graficada de las disoluciones patrón y, así se determinó la concentración de Fe en cada una de las muestras.

TABLA 2

Soluciones patrón ppm con su respectiva absorbancia en harina

Patrones en ppm	Absorbancia a una $\lambda = 525$ nm
0	0.072
5	0.192
10	0.344
15	0.536
20	0.716
25	0.917

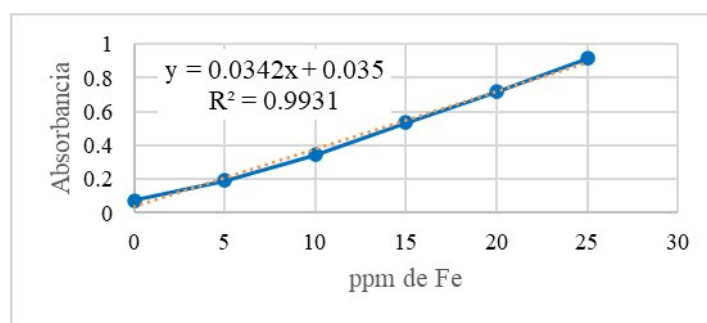


FIGURA 2

Línea de tendencia de la absorbancia entre las soluciones patrón

Análisis fisicoquímico

Determinación de la humedad (NTP- 205.037: 1975)

Se utilizó el método por gravimetría, para lo cual se pesó una luna de reloj (W1), colocándose sobre ella la muestra de harina de bazo de res. Se pesó la luna de reloj, conteniendo la harina de bazo de res (W2), luego se sometió a 105°C, en la estufa y controlarse cada 30 minutos, hasta obtener un peso constante (W3) (Ecuación 1).

$$\% h = 100 \left[\frac{w2 - w3}{w2 - w1} \right] \quad [1]$$

Determinación de cenizas (NTP- 205.038:1975)

Se colocaron 2 g de harina de bazo de res en un crisol de porcelana, previamente tarada, llevándose a la plancha de calentamiento hasta lograr la sequedad. El crisol se colocó a la mufla por un tiempo de 6-12 horas, a una temperatura de 550-600 °C. Transcurrido el tiempo indicado, luego de retirar el

crisol de la mufla y después de su enfriamiento, en un desecador, se pesó nuevamente la muestra de harina (Ecuación 2).

$$\% C = \frac{\text{g cenizas}}{\text{Masa de muestra}} \times 100 \quad [2]$$

Determinación de pH y acidez (NTP- 205.039: 1975)

Para determinar la acidez, se disolvieron 10 g de harina de bazo de res en 100 ml de agua destilada. Se filtró la solución y se colocó en un matraz Erlenmeyer. Posteriormente se añadieron tres gotas de fenolftaleína procediendo a la titulación rápida con NaOH 0.1N hasta obtener el color deseado, registrándose el volumen de NaOH gastado (Ecuación 3).

$$\% \text{ Ácido de Harina} = \frac{100 (N.V. \text{ peharina})}{W}$$

[3]

Donde: N = normalidad; V = volumen de solución

peharina = peso equivalente de la harina de bazo de res; W = peso de la muestra (10 g)

Para el método de determinación de pH se utilizó el pH-metro y, consistió en preparar la solución de 10 g de harina de bazo de res en 10 ml de agua destilado, en un vaso de precipitación.

Análisis organoléptico de la harina

Se realizó con 30 panelistas no entrenados a quienes se les proporcionó una muestra y una ficha de evaluación por cada tratamiento de la harina de bazo de res. Esta evaluación se realizó empleando el método hedónico, para cada uno de los atributos:

color, olor, apariencia y textura. El puntaje de evaluación correspondió a: 1=Muy malo; 2=Malo; 3=Regular; 4=Bueno; 5=Excelente.

Diseño experimental

Se realizó el diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3A x 3B (A: velocidad en m/s; B: temperatura en °C), con 3 repeticiones. Donde se analizó un ANOVA y la prueba Tukey al 0.05 de probabilidad, con ayuda del programa Excel.

RESULTADOS

Características del bazo de res en estado fresco

En la Tabla 3, se muestra el contenido de ácido láctico y de minerales del bazo fresco de vacuno cebú, alcanzando un porcentaje de acidez de 0.15%, cenizas 1.80 %, humedad de 80.52%.

TABLA 3
Análisis fisicoquímico del bazo de res en estado fresco

Acidez (%)	Cenizas (%)	Humedad (%)	pH
0.15	1.80	80.52	5.53

Concentración de hierro (mg/100 g) en bazo de res frescos

A una longitud de onda de 525 nm y 0.659 de absorbancia, las muestras mostraron una concentración promedio de 29.993 mg Fe/100 g (Tabla 4).

TABLA 4
Resultados de la concentración de Fe en mg/100 g de muestra fresca

Absorbancia de (525 nm)	Masa de muestra (g)	Concentración (mg/L)	Masa de Fe (mg)	mg Fe/100g
0.659	6.083	18.244	1.824	29.993

Características fisicoquímicas de la harina de bazo de res

La Tabla 5, muestra que el contenido de ácido láctico oscilando entre 0.81% y 1.22%; el pH se encontró ligeramente ácido (6.08 y 6.29). Asimismo, el contenido de minerales representados en la ceniza varía entre 4.20% y 5.91%, que corresponden a los tratamientos T4 y T8, respectivamente. El porcentaje de humedad de la harina, generalmente, es menor en el secado a mayor temperatura.

Concentración de hierro en la harina de bazo de res

Tabla 6, se evidencia la concentración promedio de hierro en 100 g de muestra de harina, destacando los tratamientos T2, T5 y T6 con concentraciones de 120.119; 135.021 y 127.089 mg Fe/100 g, respectivamente.

Análisis de variancia del contenido de hierro de la harina de bazo de res

Tabla 7, se muestra que existe diferencias significativas para los factores de temperatura y velocidad, pero en la interacción no muestra significancia estadística, lo que indicaría que los factores de manera combinada no influyen en el secado para obtener la harina de bazo de res. La prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad indica que todos los tratamientos, a excepción del T3, son similares estadísticamente (Tabla 8).

Características organolépticas

Tabla 9, se observa que los tratamientos T5, T8 y T9 mostraron mayor aceptabilidad por los 30 panelistas, mientras que el T7 fue el tratamiento con menor aceptabilidad. Las características organolépticas del color, olor, apariencia como la textura, de la harina de bazo de res, se ve influenciada por la temperatura y velocidad de aire; incluso la interacción de estos dos factores también influye en las características organolépticas, toda vez que muestran significancia estadística al 0.05 de probabilidad.

DISCUSIÓN

El bazo de res en estado fresco arroja una acidez de 0.15%, Cenizas 1.80%, Humedad 80.52% y pH 5.53, coinciden con lo obtenido por Arredondo, et al. (2018), quien obtuvo una acidez de 0.44%, cenizas de 1.02%, humedad de 78.35% y pH de 5.73. Asimismo, Aco y Quispe (2019), obtuvieron una humedad de 78.53% y cenizas 1.20%.

El contenido de hierro del bazo de res en estado fresco, 29.993 mg/100 g, estos datos guardan similitud Reyes, et al. (2009), quien encontró un contenido de 28.70 mg. Valenzuela, et al. (2008) reportaron que el bazo de vacuno contiene 31.15 ± 0.4 , aunque, Guerra y Huamán (2009) y Acevedo y Duárez (2009), reportaron concentraciones de hierro de 38.44 mg y 30.24 mg respectivamente, siendo estos valores mayores que los reportados en esta investigación. Por el contrario, Aco y Quispe (2019), encontró concentraciones de 24.72 mg de hierro en bazo fresco de *B. taurus*, siendo esta cantidad menor a la encontrada en esta investigación, dando a entender que el contenido de hierro en el bazo de la especie *Bos indicus* es variable, comparado al contenido de hierro del bazo de *B. taurus*.

TABLA 5
Resultados fisicoquímicos de la harina de bazo de res

Parámetros	Tratamientos								
	45 °C			55 °C			65 °C		
	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Acidez	1.01	1.01	1.09	0.86	1.01	1.22	0.81	1.03	1.00
pH	6.15	6.26	6.17	6.16	6.13	6.08	6.29	6.17	6.12
Ceniza (%)	5.24	4.97	5.75	4.20	5.54	5.37	4.94	5.91	5.57
Humedad (%)	12.05	10.39	13.02	10.94	9.94	10.84	9.64	7.25	10.03

TABLA 6
Concentración de Fe para cada tratamiento

Parámetro	Tratamientos								
	45 °C			55 °C			65 °C		
	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s
Absorbancia (525nm)	0.697	0.861	0.618	0.730	0.972	0.937	0.730	0.784	0.877
Masa de muestra (g)	2.028	2.010	2.049	2.015	2.029	2.078	2.030	2.029	2.098
Concentración (mg/l)	19.3665	24.152	17.057	20.312	27.407	26.384	20.331	21.891	24.610
Masa de Fe (mg)	1.9367	2.415	1.706	2.031	2.741	2.638	2.033	2.189	2.461
mg Fe/100g	95.493	120.119	83.272	100.811	135.021	127.089	100.225	107.885	117.221

TABLA 7
Análisis de varianza del contenido de mg Fe/100g de harina de bazo de res

FV	SC	GL	CM	Fobs.		F tabular	
						0.05	0.01
Repeticiones	339.3066	2	169.653278	0.76	NS	3.63	6.23
Tratamientos	6542.9583	8	817.8698				
Factor A (Temperatura)	2071.0428	2	1035.5214	4.65	*	3.63	6.23
Factor B (Velocidad)	2214.0399	2	1107.0199	4.97	*	3.63	6.23
Interacción A x B	2257.8756	4	564.4689	2.53	NS	3.01	4.77
Error	3564.6346	16	222.7897				
Total	10107.5929	26					

% CV = 13.61

% CV = 13.61

TABLA 8
Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad de la concentración de hierro, mg Fe/100 g, en harina de bazo de res

Tratamientos			Orden de Mérito	Significancia (0.05)
Código	Temperatura	Velocidad		
T5	55	2.5	135.021	A
T6	55	3.5	127.089	A
T2	45	2.5	120.119	A
T9	65	3.5	117.221	A
T8	65	2.5	107.885	A
T4	55	1.5	100.811	A
T7	65	1.5	100.225	A
T1	45	1.5	95.493	A
T3	45	3.5	83.272	B

TABLA 9
Resultados de la evaluación, por 30 panelistas, de las características organolépticas de la harina de bazo de res

Parámetro	45 °C			55 °C			65 °C		
	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s	1.5 m/s	2.5 m/s	3.5 m/s
Color	2.82	2.82	2.94	3.08	3.90	3.09	2.67	3.81	3.81
Olor	2.73	2.80	2.99	2.77	3.61	3.01	2.67	3.56	3.51
Apariencia	2.93	2.97	3.02	3.20	3.68	3.32	2.77	3.79	3.63
Textura	3.11	3.30	3.14	3.18	3.87	3.61	3.18	3.86	3.76
Puntaje de aceptación	11.59	11.89	12.09	12.23	15.06	13.03	11.29	15.02	14.71

Mallma y Quispe (2015), reportaron que la harina de bazo de res contiene 130.8 mg/100g, estando dentro del rango de contenido de hierro en la harina de bazo de res guardando similitud con esta investigación, que

varía entre 83.272 mg/100 g (T3) a 135.021 mg/100 g (T5). Sin embargo, Aco y Quispe (2019), reportaron una cantidad de hierro de 161.21 mg/100g, mucho mayor, lo cual podría deberse al contenido de agua que la harina presenta, considerando que el contenido en agua en los alimentos dispersa o concentra los nutrientes (Document-Petrlit, 2015) y, además, a la biodisponibilidad del mineral en la dieta del animal en relación a su edad, pues la deficiencia de este mineral ocurren con mayor frecuencia en animales jóvenes (Páez, et al., 2013) y, factores de anomalías genéticas, estados fisiológicos (embarazo y lactancia) y nutricional, estados patológicos (Martínez, et al., 1999).

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la harina de bazo de res no tienen diferencias considerables entre tratamientos. Sin embargo, los resultados del tratamiento con mayor contenido de hierro (T5) presentó una acidez de 1.01 (pH de 6.13), ceniza de 5.54% y humedad de 9.94%; resultados que coinciden con la investigación de Aco y Quispe (2019), encontró la humedad en 9.46%; cenizas de 5.56 %. Asimismo, Arredonde, et al (2018) reportó resultados similares, siendo los parámetros fisicoquímicos de 5.73% humedad, ceniza 15.5%, pH de 5.78 y acidez de 1.5% expresado en ácido láctico.

La influencia de la temperatura y velocidad en el proceso de secado del bazo de res para la obtención de harina influye significativamente en el contenido de hierro, sin embargo, la prueba de Tukey demostró que no hay diferencia significativa entre tratamientos, puede deducirse que el contenido de hierro, no es influenciada por la temperatura y velocidad de secado.

Los tratamientos con mayor aceptabilidad organoléptica fueron el T5, T8 y T9, con porcentajes de aceptación de 15.06%, 15.02% y 14.71%, respectivamente. Esto pudo suceder a que los factores de temperatura, velocidad y su interacción entre ellas, durante el secado, influyen significativamente en las características de olor, color, apariencia y textura de la harina de bazo de res (Tabla 10). Efectivamente, la prueba de Tukey indica que los tratamientos T5, T8 y T9 con contenidos de hierro de 135.021 mg/100 g, 107.089 mg/100 y 117.22g, respectivamente, son significativamente similares, pero superan estadísticamente a los demás tratamientos (Tabla 11).

El contenido de hierro en la harina de bazo de res, no está directamente relacionado con la aceptabilidad del consumidor, toda vez que los tratamientos T6 y T2, superan numéricamente en contenido de hierro a los tratamientos T8 y T9, pero a la vez no son muy aceptados por los panelistas. Este hecho posiblemente se deba a que la temperatura y velocidad de secado pueden haber cambiado el color, olor, apariencia y textura de la harina, lo cual no generó mayor aceptación a los tratamientos T8 y T9.

TABLA 10
Análisis de varianza de las características organolépticas de la harina de bazo de res

Fuentes de Variación	GL	Color SC	CM	Fobs.	Olor SC	CM	Fobs.	Apariencia SC	CM	Fobs.	Textura SC	CM	Fobs.	F tabular 0.05 0.01
Repeticiones	2	0.0213	0.0107	0.27 NS	0.0451	0.0225	0.79 NS	0.0697	0.0349	2.04 NS	0.1158	0.0579	2.29 NS	3.63 6.23
Tratamientos	8	5.6911	0.7114		3.5092	0.4386		3.2810	0.4101		2.5083	0.3135		
Factor A (Temperatura)	2	1.7077	0.8538	21.29 **	0.7737	0.3869	13.61 **	1.0792	0.5396	31.59 **	0.9164	0.4582	18.10 **	3.63 6.23
Factor B (Velocidad)	2	1.9917	0.9958	24.83 **	1.7487	0.8743	30.75 **	1.2400	0.6200	36.30 **	1.2573	0.6287	24.84 **	3.63 6.23
Interacción A x B	4	1.9917	0.4979	12.42 **	0.9867	0.2467	8.68 **	0.9618	0.2405	14.08 **	0.3346	0.0837	3.31 *	3.01 4.77
Error	16	0.6416	0.0401		0.4549	0.0284		0.2733	0.0171			0.4049	0.0253	
Total	26	6.3327			3.9641			3.5543				2.9132		
Coefficiente de variación		6.23			5.49			4.01			4.62			

TABLA 11
Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad
de las características organolépticas de la harina de bazo de res

Color				Olor				Apariencia				Textura			
Tratamientos				Tratamientos				Tratamientos				Tratamientos			
Orden de Mérito				Orden de Mérito				Orden de Mérito				Orden de Mérito			
Significancia (0.05)				Significancia (0.05)				Significancia (0.05)				Significancia (0.05)			
Código	°	m/s		Código	°	m/s		Código	°	m/s		Código	°	m/s	
T(5)	55	2.5	3.9000 A	T(5)	55	2.5	3.6111 A	T(8)	65	2.5	3.7889 A	T(5)	55	2.5	3.8667 A
T(9)	65	3.5	3.8111 A	T(8)	65	2.5	3.5556 A	T(5)	55	2.5	3.6778 A	T(8)	65	2.5	3.8556 A
T(8)	65	2.5	3.8111 A	T(9)	65	3.5	3.5061 A	T(9)	65	3.5	3.6333 A	T(9)	65	3.5	3.7556 A
T(6)	55	3.5	3.0889 B	T(6)	55	3.5	3.0111 B	T(6)	55	3.5	3.3222 B	T(6)	55	3.5	3.6111 A
T(4)	55	1.5	3.0778 B	T(3)	45	3.5	2.9889 B	T(4)	55	1.5	3.2000 B C	T(2)	45	2.5	3.3000 B
T(3)	45	3.5	2.9444 B	T(2)	45	2.5	2.8000 B	T(3)	45	3.5	3.0222 C D	T(7)	65	1.5	3.1778 B
T(2)	45	2.5	2.8222 B	T(4)	55	1.5	2.7667 B	T(2)	45	2.5	2.9667 C D	T(4)	55	1.5	3.1778 B
T(1)	45	1.5	2.8222 B	T(1)	45	1.5	2.7333 B	T(1)	45	1.5	2.9333 C D	T(3)	45	3.5	3.1444 B
T(7)	65	1.5	2.6667 B	T(7)	65	1.5	2.6667 B	T(7)	65	1.5	2.7667 D	T(1)	45	1.5	3.1111 B

CONCLUSIONES

Los valores óptimos de secado con el que se obtuvo una mayor concentración de hierro en la obtención de harina de bazo de res fue una temperatura de 55°C y una velocidad de aire de secado de 2.5 m/s, obteniendo valores de 135.02 mg/100g, del tratamiento T5 (T° = 55°C y V=2.5m/s). Sus características fisicoquímicas de la harina de bazo con máximo contenido de hierro (T5) fueron: acidez 1.01%; pH 6.13; cenizas 5.54% y humedad 9.94 %. El tratamiento T5 presentó buena aceptabilidad con un puntaje de 15.06%.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén por las facilidades en el uso de sus instalaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, M.E. y Duárez, L.A. (2009). Cuantificación de la concentración de Hierro presente en bazo de Bos taurus, Ovis aries, Sus domestica y Capra hircus [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2683>.
- Aco, K.E. y Quispe, G. (2019). Formulación para elaborar galletas de harina de bazo de origen bovino (Bos taurus), para niños en etapa preescolar [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9632/IAacchke%26quchg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apaza, K.D. y Izquierdo, Y.P. (2017). Valor nutritivo y aceptabilidad de la fortificación de galletas a base de harina de trigo (Triticum aestivum), harina de tarwi (Lupinus mutabilis) y bazo de res, para escolares, Arequipa 2017. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional. <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4669/Nuapfakd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arredondo, A., Huamán, J., Ramírez, DD., Tapia, Y., Vásquez, A., Marín, M., Guadalupe, F. y Arias, G. (2018). Evaluación del contenido de hierro y parámetros fisicoquímicos en harina obtenida de bazo de ganado vacuno [ponencia]. Encuentro Científico Internacional 2018 de invierno. <https://eciperu.files.wordpress.com/2018/05/evaluac3b3n-del-contenido-de-hierro-y-parc3a1metros-fisicoqu3admicos-en-harina-obtenida-de-bazo-de-ganado-vacuno-5.pdf>
- Carbajal, A. (2013). Manual de nutrición y dietética. Universidad Complutense de Madrid, España. <https://eprints.ucm.es/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>

- Cochevare, S.M. y Sánchez, R.M. (2015). Pan dulce enriquecido con harina de *Chenopodium pallidicaule* (Cañihua) y extracto de bazo de ganado vacuno. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional. http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/220/RESUMEN%20TFBN_230.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Document-Petrlik, K. (2015). Evaluación nutricional y sensorial de galletas fortificadas con hígado de res [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3502/MAE_HUM_NUT_006.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Guerra, D.P. y Huamán, Y. (2009). Cuantificación de hierro en bazo de bos *Taurus L.* en diferentes formas de preparación [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4942/Guerra%20%C3%91ique%20Diana%20Paola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mallma, F. y Quispe, E. (2015). Formulación de un extruído rico en hierro a partir de bazo de bovino (*Bos taurus*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y grits de maíz (*Zea mays*), endulcorado con jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) para niños de 3-5 años [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/519>
- Martínez, C., Ros, G., Periago, M.J. y López, G. (1999). Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. Archivos latinoamericanos de nutrición, 49 (2), 106-113. https://www.researchgate.net/profile/Gaspar_Ros/publication/270959331_Biodisponibilidad_del_hierro_de_los_alimentos/links/54ba9ffa0cf29e0cb04bd42f/Biodisponibilidad-del-hierro-de-los-alimentos.pdf
- Ministerio de Salud. (2017, 12 de abril). Resolución Ministerial N° 217-2017/MINSA. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/190345/189840_RM_250-2017-MINSA.PDF20180823-24725-1rsx1wh.PDF
- Páez, P.A., Campos, R. y Giraldo, L. (2013). Suplementación y metabolismo de hierro en neonatos bovinos en condiciones de trópico. Acta Agronómica, 62 (1), 59-65. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/25132/43632
- Perel, C., Bevacqua, R.J. (2016). Deficiencia de hierro e insuficiencia cardíaca. Insuficiencia Cardíaca, 11(2), 78-97. <https://www.redalyc.org/pdf/3219/321946441005.pdf>
- Reyes, M., Gómez-Sánchez, I. y Espinoza, C. (2018). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Instituto Nacional de Salud. Perú. <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ruiz, M., Pico, M.V., Rosich, L. y Morales, L. (2002). El factor alimentario en la presencia de la deficiencia de hierro. Revista Cubana de Medicina General Integral, 18(1), 46-52. <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v18n1/mgi06102.pdf>
- Tostado, T., Benítez, I., Pinzón, A., Bautista, M. y Ramírez, J. (2015). Actualidades de las características del hierro y su uso en pediatría. Acta Pediátrica de México, 36, 189-200 <http://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v36n3/v36n3a8.pdf>
- Valenzuela, Letelier, Olivares, Arredondo y Pizarro (2008). Determinación de Hierro, Zinc y Cobre en carne de bovino. Revista chilena de nutrición, 35 (2), 139-146. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v35n2/art08.pdf>