

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

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**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autor (es). : Bach. Maria Reinelda Horna Pérez

Bach. José Luis Jiménez Saavedra

Asesor: Mg. Polito Michael Huayama Soplá

Co-Asesor: Mg. Sc. James Tirado Lara

JAÉN - PERÚ, JUNIO, 2020

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 01 de Julio del año 2020, siendo las 08:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Mag. Ing. Jorge Cabrejos Barriga
Secretario : Mag. Ing. Hans Himbler Minchán Velayarce
Vocal : Mag. Ing. Frank Fernández Rosillo,

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(X) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "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" presentado por:

Bach. María Reinelda Horna Pérez
Bach. José Luis Jiménez Saavedra

de la Carrera Profesional de INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar
(X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (16) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 9:15 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mag. Ing. Jorge Cabrejos Barriga
Presidente

Mag. Ing. Hans Himbler Minchán Velayarce
Secretario

Mg. Ing. Frank Fernández Rosillo
Vocal

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS	13
2.1. General.....	13
2.2. Específicos	13
III. MATERIAL Y MÉTODOS	14
3.1. Materia prima.....	14
3.2. Materiales y equipos	14
3.2.1. Materiales de laboratorio	14
3.2.2. Equipos	15
3.2.3. Reactivos	15
3.3. Procedimiento	16
3.3.1. Obtención de materia prima	16
3.3.2. Obtención de la harina del bazo de res	17
3.3.3. Determinación de hierro mediante espectrofotometría	18
3.3.4. Análisis fisicoquímico de la harina	20
3.3.5. Análisis organoléptico	21
3.4. Diseño experimental	22
IV. RESULTADOS	24
4.1. Características del bazo de res en estado fresco	24
4.2. Determinación de las características Fisicoquímicas de la harina de bazo de res	26
4.3. Determinación de hierro en la harina de bazo de res	26
4.4. Determinación de las características organolépticas	31
4.5. Análisis experimental.....	32

V. DISCUSIONES.....	36
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
VIII. AGRADECIMIENTO.....	46
IX. DEDICATORIA.....	47
X. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos.....	23
Tabla 2. Análisis fisicoquímico del bazo de res en estado fresco.	24
Tabla 3. Soluciones patrón ppm con su respectiva absorbancia.....	24
Tabla 4. Resultados de la concentración de Fe en mg/100g de muestra fresca.....	25
Tabla 5. Resultados fisicoquímicos del bazo de res. Datos tomados del anexo 8.....	26
Tabla 6. Soluciones patrón ppm con su respectiva absorbancia.....	26
Tabla 7. Concentración de Fe para cada tratamiento.....	27
Tabla 8. Resultados de la evaluación de las características organolépticas de la harina de bazo de res	31
Tabla 9. Análisis de varianza del contenido de mg Fe/100g de harina de bazo de res.	33
Tabla 10. Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad de mg Fe/100 g	34
Tabla 11. Análisis de varianza para el color en la harina de bazo de res.	35
Tabla 12. Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para el color en la harina de bazo de res.	35
Tabla 13. Análisis de varianza para el olor en la harina de bazo de res	36
Tabla 14. Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para el olor en la harina de bazo de res.....	36
Tabla 15. Análisis de varianza para la Apariencia en la harina de bazo de res.....	37
Tabla 16. Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para la apariencia en la harina.	37
Tabla 17. Análisis de varianza para la textura en la harina de bazo de res.	38
Tabla 18. Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para la textura en la harina.	38
Tabla 19. Resumen de los tratamientos con mayor concentración de hierro y mayor aceptabilidad organoléptica.	39
Tabla 20. Absorbancias para las disoluciones de muestra fresca.....	55
Tabla 21. Determinación de humedad T1	57
Tabla 22. Datos para la determinación de cenizas T1	57
Tabla 23. Datos para la determinación de acidez y pH T1.....	57
Tabla 24. Datos para la determinación de humedad T2	58
Tabla 25. Datos para la determinación de cenizas T2	58

Tabla 26. Datos para la determinación de acidez y pH T2.....	58
Tabla 27. Datos para la determinación de humedad T3	59
Tabla 28. Datos para la determinación de cenizas T3	59
Tabla 29. Datos para la determinación de pH y AcidezT3.....	59
Tabla 30. Datos para la determinación de humedad T4	60
Tabla 31. Datos para la determinación de cenizas T4	60
Tabla 32. Datos para la determinación de pH y Acidez T4.....	60
Tabla 33. Datos para la determinación de humedad T5	61
Tabla 34. Datos para la determinación de cenizas T5	61
Tabla 35. Datos para la determinación de pH y Acidez T5.....	61
Tabla 36. Datos para la determinación de humedad T6	62
Tabla 37. Datos para la determinación de cenizas T6	62
Tabla 38. Datos para la determinación de pH Y acidez T6.....	62
Tabla 39. Datos para la determinación de humedad T7	63
Tabla 40. Datos para la determinación de cenizas T7	63
Tabla 41. Datos para la determinación de pH y acidez T7.....	63
Tabla 42. Datos para la determinación de humedad T8	64
Tabla 43. Datos para la determinación de cenizas T8	64
Tabla 44. Datos para la determinación de pH y acidez T8.....	64
Tabla 45. Datos para la determinación de humedad T9	65
Tabla 46. Datos para la determinación de cenizas T9	65
Tabla 47. Datos para la determinación de pH y acidez T9.....	65
Tabla 48. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T1	66
Tabla 49. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T2	68
Tabla 50. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T3	69
Tabla 51. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T4	71
Tabla 52. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T5	72
Tabla 53. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T6	74
Tabla 54. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T7	76
Tabla 55. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T8	77
Tabla 56. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T9	79
Tabla 57. Tratamiento 1: T°1= 45 °C y V1= 1.5 m/s.....	84
Tabla 58. Tratamiento 2: T°1= 45 °C y V2= 2.5 m/s.....	86

Tabla 59. Tratamiento 3: $T^{\circ}1= 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V3= 3.5\text{ m/s}$	87
Tabla 60. Tratamiento 4: $T^{\circ}2= 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V1= 1.5\text{ m/s}$	88
Tabla 61. Tratamiento 5: $T^{\circ}2= 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V2= 2.5\text{ m/s}$	89
Tabla 62. Tratamiento 6: $T^{\circ}2= 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V3= 3.5\text{ m/s}$	90
Tabla 63. Tratamiento 7: $T^{\circ}3= 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V1=1.5\text{ m/s}$	91
Tabla 64. Tratamiento 8: $T^{\circ}3= 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V2=2.5\text{ m/s}$	92
Tabla 65. Tratamiento 9: $T^{\circ}3= 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V3=2.5\text{ m/s}$	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma para la obtención de harina de bazo de res.	17
Figura 2. Esquema experimental de investigación.	22
Figura 3. Línea de tendencia de absorbancia entre las soluciones patrón.	25
Figura 4. Línea de tendencia de la absorbancia entre las soluciones patrón.	27
Figura 5. Concentración de hierro (mg/100gr) en la harina de bazo de res por cada tratamiento.	30
Figura 6. Gráfico radial de las características de la harina de bazo de res evaluadas por panelistas.	31
Figura 7. Porcentajes de aceptación de la harina bazo de res.	32
Figura 8. Gráfico de probabilidad de los tratamientos	34
Figura 9. Recepción del bazo de res	48
Figura 10. Bazo de res recolectado.	48
Figura 11. Limpieza.	48
Figura 12. Lavado.	48
Figura 13. Almacenamiento refrigerado.	48
Figura 14. Pesado de bazo de res	49
Figura 15. Cortado en láminas finas.	49
Figura 16. Bazo de res esparcido en las bandejas.	49
Figura 17. Bazo de res en el secador de bandejas.	49
Figura 18. Control de velocidad de secado.	49
Figura 19. Control de peso	49
Figura 20. Control de temperatura de secado	50
Figura 21. Bazo de res seco	50
Figura 22. Muestras en la estufa.	50
Figura 23. Envasado	50
Figura 24. Tamizado.	51
Figura 25. Molido	51
Figura 26. Envasado	51
Figura 27. Harina de bazo de res	51
Figura 28. Determinación del pH	52
Figura 29. Determinación de la humedad por método de la estufa	52
Figura 30. Determinación de cenizas	52

Figura 31. Determinación de la acidez titulable.....	52
Figura 32. Disoluciones de bazo de res en estado fresco	53
Figura 33. Muestras de harina de bazo de res diluida	53
Figura 34. Soluciones patrón.....	53
Figura 35. Disoluciones de harina de bazo de res	53
Figura 36. Lectura de las muestras en el espectrofotómetro	53
Figura 37. Panelistas evaluando la harina de bazo de res.....	54
Figura 38. Evaluación para el tratamiento T1	81
Figura 39. Evaluación para el tratamiento T2	81
Figura 40. Evaluación para el tratamiento T3	81
Figura 41. Evaluación para el tratamiento T4	81
Figura 42. Evaluación para el tratamiento T5	82
Figura 43. Evaluación para el tratamiento T6	82
Figura 44. Evaluación para el tratamiento T7	82
Figura 45. Evaluación para el tratamiento T8	82
Figura 46. Evaluación para el tratamiento T9	83

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la temperatura y velocidad del aire de secado adecuado para obtener harina a partir de bazo de res (*Bos indicus*), con el máximo contenido de hierro. Para ello se empleó el secador de bandejas, en el cual se procedió a secar el bazo de res previamente lavado y cortado en capas finas, trabajando con tres temperaturas (A: 45, 55, 65 °C) y tres velocidades de aire caliente (B: 1.5, 2.5, 3.5 m/s); se procedió a moler y tamizar empleando un molino manual y un tamiz N°70 (malla 220 micrones) obteniendo harina de bazo de res. En el producto final se determinó la concentración de hierro empleando un espectrofotómetro, mediante el método de calibración externa construyendo una curva de calibración con la lectura de la absorbancia, para las muestras se realizó a una longitud de onda de 525 nm. Los análisis físico-químicos: Acidez, pH, Cenizas, Humedad y la prueba de aceptabilidad por el método hedónico se realizaron en el laboratorio de tecnología de alimentos.

Se aplicó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 3Ax3B, con 3 repeticiones. Los resultados determinaron que el tratamiento T5 presentó la mayor concentración de hierro con 135.02 mg/100g de harina de bazo de res, sus características físico-químicas presentaron: Acidez 1.01%; pH 6.13; Cenizas 5.54%; Humedad 9.94%; concluyendo que una temperatura de 55°C y una velocidad de secado de 2.5 m/s se obtiene mayor concentración de Fe; la prueba hedónica mostró que dicho tratamiento presentó buena aceptabilidad organoléptica.

Palabras clave: Bazo de res, Hierro, espectrofotómetro.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the optimum temperature and speed of the drying air to obtain flour from beef spleen (*Bos indicus*), with the maximum iron content. For this, the tray dryer was used, in which the previously washed beef spleen was dried and cut into thin layers, working with three temperatures (45, 55, 65 °C) and three hot air speeds (1.5, 2.5, 3.5 m / s); grinding and sieving were carried out using a manual mill and sieve # 70 (mesh 220 microns) obtaining beef spleen flour. In the final product, the iron concentration was determined using a spectrophotometer, by means of the external calibration method, constructing a calibration curve with the absorbance reading, for the samples it was carried out at a wavelength of 525 nm. The physical-chemical analyzes: Acidity, pH, Ash, Humidity and the acceptability test by the hedonic method were performed in the food technology laboratory.

A completely randomized experimental design with a factorial arrangement of 3Ax3B, with 3 replications, was applied. The results determined that the T5 treatment presented the highest concentration of iron with 135.02 mg / 100g of beef spleen meal, its physical-chemical characteristics presented: Acidity 1.01%; pH 6.13; Ashes 5.54%; Humidity 9.94%; concluding that a temperature of 55°C and a drying speed of 2.5 m / s higher Fe concentration is obtained; the hedonic test showed that said treatment presented good organoleptic acceptability.

Key words: Beef spleen, Iron, spectrophotometer.

I. INTRODUCCIÓN

El bazo de res es uno de los alimentos poco consumidos por la población debido a que se desconoce su valor nutricional, sin embargo, nos aporta en 100 g del alimento, 28.7 mg de hierro. Además, cuenta con dos ventajas adicionales: fácil obtención y bajo costo; el Instituto Nacional de Salud nos indica que el bazo de res es uno de los primeros alimentos ricos en hierro. (Ministerio de Salud, 2009)

La forma de consumo del bazo de res, es aún desconocida; por lo que, aplicar metodologías de preparación de subproductos fáciles de preparar, combinándolos con otros alimentos hace que se incremente su consumo. Además, es importante dar a conocer las propiedades del bazo de res y como puede lograrse la elaboración de un producto industrial; es decir, lograr la innovación y diversificación de productos fortificados que esté al alcance de las familias; contrarrestando así los niveles de anemia y, por ende, mejorar la salud.

Apaza & Izquierdo (2017), evaluaron la aceptabilidad de galletas elaboradas y determinaron el valor nutritivo de la galleta de mayor aceptación. En este estudio concluyeron que la mezcla de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y bazo de res fueron aceptadas por los panelistas escolares. Aunque al realizar el cálculo del valor nutritivo teórico los resultados arrojaron que la mezcla de (57% de trigo, 21% de tarwi, 14% de bazo) contiene alto contenido en hierro.

Cochevare & Sanchez (2015), plantearon tres formulaciones para la elaboración de pan dulce enriquecido con harina de Cañihua y extracto de bazo de ganado vacuno. Concluyeron que la formulación F-3 constituido por 57% harina de trigo, 10% harina de Cañihua y 22% de bazo de res, es la más recomendable con buena

aceptabilidad y cubre más del 50% de los requerimientos de hierros en los niños en edad preescolar.

Guerra & Huamán (2009), cuantificaron la concentración de hierro en bazo de *Bos taurus* L., en diferentes formas de preparación: crudo, sancochado, jugo de sancochado y extracto. Los resultados arrojaron que por cada muestra de 100g de bazo se obtuvo las siguientes concentraciones de hierro: crudo 38,44; sancochado 37,57; jugo de sancochado 36,87; y extracto 38,07 respectivamente; concluyéndose que las muestras del bazo de *B. taurus* crudo y en extracto presentan mayor concentración de hierro.

Por las razones expuestas, en esta investigación se realizó el secado del bazo de res a diferentes temperaturas y velocidades, buscando obtener harina con mayor concentración de hierro y conservar sus propiedades, facilitando así su comercialización y su industrialización con la finalidad de utilizarlo como ingrediente para la elaboración de productos alimenticios fortificados.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Determinar la temperatura y velocidad del aire para la obtención de harina a partir de bazo de res (*Bos indicus*), con el máximo contenido de hierro.

2.2. Específicos

- Determinar la temperatura y velocidad del aire de secado para obtener harina de bazo de res con máximo contenido de hierro.
- Determinar la concentración de hierro en la harina obtenida de bazo de res.
- Determinar las características fisicoquímicas y organolépticas de la harina obtenida a partir de bazo de res.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Materia prima

- Bazo de res (*Bos indicus*), procedente del camal municipal de Linderos, provincia de Jaén, región de Cajamarca.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales de laboratorio

- Vaso de precipitación
- Pipeta de 5 ml, 10 ml, 25ml
- Probeta
- Placas petri
- Cuchillos
- Guantes
- Pinza
- Matraces Erlenmeyer de 250 mL
- Tubos de ensayo
- Espátula
- Fiolas 100ml
- Bandejas de malla metálica
- Embudo de vidrio
- Papel filtrante

3.2.2. Equipos

- pH-metro (Metrohm 913).
- Balanza analítica (SHS Inside Super Hybrid Sensor AND. HR-250AZ).
- Balanza digital
- Balanza de triple brazo (OHAUS).
- Secador de bandejas
- Equipo de titulación
- Agitador Magnético (Velp Scientifica).
- Anemómetro digital
- Estufa (Enxin Instrument Modelo ODHG-9053^a).
- Mufla (JSB. Modelo digital).
- Tamiz n° 70 de malla 220 micrones
- Molino tradicional (CORONA).
- Espectrofotómetro (UNICO Spectrophotometer. 1205 vis).

3.2.3. Reactivos

- Agua destilada
- Alcohol de 96°
- Hipoclorito de sodio
- Hidróxido de sodio (NaOH).
- Ácido Clorhídrico (HCl) 1:2
- Fenolftaleína
- Nitrato Férrico
- Ácido Sulfúrico (H₂SO₄)
- Permanganato de potasio (KMnO₄)
- Cianuro de potasio (KCNS) 3N

3.3. Procedimiento

3.3.1. Obtención de materia prima

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

De los animales vacunos beneficiados, se seleccionaron los bazos con un peso promedio de 700g los cuales fueron colocados en recipientes de acero inoxidable, previamente desinfectados con una solución de agua clorada de 0.5 - 1ppm.

Se empleó cuchillos de acero inoxidable para cortar los bazos de res en pequeñas láminas rectangulares con unas dimensiones de 60mm x 15mm x 3mm aproximadamente; las mismas que se colocaron en las bandejas de malla metálica del secador y las que a su vez se sometieron al secado.

Se tomó el peso de cada bandeja y del armazón que contenía la muestra, se controló el peso cada 10 minutos hasta que la muestra llegara a un peso constante cuya diferencia sea de 2 a 3 gramos, luego se llevó a la estufa a las mismas temperaturas de trabajo (45, 55 y 65°C) para mantenerlas en un peso constante. Posteriormente se llevó al desecador por un tiempo de 25 minutos y se tomó los pesos de las muestras por cada tratamiento para sus cálculos correspondientes de humedad.

3.3.2. Obtención de la harina del bazo de res

Después de mantener las muestras secas en almacén se procedió al molido manual, con ayuda de un molino tradicional para granos, luego se procedió al tamizado para obtener partículas uniformes empleando un tamiz n° 70(malla 220 micrones), obteniéndose así la harina de bazo de res.

En el producto final se determinó la concentración de hierro mediante el espectrofotómetro, sus características físico-químicas como Acidez, pH, Cenizas, Humedad y sus características organolépticas como color, olor, apariencia y textura.

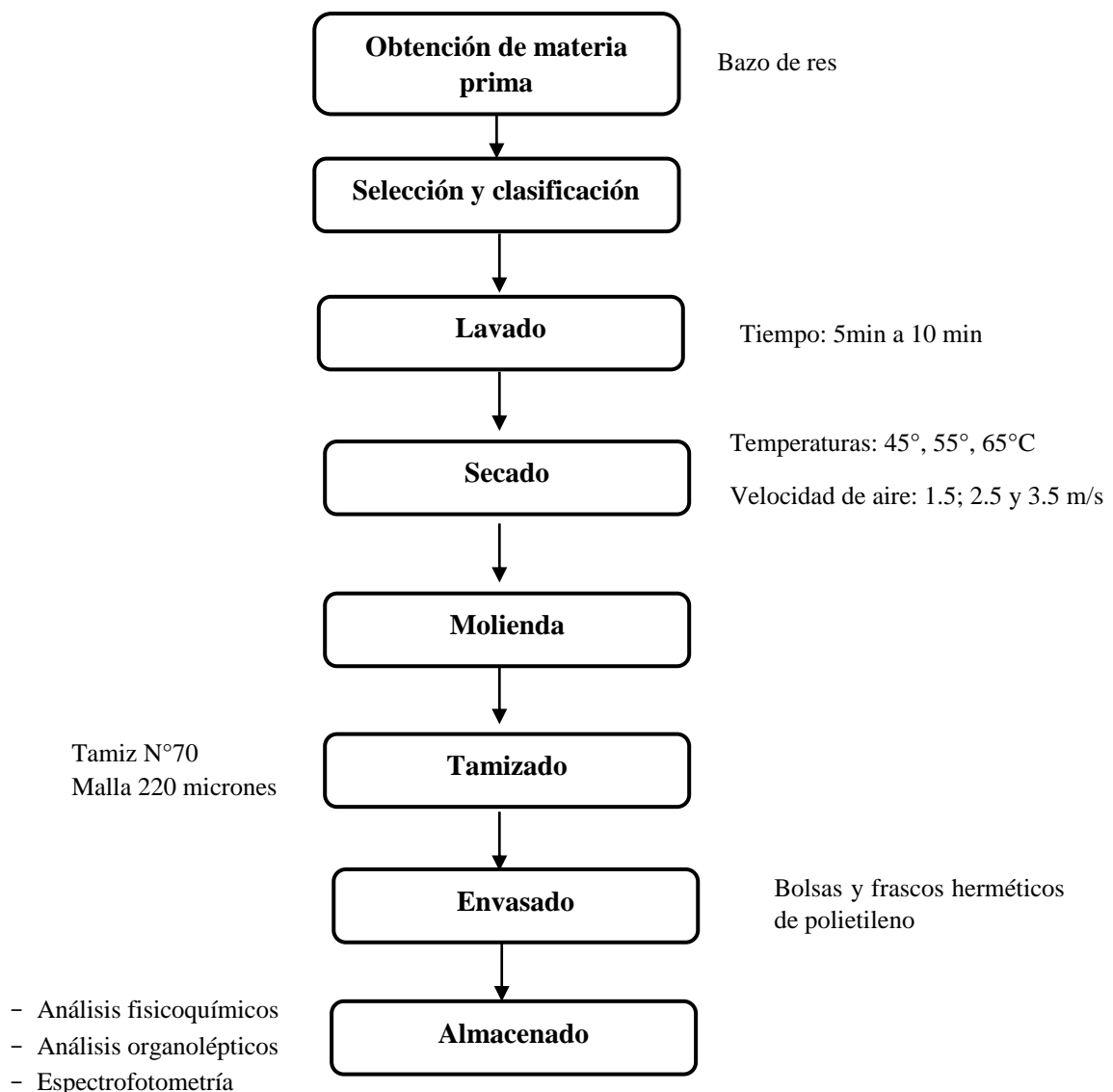


Figura 1. Flujograma para la obtención de harina de bazo de res.

3.3.3. Determinación de hierro mediante espectrofotometría

Se utilizó el espectrofotómetro para la cuantificación del hierro de la harina procedente de bazos de res, previamente secados a diferentes temperaturas y velocidades.

Preparación de la solución patrón de concentración 100 ppm de Fe³⁺:

- Se pesó 0,0721 g de nitrato férrico 9-hidrato, se disolvió en 5 ml de agua destilada, se trasvasó a una fiola de 100 ml y se completó el volumen con agua destilada 1ml = 0,1 mg de Fe.

Preparación de las disoluciones patrón

- Se colocó respectivamente 1, 2, 3, 4, y 5 ml de solución patrón 100 ppm en fioles de 100 ml y luego completamos el volumen con agua destilada.
- Luego calculamos las concentraciones de cada solución preparada.

Determinación de la Absorbancia para las disoluciones patrón:

- En un tubo de ensayo rotulado con el número 0 se colocó 10 ml de agua destilada (solución Blanco).
- Se tomó 10 ml de cada solución patrón preparada, se colocó en tubos de ensayo rotulados del 1 al 5.
- Luego se procedió a agregar a cada uno de los 6 tubos de ensayo 1 ml de HCL, 1 gota de permanganato (coloración rosada), se agito y por último agregamos 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 por lectura con el espectrofotómetro a una longitud de onda de 525nm.
- Por último, construimos la curva de calibración trazando un gráfico con la absorbancia de cada una de las soluciones patrón, por medio de esta curva estándar se obtuvo una fórmula con la cual se determinó la concentración de Fe de cada una de las muestras.

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

- Por cada tratamiento, se pesó 2 gramos de harina de bazo de res en un crisol de porcelana previamente tarada, se colocó el crisol en la estufa por un periodo de 2 horas hasta sequedad o peso constante, 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, finalmente se llevó al desecador y se pesó.
- Después de haber pesado el crisol, se agregó 2 ml de ácido sulfúrico, se agitó con una varilla de vidrio por 5 min para que se desprendan todas las cenizas adheridas al crisol, se dejó reposar por 15 min, esta solución se llevó a diluir en una fiola de 100 ml y luego completamos el volumen con agua destilada.
- Luego calculamos la concentración para la solución preparada:

Para la solución obtenida de cada tratamiento, se repitió el procedimiento realizado para la determinación de la absorbancia de las disoluciones patrón por lectura con el espectrofotómetro.

El dato obtenido por lectura del espectrofotómetro de cada uno de los tratamientos, lo reemplazamos en la fórmula de la curva estándar graficada de las disoluciones patrón y así se determinó la concentración de Fe de cada una de las muestras.

3.3.4. Análisis fisicoquímico de la harina

- **Determinación de la humedad (NTP- 205.037: 1975)**

Se utilizó el método por gravimetría, para lo cual pesamos una luna de reloj (W1), posteriormente colocamos la muestra (harina de bazo de res) y pesamos juntamente con la luna de reloj (W2). Luego se llevó a la estufa a 105°C y se controló cada 30 minutos el peso constante (W3).

Una vez tomados los datos de los pesos aplicamos la fórmula para la determinación de humedad para cada muestra.

$$\%H = 100 \left[\frac{W2 - W3}{W2 - W1} \right] \quad \dots\dots (1)$$

- **Determinación de cenizas (NTP- 205.038:1975)**

Para la determinación de cenizas se utilizó el método de incineración para la cual se utilizó la mufla.

Se tomó una muestra de la harina de bazo de res, y se pesó 2 gramos en un crisol de porcelana previamente tarada. Se colocó el crisol en la plancha de calentamiento hasta sequedad. Luego se llevó la cápsula a la mufla por un tiempo de 6-12 hrs., a una temperatura de 550-600 °C. Transcurrido el tiempo indicado se retiró el crisol de la mufla, dejando enfriar en un desecador y se pesó de nuevo. Se realizó pesadas sucesivas hasta que el peso sea constante en tres ocasiones.

Finalmente registrados los datos de los pesos aplicamos la formula para la determinación de cenizas.

$$\%C = \frac{\text{g cenizas}}{\text{masa de muestra}} \times 100 \quad \dots\dots (2)$$

- **Determinación de acidez (NTP- 205.039: 1975)**

Se preparó la muestra, Se disolvió 10g de harina de bazo de res en 100 ml de agua destilada. Luego se filtró la solución y se colocó en un matraz Erlenmeyer. Posteriormente se añadió tres gotas de fenolftaleína y se hizo una titulación rápida con NaOH 0.1N hasta obtener el color deseado, finalmente anotamos el volumen de NaOH gastado.

$$\% \text{ Ácido de Harina} = 100 \frac{(\text{N.V. ácido láctico})}{w} \dots\dots (3)$$

- **Determinación de pH (método 943.02 AOAC)**

Para el método de determinación de pH se utilizó el pH-metro (Metrohm 913), consistió en preparar la solución de 10g de muestra (harina de bazo de res) en un vaso de precipitación, se agregó 10 ml de agua destilada, luego vertimos la solución del vaso en una fiola de 100ml, completamos con agua destilada hasta el enrase de la fiola, luego se filtró. Posteriormente introducimos el pH- metro y se toma nota de los datos.

3.3.5. Análisis organoléptico

El proceso de evaluación organoléptica se llevó a cabo en el laboratorio de la carrera profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, se convocó 30 panelistas no entrenados constituyentes de dicha universidad a quienes se les proporcionó una muestra y una hoja de evaluación por cada tratamiento de la harina de bazo de res.

Esta evaluación se realizó empleando el método hedónico, cuya escala de puntuación es la de 5 puntos para cada uno de los atributos: color, olor, apariencia y textura, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: “Excelente”(5 puntos), “Bueno”(4 puntos), “Regular”(3 puntos), “Malo”(2 puntos), “Muy malo”(1 punto). (Anexo 6)

3.4. Diseño experimental

Se realizó el diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3A x 3B con 3 repeticiones.

Factor A: velocidad

Factor B: temperatura

a) Factores

Temperaturas de secado

T1 = Temperatura 45 °C

T2 = Temperatura 55 °C

T3 = Temperatura 65°C

Velocidad del aire

V1 = Velocidad 1.5 m/s

V2 = Velocidad 2.5 m/s

V3 = Velocidad 3.5 m/s

b) Croquis del experimento

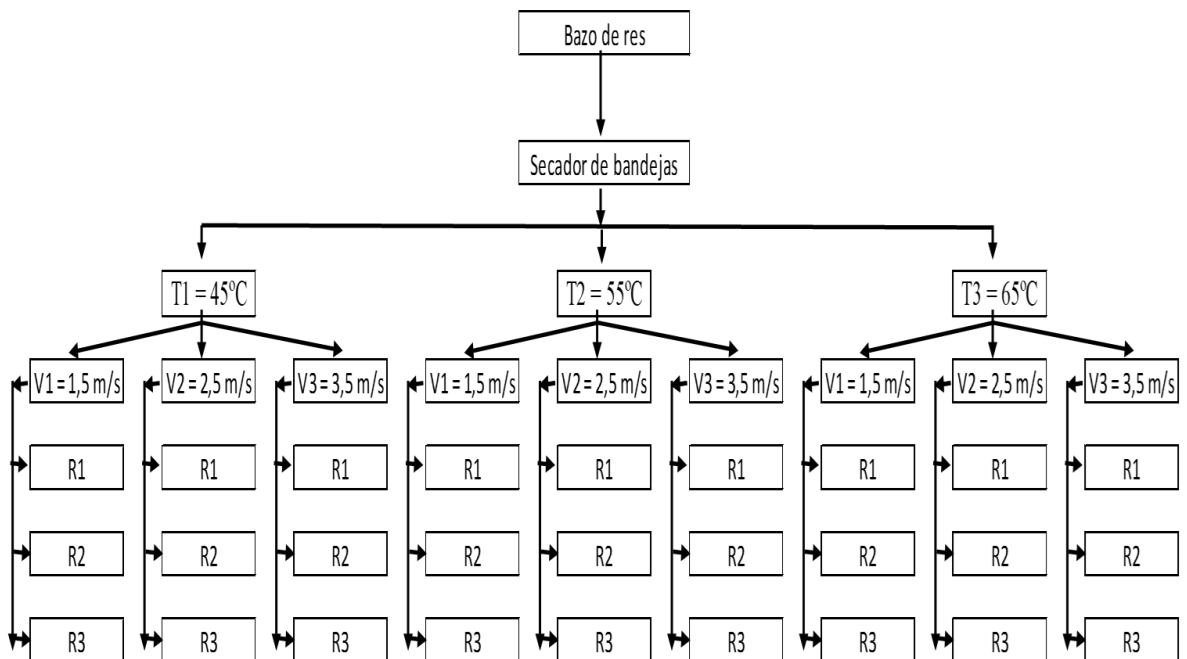


Figura 2. Esquema experimental de investigación.

Tabla 1.

Tratamientos.

Tratamiento			
N°	Código	Temperatura	Velocidad
T1	T1, V1	45°C	1.5 m/s
T2	T1, V2	45°C	2.5 m/s
T3	T1, V3	45°C	3.5 m/s
T4	T2, V1	55°C	1.5 m/s
T5	T2, V2	55°C	2.5 m/s
T6	T2, V3	55°C	3.5 m/s
T7	T3, V1	65°C	1.5 m/s
T8	T3, V2	65°C	2.5 m/s
T9	T3, V3	65°C	3.5 m/s

IV. RESULTADOS

4.1. Características del bazo de res en estado fresco

Los análisis del bazo de res (*Bos indicus*) fresco se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Análisis físicoquímico del bazo de res en estado fresco.

Repetición	% Cenizas	% Humedad	% Acidez	pH
R1	1.79	78.61	0.153	5.462
R2	2.17	83.33	0.154	5.394
R3	1.45	79.61	0.155	5.723
Promedio	1.80	80.52	0.154	5.526

Los resultados de la determinación de hierro del bazo de res en estado fresco mediante el uso del espectrofotómetro para determinar la concentración de mg Fe/100 g, se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 3.

Soluciones patrón ppm con su respectiva absorbancia.

Patrones en ppm	Absorbancia (525 nm)
0	0.065
5	0.192
10	0.344
15	0.536
20	0.716
25	0.917

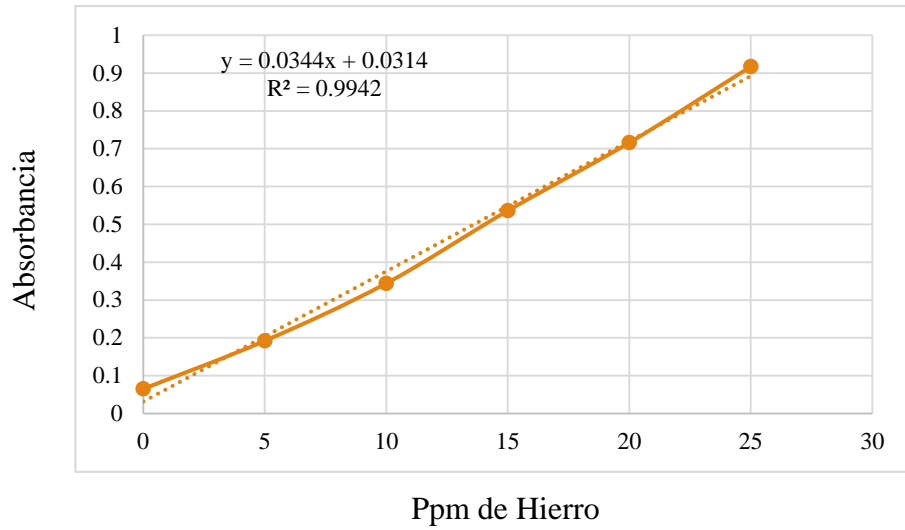


Figura 3. Línea de tendencia de absorbancia entre las soluciones patrón.

Mediante la aplicación de la fórmula obtenida del gráfico de la línea de tendencia (figura 3) se determina la concentración de Fe en las muestras. Los resultados, Tabla 4, mostraron un promedio de 29.993 mg Fe/100 g.

Tabla 4.

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

Muestra	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)	Concentración (mg/L)	Masa de Fe (mg)	mg Fe/100g
R1	0.725	6.0856	20.1628	2.0163	33.1320
R2	0.601	6.0915	16.5581	1.6558	27.1824
R3	0.651	6.0719	18.0116	1.8012	29.6639
Promedio					29.9927

4.2. Determinación de las características Físicoquímicas de la harina de bazo de res

Tabla 5.

Resultados físicoquímicos del bazo de res. Datos tomados del anexo 8.

TRATAMIENTOS	ACIDEZ	pH	CENIZA (%)	HUMEDAD (%)	
45°C	1.5 m/S	1.01	6.15	5.24	12.05
	2.5 m/S	1.01	6.26	4.97	10.39
	3.5 m/S	1.09	6.17	5.75	13.02
55°C	1.5 m/S	0.86	6.16	4.20	10.94
	2.5 m/S	1.01	6.13	5.54	9.94
	3.5 m/S	1.22	6.08	5.37	10.84
65°C	1.5 m/S	0.81	6.29	4.94	9.64
	2.5 m/S	1.03	6.17	5.91	7.25
	3.5 m/S	1.00	6.12	5.57	10.03

4.3. Determinación de hierro en la harina de bazo de res

La harina al ser analizada en el espectrofotómetro para determinar la concentración de mg Fe/100 g de bazo de res, arrojo los siguientes datos de absorbancia:

Tabla 6.

Soluciones patrón ppm con su respectiva absorbancia.

N°	Patrones en ppm	Absorbancia (525 nm)
0	0	0.072
1	5	0.192
2	10	0.344
3	15	0.536
4	20	0.716
5	25	0.917

Los datos de absorbancia y las concentraciones en ppm de las soluciones patrón son graficados (figura 4), para determinar la fórmula de la línea de tendencia que nos permitirá calcular la concentración de Hierro en cada muestra.

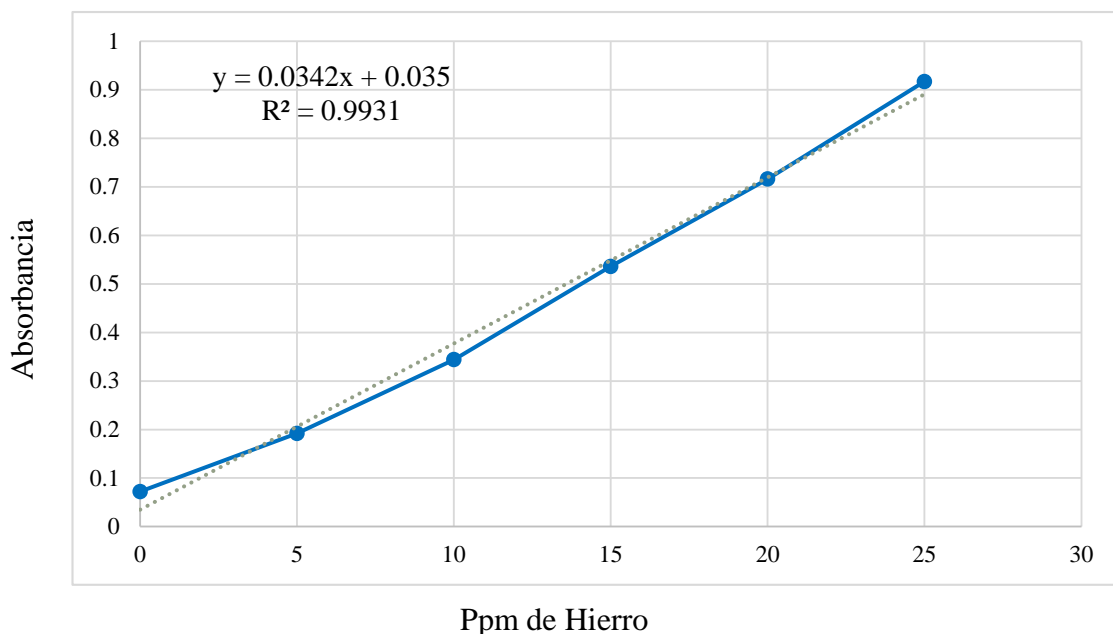


Figura 4. Línea de tendencia de la absorbancia entre las soluciones patrón.

Mediante la aplicación de la fórmula obtenida de la curva estándar, se determinó la concentración de las muestras de Fe para cada uno de los tratamientos, los datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Concentración de Fe para cada tratamiento.

Tratamiento	Parámetro	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
T1 (45°C; 1.5 m/s)	Absorbancia (525nm)	0.605	0.793	0.694	
	Masa de muestra(g)	2.0201	2.0227	2.0412	
	Concentración (mg/l)	16.6667	22.1637	19.269	
	Masa de Fe (mg)	1.6667	2.2164	1.9269	
	mg Fe/100g	82.5042	109.575	94.4004	95.4932
T2	Absorbancia (525nm)	0.809	0.889	0.885	
	Masa de muestra(g)	1.9957	2.0178	2.0173	

(45°C; 2.5 m/s)	Concentración (mg/l)	22.6316	24.9708	24.8538	
	Masa de Fe (mg)	2.2632	2.4971	2.4854	
	mg Fe/100g	113.4017	123.7524	123.2033	120.1191
T3	Absorbancia (525nm)	0.655	0.609	0.591	
	Masa de muestra(g)	2.0297	2.0997	2.0179	
	(45°C; 3.5 m/s)	Concentración (mg/l)	18.1287	16.7836	16.2573
	Masa de Fe (mg)	1.8129	1.6784	1.6257	
	mg Fe/100g	89.3169	79.9334	80.5655	83.272
T4	Absorbancia (525nm)	0.761	0.717	0.711	
	Masa de muestra(g)	2.0221	2.0076	2.0144	
	(55°C; 1.5 m/s)	Concentración (mg/l)	21.2281	19.9415	19.7661
	Masa de Fe (mg)	2.1228	1.9942	1.9766	
	mg Fe/100g	104.9803	99.3301	98.1239	100.8115
T5	Absorbancia (525nm)	0.882	1.11	0.925	
	Masa de muestra(g)	2.0296	2.0435	2.0139	
	(55°C; 2.5m/s)	Concentración (mg/l)	24.7661	31.4327	26.0234
	Masa de Fe (mg)	2.4766	3.1433	2.6023	
	mg Fe/100g	122.0244	153.8182	129.2189	135.0205
T6	Absorbancia (525nm)	1.014	1.058	0.74	
	Masa de muestra(g)	2.1212	2.0301	2.0828	
	(55°C; 3.5m/s)	Concentración (mg/l)	28.6257	29.9123	20.614
	Masa de Fe (mg)	2.8626	2.9912	2.0614	
	mg Fe/100g	134.9506	147.3439	98.9727	127.0891

T7 (65°C; 1.5m/s)	Absorbancia (525nm)	0.655	0.729	0.807	
	Masa de muestra(g)	2.0449	2.0375	2.0078	
	Concentración (mg/l)	18.1287	20.2924	22.5731	
	Masa de Fe (mg)	1.8129	2.0292	2.2573	
	mg Fe/100g	88.653	99.5946	112.427	100.2249
T8 (65°C; 2.5 m/s)	Absorbancia (525nm)	0.691	0.783	0.877	
	Masa de muestra(g)	2.0254	2.0305	2.0307	
	Concentración (mg/l)	19.1813	21.8713	24.6199	
	Masa de Fe (mg)	1.9181	2.1871	2.462	
	mg Fe/100g	94.7037	107.7141	121.2384	107.8854
T9 (65°C; 3.5m/s)	Absorbancia (525nm)	1.062	0.81	0.758	
	Masa de muestra(g)	2.124	2.0513	2.118	
	Concentración (mg/l)	30.0292	22.6608	21.1404	
	Masa de Fe (mg)	3.0029	2.2661	2.114	
	mg Fe/100g	141.3806	110.4705	99.8128	117.2213

Los cálculos realizados en la tabla 8 para obtener la concentración de hierro, se presentan en el Anexo 9 de manera más detallada.

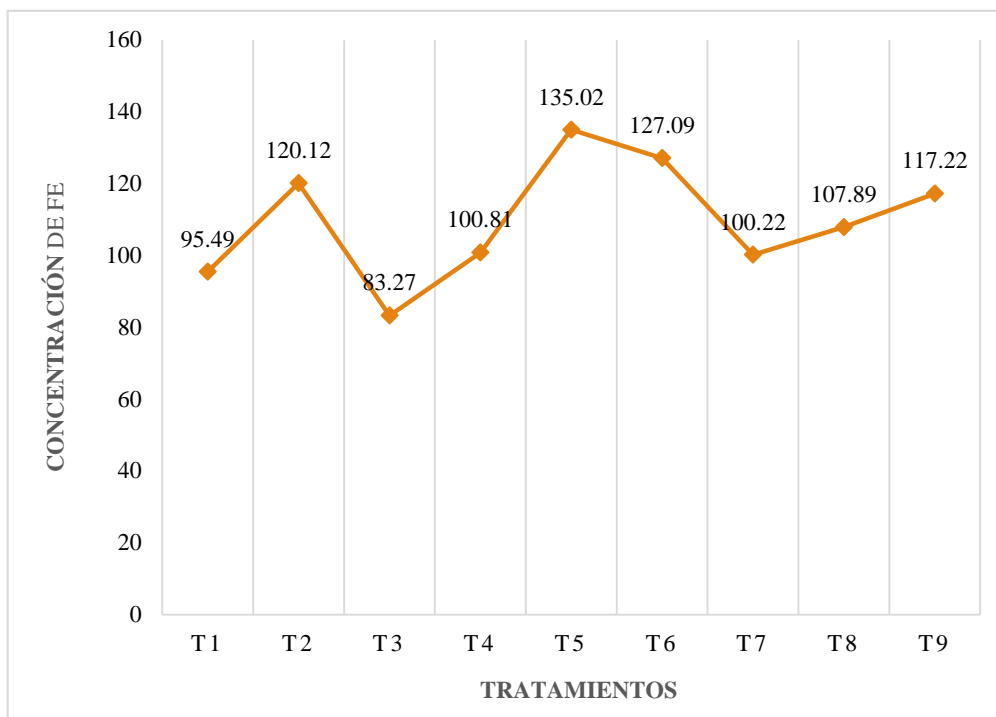


Figura 5. Concentración de hierro (mg/100gr) en la harina de bazo de res por cada tratamiento.

4.4. Características organolépticas

A continuación, se muestran los datos obtenidos a través de la encuesta realizada a 30 panelistas no entrenados constituyentes de la Universidad Nacional de Jaén, cada uno de ellos realizó tres repeticiones para mayor precisión de los resultados; evaluando el color, olor, textura y apariencia. Para ello se empleó el método de escala hedónica. (En el anexo 10 se muestra las encuestas realizadas)

Tabla 8.

Resultados de la evaluación de las características organolépticas de la harina de bazo de res

PARÁMETRO	45 °C			55 °C			65 °C		
	1.5	2.5	3.5	1.5	2.5	3.5	1.5	2.5	3.5
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	11.60	11.89	12.10	12.22	15.06	13.03	11.28	15.01	14.71

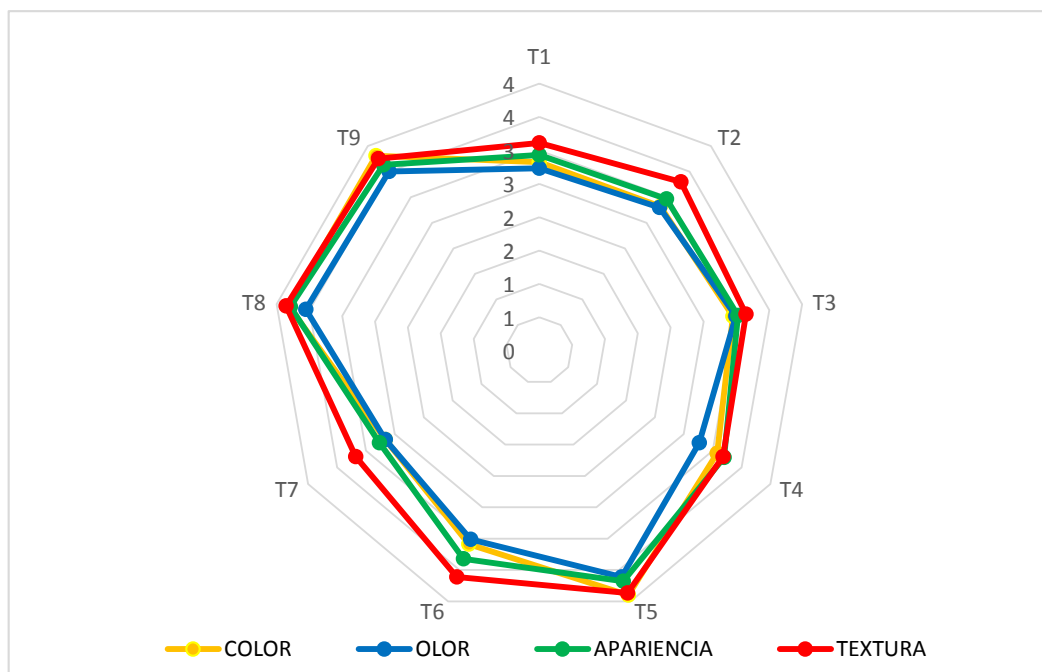


Figura 6. Gráfico radial de las características de la harina de bazo de res evaluadas por panelistas.

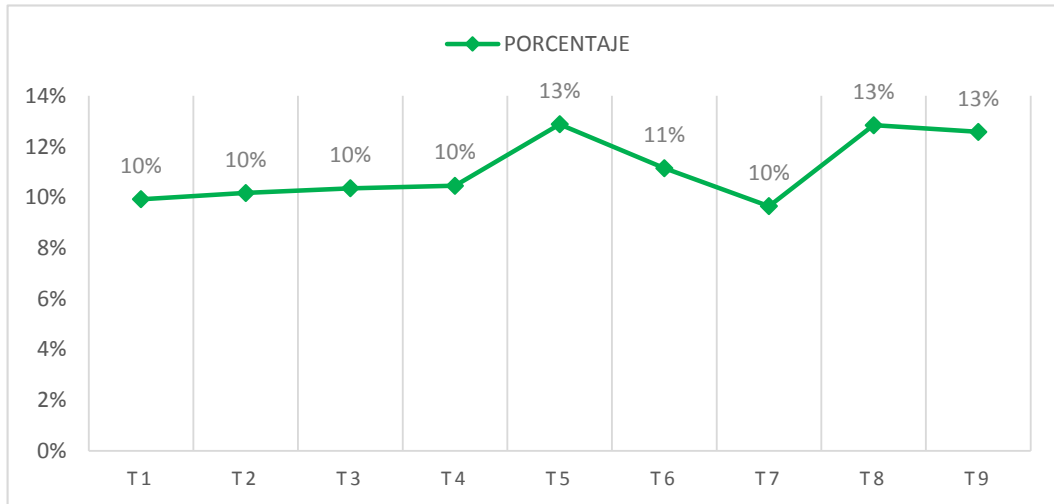


Figura 7. Porcentajes de aceptación de la harina bazo de res.

La figura 6 y 7 nos muestran la valoración del puntaje asignado por los 30 panelistas a cada uno de los nueve tratamientos para la evaluación de color, olor, apariencia y textura; donde se observa que los panelistas mostraron mayor aceptabilidad a los tratamientos T5, T8 y T9 con sus 4 características respectivamente, mientras que el tratamiento con menor puntaje asignado fue el tratamiento T7.

Se aplicó ANVA a los tratamientos para determinar si existe diferencia significativa entre ellos en cuanto al color, olor, apariencia y textura de la harina de bazo de res (ver tablas 11, 13, 15, 17).

4.5. Contenido de hierro de la harina de bazo de res

El ANVA al 0.05 de probabilidad (Tabla 9), muestra que hay significación estadística para los factores de temperatura y velocidad, pero en la interacción no tienen significancia estadística, lo que indicaría que los factores de manera combinada no influyen en el secado para obtener la harina de bazo de res.

Tabla 9.

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					

$$\% CV = 13.61$$

El coeficiente de variación muestra el 13.61 %, lo cual indica que el trabajo de investigación ha sido realizado eficientemente. Esto puede reafirmarse a través de la figura 8 en la que vemos que la dispersión de datos es uniforme y muy próximas a la línea de evaluación.

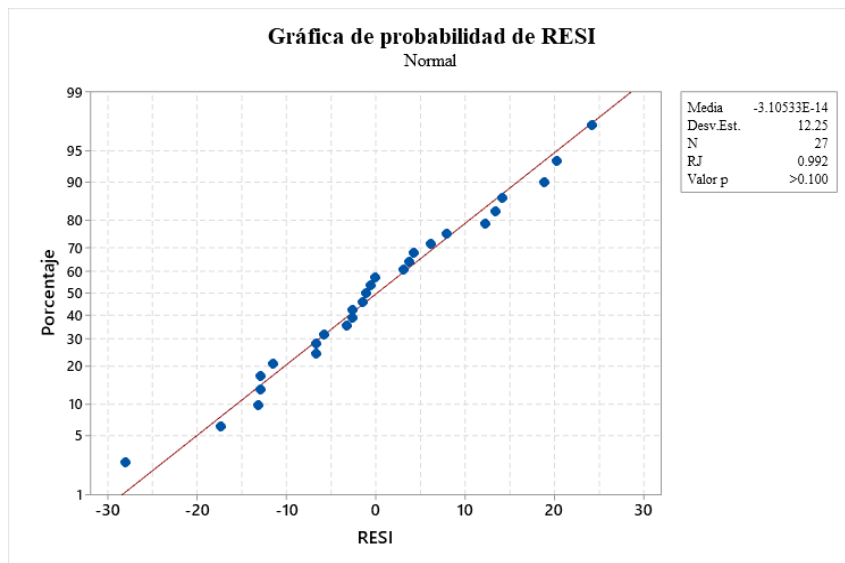


Figura 8. Gráfico de probabilidad de los tratamientos

Para comprobar esta significación estadística se recurrió a realizar la prueba de significación de medias entre tratamientos, siendo en este caso que todos los tratamientos tienen similar comportamiento, a excepción del tratamiento a 45°C con 3.5 m/s de velocidad, toda vez que la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad muestra que este tratamiento es superado estadísticamente por los 8 tratamientos restantes.

Tabla 10.

Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad de mg Fe/100 g

Código	Tratamientos		Orden de Mérito	Significancia (0.05)
	Temperatura	Velocidad		
T(5)	55	2.5	135.0205	A
T(6)	55	3.5	127.0891	A
T(2)	45	2.5	120.1191	A
T(9)	65	3.5	117.2213	A
T(8)	65	2.5	107.8854	A
T(4)	55	1.5	100.8114	A
T(7)	65	1.5	100.2249	A
T(1)	45	1.5	95.4932	A
T(3)	45	3.5	83.2719	A

4.6. Análisis Organolépticos

El análisis de varianza para el parámetro de color de harina (Tabla 11), indica que la temperatura y velocidad de aire, durante el secado, influye en la coloración del producto y a la vez que las interacciones de estos dos factores muestran alta significancia.

Tabla 11.

Análisis de varianza para el color en la harina de bazo de res.

FV	SC	GL	CM	Fobs.		F tabular	
						0.05	0.01
Repeticiones	0.0213	2	0.010653294	0.27	NS	3.63	6.23
Tratamientos	5.6911	8	0.7114				
Factor A (Temperatura)	1.7077	2	0.8538	21.29	**	3.63	6.23
Factor B (Velocidad)	1.9917	2	0.9958	24.83	**	3.63	6.23
Interacción A x B	1.9917	4	0.4979	12.42	**	3.01	4.77
Error	0.6416	16	0.0401				
Total	6.3327	26					

% CV = 6.23

La prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad indicada en la tabla 12 muestra que los tratamientos T5, T9 y T8 son similares estadísticamente y superan al resto de tratamientos. Esta indica que los tratamientos T5, T9 y T8 son más aceptables para los panelistas.

Tabla 12.

Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para el color en la harina de bazo de res.

Código	Tratamientos		Orden de Mérito	Significancia (0.05)
	Temperatura	Velocidad		
T(5)	55 °C	2.5	3.9000	A
T(9)	65 °C	3.5	3.8111	A
T(8)	65 °C	2.5	3.8111	A
T(6)	55 °C	3.5	3.0889	B
T(4)	55 °C	1.5	3.0778	B
T(3)	45 °C	3.5	2.9444	B
T(2)	45 °C	2.5	2.8222	B
T(1)	45 °C	1.5	2.8222	B
T(7)	65 °C	1.5	2.6667	B

El análisis de varianza (Tabla 13), muestra que hay una alta significación estadística en los factores de temperatura y velocidad al igual que la interacción de estos factores; lo cual indica que la temperatura y velocidad influye en el cambio de olor y ha sido percibido por los panelistas.

Tabla 13.

Análisis de varianza para el olor en la harina de bazo de res

FV	SC	GL	CM	Fobs.		F tabular	
						0.05	0.01
Repeticiones	0.0451	2	0.022542201	0.79	NS	3.63	6.23
Tratamientos	3.5092	8	0.4386				
Factor A (Temperatura)	0.7737	2	0.3869	13.61	**	3.63	6.23
Factor B (Velocidad)	1.7487	2	0.8743	30.75	**	3.63	6.23
Interacción A x B	0.9867	4	0.2467	8.68	**	3.01	4.77
Error	0.4549	16	0.0284				
Total	3.9641	26					
		% CV =	5.49				

La prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad (Tabla 14), indica que en los tratamientos T5, T8 Y T9 son estadísticamente similares, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Tabla 14.

Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para el olor en la harina de bazo de res.

Código	Tratamientos		Orden de Mérito	Significancia (0.05)
	Temperatura	Velocidad		
T(5)	55	2.5	3.6111	A
T(8)	65	2.5	3.5556	A
T(9)	65	3.5	3.5061	A
T(6)	55	3.5	3.0111	B
T(3)	45	3.5	2.9889	B
T(2)	45	2.5	2.8000	B
T(4)	55	1.5	2.7667	B
T(1)	45	1.5	2.7333	B
T(7)	65	1.5	2.6667	B

El análisis de varianza (Tabla 15), muestra que hay una alta significación estadística en los factores de temperatura y velocidad al igual que la interacción de estos dos factores.

Tabla 15.

Análisis de varianza para la Apariencia en la harina de bazo de res

FV	SC	GL	CM	Fobs.		F tabular	
						0.05	0.01
Repeticiones	0.0697	2	0.034856873	2.04	NS	3.63	6.23
Tratamientos	3.2810	8	0.4101				
Factor A (Temperatura)	1.0792	2	0.5396	31.59	**	3.63	6.23
Factor B (Velocidad)	1.2400	2	0.6200	36.30	**	3.63	6.23
Interacción A x B	0.9618	4	0.2405	14.08	**	3.01	4.77
Error	0.2733	16	0.0171				
Total	3.5543	26					
	% CV=	4.01					

La prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad (Tabla 16), indica que los tratamientos T9, T8 Y T7 son estadísticamente afines, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Tabla 16.

Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para la apariencia en la harina.

Código	Tratamientos		Orden de Mérito	Significancia (0.05)
	Temperatura	Velocidad		
T(8)	65	2.5	3.7889	A
T(5)	55	2.5	3.6778	A
T(9)	65	3.5	3.6333	A
T(6)	55	3.5	3.3222	B
T(4)	55	1.5	3.2000	B C
T(3)	45	3.5	3.0222	C D
T(2)	45	2.5	2.9667	C D
T(1)	45	1.5	2.9333	C D
T(7)	65	1.5	2.7667	D

En el análisis de significancia (Tabla 17), muestra que los factores de temperatura y velocidad tienen alta significancia estadística, pero en la interacción de factores tiene influencia significativamente en la textura.

Tabla 17.

Análisis de varianza para la textura en la harina de bazo de res.

FV	SC	GL	CM	Fobs.		F tabular	
						0.05	0.01
Repeticiones	0.1158	2	0.057887656	2.29	NS	3.63	6.23
Tratamientos	2.5083	8	0.3135				
Factor A (Temperatura)	0.9164	2	0.4582	18.10	**	3.63	6.23
Factor B (Velocidad)	1.2573	2	0.6287	24.84	**	3.63	6.23
Interacción A x B	0.3346	4	0.0837	3.31	*	3.01	4.77
Error	0.4049	16	0.0253				
Total	2.9132	26					

$$\% CV = 4.62$$

La prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad (Tabla 18), indica que los tratamientos T5, T8, T9 y T6 son estadísticamente similares, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Tabla 18.

Prueba de significación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad para la textura en la harina.

Código	Tratamientos		Orden de Mérito	Significancia (0.05)
	Temperatura	Velocidad		
T(5)	55	2.5	3.8667	A
T(8)	65	2.5	3.8556	A
T(9)	65	3.5	3.7556	A
T(6)	55	3.5	3.6111	A
T(2)	45	2.5	3.3000	B
T(7)	65	1.5	3.1778	B
T(4)	55	1.5	3.1778	B
T(3)	45	3.5	3.1444	B
T(1)	45	1.5	3.1111	B

Tabla 19.

Resumen de los tratamientos con mayor concentración de hierro y mayor aceptabilidad organoléptica.

	TRATAMIENTOS		
	Temperature	Velocidad	Total
Concentración de hierro	55°C	2.5m/s	135.02 mg
	55°C	3.5m/s	127.09 mg
	45°C	2.5m/s	120.12mg
Aceptabilidad organoléptica	55°C	2.5m/s	15.06
	65°C	2.5m/s	15.01
	65°C	3.5m/s	14.71

V. DISCUSIONES

Según el análisis fisicoquímico del bazo de res en estado fresco (tabla 2), se obtuvo un porcentaje de: acidez 0.154 %, pH 5.526, Cenizas 1.80 %, Humedad 80.52 %; según Arredonde Nuñez, y otros (2018), analizó el bazo de res en estado fresco presentando una humedad de 78,35 %; cenizas de 1,02 %; pH de 5,73; acidez de 0,44 %. Al igual que Aco Chavez & Quispe Chino (2019), refieren en su investigación los siguientes resultados de sus análisis, Humedad 78.53 y cenizas 1.20. Por lo tanto, los resultados obtenidos de Humedad, cenizas, acidez y pH no tienen diferencia en comparación con la información citada.

En cuanto al contenido de hierro del bazo de res en estado fresco se obtuvo 29.99 mg/100g, este resultado no muestra mucha diferencia en comparación con lo hallado por Reyes, Sanchez, Espinoza, Bravo, & Ganoza (2009), en la Tabla Peruana de Composición de Alimentos, que presenta un contenido de 28.70 mg; según Guerra Ñique & Huamán Bailón (2009) y Acevedo Rios & Duarez Barboza (2009), en su investigación reportaron una concentración de hierro de 38.44 y 30.24 mg respectivamente, siendo estos valores mayores que los reportados en la investigación. Sin embargo, Aco Chavez & Quispe Chino (2019), en su estudio obtuvo 24.72 mg, siendo esta cantidad menor a la obtenida. Esta diferencia podría atribuirse a distintas causas como raza, edad del animal, tipo de alimentación, localización geográfica de la crianza, y método utilizado.

En comparación a la cantidad de hierro en harina de bazo de res se obtuvo 135.02 mg/100g, mayor a la cantidad reportada por Mallma Marca & Quispe Murga (2015), en su investigación donde la harina presentó una cantidad 130.8 mg/100g; pero menor a la cantidad reportada por Aco Chavez & Quispe Chino (2019), que obtuvo una cantidad de 161.21 mg/100g; la diferencia existente para ambos componentes importantes en el bazo de bovino, puede deberse al contenido de agua que estos

presentan, ya que el contenido en agua en los alimentos dispersa o concentra los demás nutrientes (Document Petrlik, 2015). También depende de la edad, la biodisponibilidad del mineral en su dieta del animal, ya que las deficiencias de este mineral ocurren con mayor frecuencia en animales jóvenes (Andrea Páez, Campos Gaona, & Giraldo Patiño, 2013).

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la harina de bazo de res presentaron una humedad de 9.94; cenizas de 5.54 %; acidez de 6.13. Según Aco Chavez & Quispe Chino (2019), en su investigación obtuvieron una humedad de 9.46; cenizas de 5.56 %. Asimismo, Mallma Marca & Quispe Murga (2015), en su estudio obtuvieron resultados con respecto a cenizas de 6.9%. Por lo tanto; en comparación con humedad y cenizas, existe similitud, con la información citada.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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 2.5m/s, estos valores de temperatura y velocidad corresponde a parámetros intermedios con los que se trabajó.

La mayor concentración de hierro en la harina de bazo de res fue de 135.02 mg/100g, del tratamiento T5 ($T^{\circ}= 55^{\circ}\text{C}$ y $V=2.5\text{m/s}$). El Anva al 0.05 de probabilidad indica que los factores de temperatura y velocidad tienen significancia estadística e influyen en el secado para obtener una mayor concentración de hierro.

Sus características fisicoquímicas de la harina de bazo con máximo contenido de hierro (T5); fueron las siguientes: acidez 1.01%; pH 6.13; cenizas 5.54% y humedad 9.94%.; en cuanto a su análisis organoléptico se observó buena aceptabilidad con un puntaje de 15.06 por parte de los panelistas; esto se comprobó mediante la prueba de tukey al 0.05 de probabilidad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda estudios posteriores en los que se pueda dar uso a la harina de bazo de res (*Bos indicus*) como un sub producto para enriquecer nuevos productos en cuanto a niveles de hierro y analizar el efecto sobre el nivel de hemoglobina en la sangre y por ende comprobar si contribuye a reducir los niveles de anemia.

La harina de bazo de res posee un sabor característico debido al alto contenido de hierro, por ello se recomienda realizar nuevas formulaciones junto con otros productos para así lograr enmascarar ese sabor y enriquecer aún más con otros nutrientes el producto.

Fomentar el consumo de bazo de res en diferentes preparaciones debido a que es un alimento con excelentes propiedades nutritivas y de bajo costo, además se encuentra al alcance de la población.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Rios, M. E., & Duarez Barboza, L. A. (2009). *"Cuantificación de la concentración de hierro presente en bazo de bos Taurus, Ovis Azeb"* *Cuantificación de la concentración de hierro presente en bazo de bos Taurus, ovis aries, sus doméstica y capra hircus*". Tesis, Trujillo-Perú. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2683/Acevedo%20Rios%20Manuel%20Eutimio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aco Chavez, K. E., & Quispe Chino, G. (2019). *"Formulación para elaborar galletas de harina de bazo de origen bovino (bos taurus), para niños en etapa preescolar"*. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Arequipa-Perú. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9632/IAacchke%26q uchg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Andrea Páez, P., Campos Gaona, R., & Giraldo Patiño, L. (12 de Agosto de 2013). "Suplementación y metabolismo de hierro en neonatos bovinos en condiciones de trópico". 62, 59-65. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/25132/43632
- Antonio, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en práctica*. España: Acribia.
- Arredonde Nuñez, A., Huamán Huayllahuaman, J., Ramírez Garibay, D., Tapia Bañez, Y., Vásquez Caycho, A., Marín Vallejo, M., . . . Arias Arroyo, G. (2018). *Evaluación del contenido de hierro y parámetros fisicoquímicos en harina obtenida de bazo*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de Evaluación del contenido de hierro y parámetros fisicoquímicos en harina obtenida de bazo.: <https://eciperu.files.wordpress.com/2018/05/evaluacion-del-contenido-de-hierro-y-parámetros-fisicoquímicos-en-harina-obtenida-de-bazo-de-ganado-vacuno-5.pdf>
- Document Petrlik, K. (2015). *"Evaluación nutricional y sensorial de galletas fortificadas con hígado de res"*. Tesis, Universidad de Piura, Piura. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3502/MAE_HUM_NUT_006.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Guerra Ñique, D. P., & Huamán Bailón, Y. (2009). "*Cuantificación de hierro en bazo de bos Taurus L. en diferentes formas de prepración*". Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4942/Guerra%20%C3%91ique%20Diana%20Paola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ledesma Vásconez, N. E. (2011). *Utilización de Diferentes Niveles de Bazo de Bovino (4, 8, 12 y16 %) como Antioxidante en la Elaboración de Mortadela Corriente*. Tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 11 de Marzo de 2020, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/867>
- Mallma Marca, F., & Quispe Murga, E. (2015). *Formulación de un extruído rico en hierro a partir de bazo bovino (bos taurus), tarwi (lupinus mutabilis) kiwicha (amaranthus caudatus) y grits de maiz (zea mays), edulcorado con jarabe de yacon (smallanthus sonchifolius) para niños de 3 - 5 años*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/519>
- Ministerio de Salud. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Recuperado el 17 de febrero de 2020, de Tablas peruanas de composición de alimentos: <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Reyes, M., Sanchez, I., Espinoza, C., Bravo, F., & Ganoza, L. (2009). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Obtenido de <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>

VIII. AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por brindarnos la salud, por la oportunidad de alcanzar muchas de nuestras metas trazadas y por darnos la fortaleza en aquellos momentos de dificultad.

Gracias a la universidad nacional de Jaén por permitir formarnos y convertirnos en profesionales de bien en nuestra carrera profesional que tanto nos apasiona, gracias a cada uno de los docentes que compartieron sus conocimientos como parte del proceso integral de formación a lo largo de cada ciclo de la carrera universitaria.

Al ingeniero Mg. Sc. James Tirado Lara, expresar nuestro agradecimiento por su asesoría, por la dedicación, por su tiempo y el apoyo brindado a este proyecto de investigación, por el respeto y fortalecimiento de nuestras ideas para concluir satisfactoriamente este trabajo.

Al ingeniero Mg. Polito Michael Huayama Sopla, por aceptar la asesoría de la presente tesis, por su orientación, por la atención a nuestras consultas sobre metodología y por apoyarnos en todo este proceso que permitió el desarrollo del trabajo.

Al ingeniero Adán Díaz Ruiz, jefe del laboratorio de Taller de Tecnología de los alimentos de la carrera profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, por brindarnos las facilidades para el uso de los equipos y materiales de laboratorio, por su valioso tiempo y conocimientos para la ejecución del presente proyecto de investigación.

Finalmente, a todas aquellas personas, compañeros y amigos que nos brindaron sus aportes, el apoyo incondicional y su tiempo para lograr la culminación con éxito de este trabajo.

IX. DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por todas las bendiciones derramadas en cada etapa de mi vida; por brindarme la fortaleza y la oportunidad de alcanzar una a una mis metas trazadas. A Olga Saavedra y Adolfo Suarez, mis padres quienes realizaron innumerables hazañas y sacrificios en su vida para permitirme continuar con mi proceso de formación hacia el éxito, a mis hermanos Hilmer y Belser Jiménez por la motivación y el apoyo para alcanzar cada una de mis metas personales. A cada integrante de mi familia donde crecí educado y encaminado en valores, todos ellos son promotores de mis sueños.

A mis amigos, por el apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo.

Mis logros se los debo a todos ustedes. Mil gracias.

De: José Luis Jiménez Saavedra

A Dios, por su bendición, por escucharme y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. A mis padres Elmer Horna y Ricardina Pérez, que son mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño; este trabajo es fruto y esfuerzo de su apoyo. A mis hermanos por creer y confiar en mí, que han sido mi ejemplo y lucha para alcanzar mis metas. A Piero, por su afecto y cariño, ayuda incondicional en la parte moral y económica. A mis mejores amigas Yajaira y Scania, las cuales me enseñaron que la amistad es la esencia de la propia vida; que por medio de su alegría me motivaron a seguir adelante.

Finalmente, a todas aquellas personas, colegas y amigos que me brindaron su apoyo, tiempo en información para el logro de este trabajo.

De: María Horna Pérez

X. ANEXOS

Anexo 1

Imágenes de la obtención del bazo de res



Figura 9. Recepción del bazo de res



Figura 10. Bazo de res recolectado



Figura 11. Limpieza



Figura 12. Lavado



Figura 13. Almacenamiento refrigerado

Anexo 2

Imágenes del proceso de secado del bazo de res en el laboratorio de Refrigeración y Deshidratación de la Universidad nacional de Jaén.



Figura 14. Pesado de bazo de res



Figura 15. Cortado en láminas finas



Figura 16. Bazo de res esparcido en las bandejas



Figura 17. Bazo de res en el secador de bandejas.



Figura 18. Control de velocidad de secado



Figura 19. Control de peso



Figura 21. Bazo de res seco



Figura 20. Control de temperatura de secado



Figura 23. Envasado



Figura 22. Muestras en la estufa

Anexo 3

Imágenes de proceso final para la obtención de harina de bazo de res



Figura 25. Molido



Figura 24. Tamizado

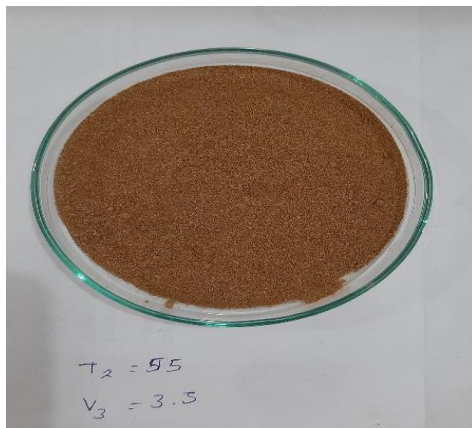


Figura 27. Harina de bazo de res

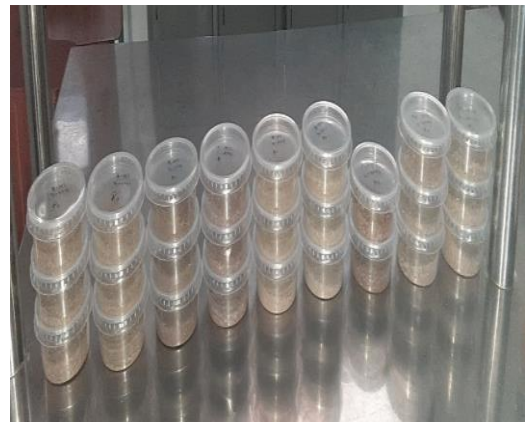


Figura 26. Envasado

Anexo 4

Análisis Fisicoquímico de la harina de bazo de res



Figura 28. Determinación del pH



Figura 29. Determinación de la humedad por método de la estufa



Figura 31. Determinación de la acidez titulable.



Figura 30. Determinación de cenizas

Anexo 5

Determinación espectrofotométrica de Hierro



Figura 33. Muestras de harina de bazo de res diluida

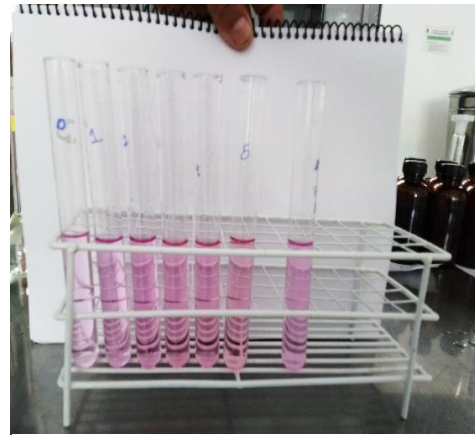


Figura 32. Disoluciones de bazo de res en estado fresco



Figura 35. Disoluciones de harina de bazo de res

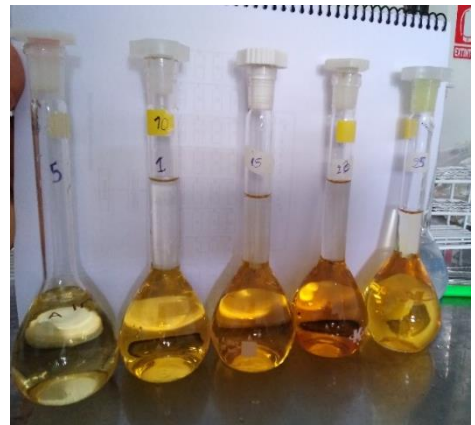


Figura 34. Soluciones patrón

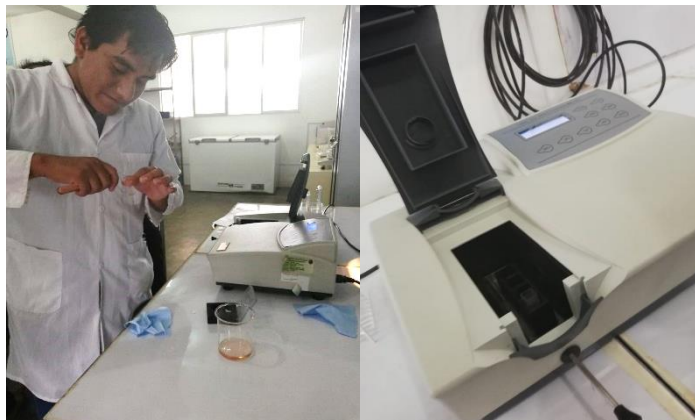


Figura 36. Lectura de las muestras en el espectrofotómetro

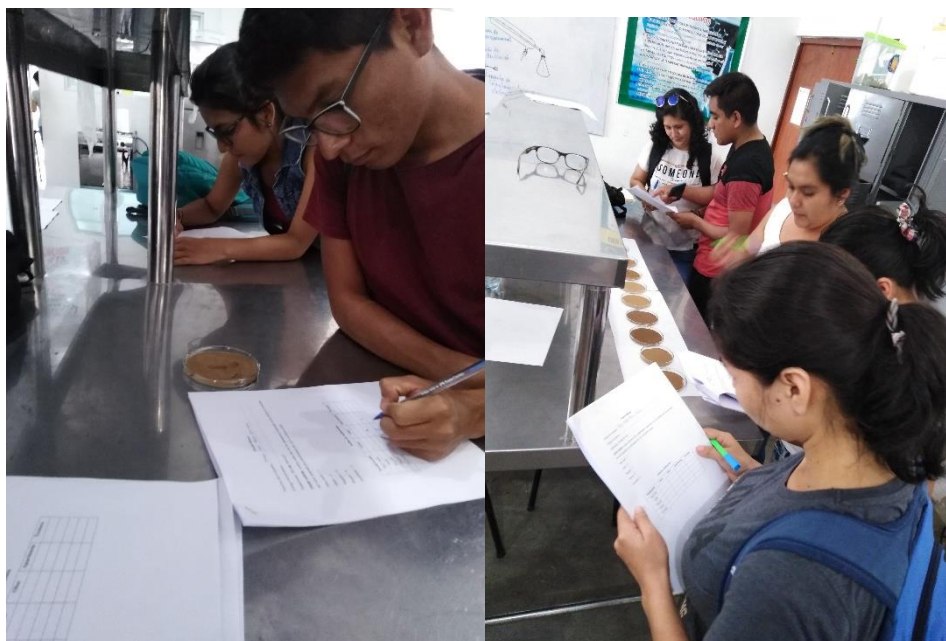


Figura 37. Panelistas evaluando la harina de bazo de res

Anexo 6

Evaluación organoléptica con escala Hedónica

Ponderación	0 – 5
Muy malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Excelente	5

- a) Evaluación del color
- b) Evaluación del olor
- c) Evaluación de la apariencia
- d) Evaluación de la textura

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo				
Regular				
Bueno				
Excelente				

Fuente: (Anzaldúa, 1994)

Anexo 7

Cálculos para la determinación de la concentración de hierro en el bazo de res fresco

Del gráfico de la línea de tendencia (Figura 3), tenemos la siguiente fórmula:

$$Y = 0.0344x + 0.0314$$

Donde:

Y: Absorbancia

X: concentración de hierro en la solución muestra

Entonces calculamos la concentración de hierro para las muestras, reemplazando el valor de “y” que corresponde a las absorbancias.

Tabla 20. Absorbancias para las disoluciones de muestra fresca

Muestra	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.725	6.0856
R2	0.601	6.0915
R3	0.651	6.0719

❖ Para la muestra R1: valor de y = 0.725

$$Y = 0.0344x + 0.0314$$

$$0.725 = 0.0344 x + 0.0314$$

$$X = (0.725 - 0.0314) / 0.0344 = 20.1628 \text{ mg/l (concentración de hierro en la muestra)}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 20.1628 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.0163 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.0163 \text{ mg} \text{ ----- } 6.0856\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.0163 \times 100) / 6.0856 = 33.1320 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.601**

$$Y = 0.0344x + 0.0314$$

$$0.601 = 0.0344x + 0.0314$$

$$X = (0.601 - 0.0314) / 0.0344 = 16.5581 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 16.5581 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.6558 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.6558 \text{ mg} \text{ ----- } 6.0915\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.6558 \times 100) / 6.0915 = 27.1824 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.651**

$$Y = 0.0344x + 0.0314$$

$$0.651 = 0.0344x + 0.0314$$

$$X = (0.651 - 0.0314) / 0.0344 = 18.0116 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 18.0116 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.8012 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.8012 \text{ mg} \text{ ----- } 6.0719\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.8012 \times 100) / 6.0719 = 29.6639 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la muestra fresca de bazo de res, se obtuvo un promedio de 29.9927 mg Fe/100g de muestra.

Anexo 8

Datos y formulas aplicadas para la determinación de cenizas, humedad, pH y porcentaje de ácido en la harina de bazo de res.

TRATAMIENTO 1

Humedad

$$\%H = 100 \left[\frac{W2 - W3}{W2 - W1} \right]$$

Tabla 21.

Determinación de humedad T1

Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T1=45 V1=1.5	A	40.76	42.77	11.94
	B	40.75	42.76	11.94
	C	40.00	42.04	12.25
Promedio				12.05

Cenizas

$$\% C = \frac{\text{g cenizas}}{\text{masa de muestra}} \times 100$$

Tabla 22.

Datos para la determinación de cenizas T1

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.02	0.1016
B	2.02	0.1015
C	2.04	0.1156
Peso Promedio	2.03	0.1062
%Cenizas		5.24

pH y Acidez

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

Tabla 23.

Datos para la determinación de acidez y pH T1

Normalidad Pe	0.0845 0.09	Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
		R1	10.0923	13.5	6.135	1.02
		R2	10.1847	13.8	6.118	1.03
		R3	10.1226	13.1	6.182	0.98
Promedio					6.15	1.01

TRATAMIENTO 2

Determinación de humedad

Tabla 24.

Datos para la determinación de humedad T2

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T1=45 V2=2.5	A	39.0934	41.0892	40.8801	10.48
	B	37.1400	39.1578	38.9483	10.38
	C	38.0822	40.0995	39.8917	10.30
				Promedio	10.39

Determinación de Cenizas

Tabla 25.

Datos para la determinación de cenizas T2

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	1.99571	0.0981
B	2.0178	0.1001
C	2.0173	0.1015
Peso Promedio	2.01	0.0999
%Cenizas		4.97

Determinación de pH y Acidez

Tabla 26.

Datos para la determinación de acidez y pH T2

Normalidad Pe	0.0845 0.09	Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
		R1	10.1850	13.8	6.288	1.03
		R2	10.4921	13.5	6.254	0.98
		R3	10.2739	13.7	6.238	1.01
		Promedio			6.26	1.01

TRATAMIENTO 3

Determinación de humedad

Tabla 27.

Datos para la determinación de humedad T3

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T1=45 V3=3.5	A	39.0140	41.0452	40.7805	13.03
	B	39.8779	41.9790	41.7071	12.94
	C	37.0603	39.0795	38.8150	13.10
Promedio				13.02	

Determinación de Cenizas

Tabla 28.

Datos para la determinación de cenizas T3

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.0297	0.1184
B	2.0997	0.1172
C	2.0179	0.1181
Peso Promedio	2.05	0.1179
%Cenizas		5.75

Determinación de pH y Acidez

Tabla 29.

Datos para la determinación de pH y Acidez T3

Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
R1	10.0312	14.6	6.17	1.11
R2	10.1950	14.1	6.21	1.05
R3	10.0831	14.9	6.13	1.12
Promedio			6.17	1.09

TRATAMIENTO 4

Determinación de humedad

Tabla 30.

Datos para la determinación de humedad T4

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T2=55 V1=1.5	A	15.2195	17.2836	17.0386	11.87
	B	15.5568	17.5644	17.3547	10.45
	C	15.9339	17.9483	17.7369	10.49
Promedio				10.94	

Determinación de Cenizas

Tabla 31.

Datos para la determinación de cenizas T4

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.0221	0.095
B	2.0076	0.0888
C	2.0144	0.0699
Peso Promedio	2.01	0.084566667
%Cenizas		4.20

Determinación de pH y Acidez

Tabla 32.

Datos para la determinación de pH y Acidez T4

Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
R1	10.0710	11.4	6.126	0.86
R2	10.1429	11.7	6.184	0.88
R3	10.3581	11.5	6.163	0.84
Promedio			6.16	0.86

TRATAMIENTO 5

Determinación de humedad

Tabla 33.

Datos para la determinación de humedad T5

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T2=55 V2=2.5	A	40.6748	42.7044	42.5053	9.8
	B	40.6877	42.7312	42.5212	10.3
	C	39.9191	41.9330	41.7369	9.7
			Promedio		9.9

Determinación de Cenizas

Tabla 34.

Datos para la determinación de cenizas T5

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.0296	0.1129
B	2.0435	0.1108
C	2.0139	0.1133
Peso Promedio	2.03	0.112333333
%Cenizas		5.54

Determinación de pH y Acidez

Tabla 35.

Datos para la determinación de pH y Acidez T5

Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
R1	10.0268	13.3	6.117	1.01
R2	10.0192	13.1	6.128	0.99
R3	10.1070	13.5	6.150	1.02
Promedio			6.13	1.01

TRATAMIENTO 6

Determinación de humedad

Tabla 36.

Datos para la determinación de humedad T6

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g) = Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g) = Peso constante	% Humedad
T2=55 V3=3.5	A	40.6482	42.768	42.5335	11.06
	B	40.6601	42.6913	42.4716	10.82
	C	38.0183	40.1001	39.8788	10.63
				Promedio	10.84

Determinación de Cenizas

Tabla 37.

Datos para la determinación de cenizas T6

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.1212	0.1141
B	2.0301	0.1075
C	2.0828	0.1132
Peso Promedio	2.08	0.1116
%Cenizas		5.37

Determinación de pH y Acidez

Tabla 38.

Datos para la determinación de pH Y acidez T6

Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
R1	10.0351	16.2	6.092	1.23
R2	10.0147	15.9	6.084	1.21
R3	10.0292	16.1	6.052	1.22
Promedio			6.08	1.22

TRATAMIENTO 7

Determinación de humedad

Tabla 39.

Datos para la determinación de humedad T7

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T3=65 V1=1.5	A	40.7188	42.7637	42.5647	9.73
	B	40.7304	42.7679	42.5726	9.59
	C	39.9699	41.9777	41.785	9.60
				Promedio	9.64

Determinación de Cenizas

Tabla 40.

Datos para la determinación de cenizas T7

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.0449	0.1023
B	2.0375	0.0979
C	2.0078	0.1007
Peso Promedio	2.03	0.1003
	%Cenizas	4.94

Determinación de pH y acidez

Tabla 41.

Datos para la determinación de pH y acidez T7

Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
R1	10.0540	10.80	6.3350	0.82
R2	10.0351	10.50	6.2560	0.80
R3	10.0292	10.60	6.2810	0.80
	Promedio		6.29	0.81

TRATAMIENTO 8

Determinación de humedad

Tabla 42.

Datos para la determinación de humedad T8

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T3=65 V2=2.5	A	39.0721	41.0975	40.9741	6.09
	B	38.0526	40.0831	39.9605	6.04
	C	37.1085	39.1392	38.9441	9.61
				Promedio	7.25

Determinación de Cenizas

Tabla 43.

Datos para la determinación de cenizas T8

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.03	0.1190
B	2.02	0.1194
C	2.03	0.1207
Peso Promedio	2.03	0.1197
%Cenizas		5.91

Determinación de pH y Acidez

Tabla 44.

Datos para la determinación de pH y acidez T8

Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
R1	10.1032	13.80	6.198	1.04
R2	10.0954	13.50	6.153	1.02
R3	10.1016	13.70	6.164	1.03
Promedio			6.17	1.03

TRATAMIENTO 9

Determinación de humedad

Tabla 45.

Datos para la determinación de humedad T9

	Muestras	W1(g) = Peso de crisoles	W2(g)= Peso de muestras + Peso de crisol	w3(g)=Peso constante	% Humedad
T3=65 V3=3.5	A	37.0440	39.1672	38.9528	10.10
	B	38.9762	41.0289	40.8250	9.93
	C	39.8816	42.0010	41.7881	10.05
				Promedio	10.03

Determinación de Cenizas

Tabla 46.

Datos para la determinación de cenizas T9

Muestra	Peso Seco	Peso cenizas
A	2.1240	0.1146
B	2.0513	0.1136
C	2.1180	0.1222
Peso Promedio	2.10	0.1168
	%Cenizas	5.57

Determinación de pH y Acidez

Tabla 47.

Datos para la determinación de pH y acidez T9

Repetición	Muestra (W) g	(V) ml de NaOH	PH	% Ácido
R1	10.0024	13.10	6.144	1.00
R2	10.0121	13.00	6.113	0.99
R3	10.0082	13.30	6.117	1.01
Promedio			6.12	1.00

Anexo 9

Cálculos para determinar la concentración de hierro en la harina de bazo de res

Del gráfico de la línea de tendencia (Figura 4), tenemos la siguiente fórmula:

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

Donde:

Y: Absorbancia

X: concentración de hierro en la muestra

Entonces calculamos la concentración de Hierro para las muestras, reemplazando el valor de “y” que corresponde a las absorbancias.

PARA EL TRATAMIENTO T1 (45°C; 1.5 m/s)

Tabla 48. Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T1

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.605	2.0201
R2	0.793	2.0227
R3	0.694	2.0412

❖ Para la muestra R1: valor de y = 0.605

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.605 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.605 - 0.035) / 0.0342 = 16.6667 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 16.6667 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.6667 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.6667 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0201\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.6667 \times 100) / 2.0201 = 82.5042 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.793**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.793 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.793 - 0.035) / 0.0342 = 22.1637 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 22.1637 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.2164 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.2164 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0227\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.2164 \times 100) / 2.0227 = 109.575 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.694**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.694 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.694 - 0.035) / 0.0342 = 19.269 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 19.269 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.9269 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.9269 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0412 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.9269 \times 100) / 2.0412 = 94.4004 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T1 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 95.4932 mg.

PARA EL TRATAMIENTO T2 (45°C; 2.5 m/s)

Tabla 49.

Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T2

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.809	1.9957
R2	0.889	2.0178
R3	0.885	2.0173

❖ **Para la muestra R1: valor de y = 0.809**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.809 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.809 - 0.035) / 0.0342 = 22.6316 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 22.6319 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.2632 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.2632 \text{ mg} \text{ ----- } 1.9957 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.2632 \times 100) / 1.9957 = 113.4017 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.889**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.889 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.889 - 0.035) / 0.0342 = 24.9708 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 24.9708 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.4971 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.4971 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0178 \text{ de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.4971 \times 100) / 2.0178 = 123.7524 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.885**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.885 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.885 - 0.035) / 0.0342 = 24.8538 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 24.8538 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.4854 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.4854 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0173 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.4854 \times 100) / 2.0173 = 123.2033 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T2 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 120.1191 mg.

PARA EL TRATAMIENTO T3 (45°C; 3.5 m/s)

Tabla 50.

Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T3

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.655	2.0297
R2	0.609	2.0997
R3	0.591	2.0179

❖ **Para la muestra R1: valor de y = 0.655**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.655 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.655 - 0.035) / 0.0342 = 18.1287 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 18.1287 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.8129 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.8129 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0297 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.8129 \times 100) / 2.0297 = 89.3169 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.609**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.609 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.609 - 0.035) / 0.0342 = 16.7836 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 16.7836 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.6784 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.6784 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0997\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.6784 \times 100) / 2.0997 = 79.9334 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.591**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.591 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.591 - 0.035) / 0.0342 = 16.2573 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 16.2573 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.6257 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.6257 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0179 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.6257 \times 100) / 2.0179 = 80.5655 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T3 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 83.272 mg.

PARA EL TRATAMIENTO T4 (55°C; 1.5 m/s)

Tabla 51.

Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T4

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.761	2.0221
R2	0.717	2.0076
R3	0.711	2.0144

❖ **Para la muestra R1: valor de y = 0.761**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.761 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.761 - 0.035) / 0.0342 = 21.2281 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 21.2281 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.1228 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.1228 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0221 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.1228 \times 100) / 2.0221 = 104.9803 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.717**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.717 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.717 - 0.035) / 0.0342 = 19.9415 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 19.9415 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.9942 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

1.9942 mg ----- 2.0076g de muestra

X mg ----- 100g de muestra

$$X = (1.9942 \times 100) / 2.0076 = 99.3301 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.711**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.711 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.711 - 0.035) / 0.0342 = 19.7661 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 19.7661 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.9766 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

1.9766 mg ----- 2.0144 g de muestra

X mg ----- 100g de muestra

$$X = (1.9766 \times 100) / 2.0144 = 98.1239 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T4 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 100.8115 mg.

PARA EL TRATAMIENTO T5 (55°C; 2.5 m/s)

Tabla 52.

Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T5

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.882	2.0296
R2	1.11	2.0435
R3	0.925	2.0139

❖ **Para la muestra R1: valor de y = 0.882**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.882 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.882 - 0.035) / 0.0342 = 24.7661 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 24.7661 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.4766 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.4766 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0296 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.4766 \times 100) / 2.0296 = 122.0244 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 1.11**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$1.11 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (1.11 - 0.035) / 0.0342 = 31.4327 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 31.4327 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 3.1433 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$3.1433 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0435\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (3.1433 \times 100) / 2.0435 = 153.8182 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.925**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.925 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.925 - 0.035) / 0.0342 = 26.0234 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 26.0234 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.6023 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.6023 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0139 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.6023 \times 100) / 2.0139 = 129.2189 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T5 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 135.0205 mg.

PARA EL TRATAMIENTO T6 (55°C; 3.5 m/s)

Tabla 53.

Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T6

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	1.014	2.1212
R2	1.058	2.0301
R3	0.74	2.0828

❖ Para la muestra R1: valor de y = 1.014

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$1.014 = 0.0342x + 0.035$$

$$X = (1.014 - 0.035) / 0.0342 = 28.6257 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 28.6257 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.8626 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.8626 \text{ mg} \text{ ----- } 2.1212 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.1212 \times 100) / 2.8626 = 134.9506 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 1.058**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$1.058 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (1.058 - 0.035) / 0.0342 = 29.9123 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 29.9123 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.9912 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.9912 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0301\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.9912 \times 100) / 2.0301 = 147.3439 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.74**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.74 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.74 - 0.035) / 0.0342 = 20.614 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 20.614 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.0614 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.0614 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0828 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.0614 \times 100) / 2.0838 = 98.9727 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T6 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 127.0891 mg.

PARA EL TRATAMIENTO T7 (65°C; 1.5 m/s)

Tabla 54. *Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T7*

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.655	2.0449
R2	0.729	2.0375
R3	0.807	2.0078

❖ **Para la muestra R1: valor de y = 0.655**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.655 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.655 - 0.035) / 0.0342 = 18.1287 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 18.1287 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.8129 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$1.8129 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0449 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (1.8129 \times 100) / 2.0449 = 88.653 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.729**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.729 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.729 - 0.035) / 0.0342 = 20.2924 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 20.2924 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.0292 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.0292 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0375\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.0292 \times 100) / 2.0375 = 99.5946 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.807**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.807 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.807 - 0.035) / 0.0342 = 22.5731 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 22.5731 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.2573 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.2573 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0078 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.2573 \times 100) / 2.0078 = 112.427 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T7 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 100.2249 mg.

PARA EL TRATAMIENTO T8 (65°C; 2.5 m/s)

Tabla 55. *Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T8*

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	0.691	2.0254
R2	0.783	2.0305
R3	0.877	2.0307

❖ **Para la muestra R1: valor de y = 0.691**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.691 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.691 - 0.035) / 0.0342 = 19.1813 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 19.1813 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 1.9181 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

1.9181 mg ----- 2.0254 g de muestra

X mg ----- 100g de muestra

$$X = (1.9181 \times 100) / 2.0254 = 94.7037 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.783**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.783 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.783 - 0.035) / 0.0342 = 21.8713 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 21.8713 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.1871 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

2.1871 mg ----- 2.0305g de muestra

X mg ----- 100g de muestra

$$X = (2.1871 \times 100) / 2.0305 = 107.7141 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.877**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.877 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.877 - 0.035) / 0.0342 = 24.6199 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 24.6199 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.462 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

2.462 mg ----- 2.0307 g de muestra

X mg ----- 100g de muestra

$$X = (2.462 \times 100) / 2.0307 = 121.2384 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T8 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 107.8854mg.

PARA EL TRATAMIENTO T9 (65°C; 3.5 m/s)

Tabla 56.

Absorbancias de las disoluciones de las muestras para el T9

Repetición	Absorbancia (525 nm)	Masa de muestra (g)
R1	1.062	2.124
R2	0.81	2.0513
R3	0758	2.118

❖ **Para la muestra R1: valor de y = 1.062**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$1.062 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (1.062 - 0.035) / 0.0342 = 30.0292 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 30.0292 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 3.0029 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$3.0029 \text{ mg} \text{ ----- } 2.124 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (3.0029 \times 100) / 2.124 = 141.3826 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R2: valor de y = 0.81**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.81 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.81 - 0.035) / 0.0342 = 22.6608 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 22.6608 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.2661 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.2661 \text{ mg} \text{ ----- } 2.0513\text{g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.2661 \times 100) / 2.0513 = 110.4705 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

❖ **Para la muestra R3: valor de y = 0.758**

$$Y = 0.0342x + 0.035$$

$$0.758 = 0.0342 x + 0.035$$

$$X = (0.758 - 0.035) / 0.0342 = 21.1404 \text{ mg/l}$$

Calculamos para el volumen de 100ml empleado en la disolución

$$X = 21.1404 \text{ mg/L} \times 0.1\text{L} = 2.114 \text{ mg de Fe}$$

Expresamos en mg/100g de muestra

$$2.114 \text{ mg} \text{ ----- } 2.118 \text{ g de muestra}$$

$$X \text{ mg} \text{ ----- } 100\text{g de muestra}$$

$$X = (2.114 \times 100) / 2.118 = 99.8128 \text{ mg de Fe/100g de muestra.}$$

Como resultado final de la concentración de Fe en la harina de bazo de res para el T9 en mg Fe/100g de muestra, se obtuvo el promedio de las tres repeticiones igual a 117.2213 mg.

Anexo 10

Fichas de evaluación que emplearon los 30 panelistas para evaluar las características organolépticas del bazo de res.

Nombre del evaluador Katherine Yajaira Concha Flores
 Código del producto.....
 Tratamiento: T1=45; V1=1.5
INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1 al 5 en dicha escala.
 Muy malo = 1
 Malo = 2
 Regular = 3
 Bueno = 4
 Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala		X		
Malo	X		X	X
Regular				
Bueno				
Excelente				

Figura 38. Evaluación para el tratamiento T1

Nombre del evaluador Estefany Hailyn Guejano Gomez
 Código del producto.....
 Tratamiento: T2=45; V2=2.5
INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1 al 5 en dicha escala.
 Muy malo = 1
 Malo = 2
 Regular = 3
 Bueno = 4
 Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo	X			
Regular		X	X	
Bueno				X
Excelente				

Figura 39. Evaluación para el tratamiento T2

Nombre del evaluador Diana Carolina Rojas Ramirez
 Código del producto.....
 Tratamiento: T1=45; V3=3.5
INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1 al 5 en dicha escala.
 Muy malo = 1
 Malo = 2
 Regular = 3
 Bueno = 4
 Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo				
Regular	X	X	X	X
Bueno				
Excelente				

Figura 40. Evaluación para el tratamiento T3

Nombre del evaluador Sofía Josefina Torres Sandoz
 Código del producto.....
 Tratamiento: T2=55; V1=1.5
INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1 al 5 en dicha escala.
 Muy malo = 1
 Malo = 2
 Regular = 3
 Bueno = 4
 Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo				
Regular	X	X	X	X
Bueno				
Excelente				

Figura 41. Evaluación para el tratamiento T4

Nombre del evaluador *Angela Susmin Villegas Fernandez*

Código del producto.....

Tratamiento: T2=55; V2=2.5

INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1al 5 en dicha escala.

Muy malo = 1

Malo = 2

Regular = 3

Bueno = 4

Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo				
Regular				
Bueno	X	X	X	X
Excelente				

Figura 42. Evaluación para el tratamiento T5

Nombre del evaluador *Hilalima*

Código del producto.....

Tratamiento: T2=55; V3=3.5

INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1al 5 en dicha escala.

Muy malo = 1

Malo = 2

Regular = 3

Bueno = 4

Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo				
Regular	X			
Bueno		X	X	X
Excelente				

Figura 43. Evaluación para el tratamiento T6

Nombre del evaluador *Kamal Hojo Jordan*

Código del producto.....

Tratamiento: T3=65; V1=1.5

INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1al 5 en dicha escala.

Muy malo = 1

Malo = 2

Regular = 3

Bueno = 4

Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo		X		
Regular	X		X	X
Bueno				
Excelente				

Figura 44. Evaluación para el tratamiento T7

Nombre del evaluador *Karina Cecilia Carpio*

Código del producto.....

Tratamiento: T3=65; V2=2.5

INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1al 5 en dicha escala.

Muy malo = 1

Malo = 2

Regular = 3

Bueno = 4

Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo				
Regular				
Bueno		X		
Excelente	X		X	X

Figura 45. Evaluación para el tratamiento T8

Nombre del evaluador Sergio Max Tzuc Aguilar

Código del producto

Tratamiento: T3=65; V3=3.5

INDICADOR: evalúa cada uno de los parámetros marcados en la casilla de la muestra del valor asignado por preferencia del 1 al 5 en dicha escala.

Muy malo = 1

Malo = 2

Regular = 3

Bueno = 4

Excelente = 5

Tabla de calificación

Ponderación	Color	Olor	Apariencia	Textura
Muy mala				
Malo				
Regular		✗		
Bueno	✗		✗	✗
Excelente				

Figura 46. Evaluación para el tratamiento T9

Anexo 11

Datos de experimentales de secado de bazo de res realizados con Temperaturas de 45°C, 55°C, 65°C y velocidades de 1.5, 2.5, 3.5 m/s.

Tabla 57.

Tratamiento 1: T°1= 45 °C y V1= 1.5 m/s

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1468.0	452.1
2	10	1447.0	431.1
3	20	1426.9	411.0
4	30	1409.1	393.2
5	40	1390.1	374.2
6	50	1376.3	360.4
7	60	1363.4	347.5
8	70	1349.5	333.6
9	80	1337.8	321.9
10	90	1329.7	313.8
11	100	1318.7	302.8
12	110	1309.2	293.3
13	120	1300.0	284.1
14	130	1293.0	277.1
15	140	1285.4	269.5
16	150	1277.9	262.0
17	160	1270.0	254.1
18	170	1264.5	248.6
19	180	1258.3	242.4
20	190	1250.0	234.1
21	200	1246.0	230.1
22	210	1240.2	224.3
23	220	1233.5	217.6
24	230	1230.0	214.1
25	240	1224.9	209.0
26	250	1220.0	204.1
27	260	1216.2	200.3
28	270	1211.4	195.5
29	280	1206.3	190.4
30	290	1203.5	187.6
31	300	1199.3	183.4

32	310	1195.8	179.9
33	320	1192.2	176.3
34	330	1188.9	173.0
35	340	1185.9	170.0
36	350	1182.9	167.0
37	360	1180.0	164.1
38	370	1177.3	161.4
39	380	1175.0	159.1
40	390	1172.5	156.6
41	400	1170.0	154.1
42	410	1167.3	151.4
43	420	1165.6	149.7
44	430	1163.5	147.6
45	450	1161.5	145.6
46	460	1160.0	144.1
47	470	1158.2	142.3
48	480	1156.2	140.3
49	490	1155.0	139.1
50	500	1153.3	137.4
51	510	1152.0	136.1
52	520	1150.4	134.5
53	530	1150.0	134.1
54	540	1148.3	132.4
55	550	1147.0	131.1
56	560	1146.0	130.1
57	570	1144.7	128.8
58	580	1143.8	127.9
59	590	1142.8	126.9
60	600	1142.0	126.1
61	610	1141.3	125.4
62	620	1140.2	124.3
63	630	1139.0	123.1

Tabla 58.

Tratamiento 2: T°1= 45 °C y V2= 2.5 m/s

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1478.0	462.1
2	10	1438.0	422.1
3	20	1413.1	397.2
4	30	1390.0	374.1
5	40	1367.8	351.9
6	50	1352.5	336.6
7	60	1336.8	320.9
8	70	1324.4	308.5
9	80	1310.3	294.4
10	90	1296.1	280.2
11	100	1288.5	272.6
12	110	1278.0	262.1
13	120	1268.2	252.3
14	130	1260.0	244.1
15	140	1251.7	235.8
16	150	1244.3	228.4
17	160	1235.5	219.6
18	170	1226.9	211.0
19	180	1220.0	204.1
20	190	1217.0	201.1
21	200	1211.5	195.6
22	210	1206.5	190.6
23	220	1201.3	185.4
24	230	1196.5	180.6
25	240	1192.7	176.8
26	250	1188.7	172.8
27	260	1186.0	170.1
28	270	1183.2	167.3
29	280	1180.6	164.7
30	290	1178.7	162.8
31	300	1175.7	159.8
32	310	1174.2	158.3
33	320	1172.0	156.1
34	330	1170.4	154.5
35	340	1169.3	153.4
36	350	1167.5	151.6

37	360	1165.0	149.1
38	370	1164.0	148.1
39	380	1163.0	147.1

Tabla 59.

Tratamiento 3: $T^{\circ}I = 45^{\circ}C$ y $V3 = 3.5 m/s$

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1458.0	442.1
2	10	1224.1	208.2
3	20	1398.2	382.3
4	30	1377.9	362.0
5	40	1359.7	343.8
6	50	1344.7	328.8
7	60	1331.0	315.1
8	70	1317.8	301.9
9	80	1308.0	292.1
10	90	1296.0	280.1
11	100	1287.4	271.5
12	110	1278.7	262.8
13	120	1270.0	254.1
14	130	1261.9	246.0
15	140	1254.0	238.1
16	150	1247.2	231.3
17	160	1240.0	224.1
18	170	1234.2	218.3
19	180	1228.3	212.4
20	190	1222.6	206.7
21	200	1216.5	200.6
22	210	1210.5	194.6
23	220	1206.6	190.7
24	230	1200.8	184.9
25	240	1197.5	181.6
26	250	1193.0	177.1
27	260	1189.9	174.0
28	270	1186.1	170.2
29	280	1182.1	166.2
30	290	1179.8	163.9
31	300	1176.4	160.5

32	310	1173.4	157.5
33	320	1170.9	155.0
34	330	1168.8	152.9
35	340	1166.3	150.4
36	350	1163.9	148.0
37	360	1161.8	145.9
38	370	1160.0	144.1
39	380	1158.5	142.6
40	390	1156.4	140.5
41	400	1154.8	138.9
42	410	1153.5	137.6
43	420	1152.3	136.4
44	430	1151.3	135.4
45	440	1149.7	133.8
46	450	1148.1	132.2
47	460	1147.4	131.5
48	470	1146.0	130.1
49	480	1145.2	129.3

Tabla 60.

Tratamiento 4: $T^{\circ}2 = 55^{\circ}\text{C}$ y $VI = 1.5\text{ m/s}$

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1430.0	414.1
2	10	1391.0	375.1
3	20	1359.5	343.6
4	30	1327.0	311.1
5	40	1304.1	288.2
6	50	1279.0	263.1
7	60	1266.2	250.3
8	70	1247.8	231.9
9	80	1231.4	215.5
10	90	1217.4	201.5
11	100	1205.6	189.7
12	110	1195.1	179.2
13	120	1186.1	170.2
14	130	1177.1	161.2
15	140	1169.6	153.7
16	150	1163.8	147.9

17	160	1157.7	141.8
18	170	1153.9	138.0
19	180	1150.0	134.1
20	190	1146.5	130.6
21	200	1142.1	126.2
22	210	1140.9	125.0
23	220	1139.0	123.1
24	230	1136.7	120.8
25	240	1135.4	119.5
26	250	1134.3	118.4
27	260	1133.0	117.1

Tabla 61.

Tratamiento 5: $T^{\circ}2= 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $V2= 2.5\text{ m/s}$

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1444.9	429.0
2	10	1395.2	379.3
3	20	1365.6	349.7
4	30	1342.9	327.0
5	40	1315.3	299.4
6	50	1301.1	284.2
7	60	1285.6	269.7
8	70	1270.5	254.6
9	80	1255.4	239.5
10	90	1242.7	226.8
11	100	1232.0	216.1
12	110	1223.0	207.1
13	120	1211.8	195.9
14	130	1203.0	187.1
15	140	1194.8	178.9
16	150	1187.9	172.0
17	160	1184.1	168.2
18	170	1180.3	164.4
19	180	1175.3	159.4
20	190	1165.7	149.8
21	200	1163.3	147.4
22	210	1160.0	144.1
23	220	1154.5	138.6

24	230	1151.4	135.5
25	240	1149.1	133.2
26	250	1147.3	131.4
27	260	1146.1	130.2
28	270	1144.6	128.7
29	280	1143.6	127.7
30	290	1142.8	126.9
31	300	1141.5	125.6

Tabla 62.

Tratamiento 6: T²= 55 °C y V3= 3.5 m/s

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1435.6	419.7
2	10	1403.0	387.1
3	20	1376.2	360.3
4	30	1354.3	338.4
5	40	1332.5	316.6
6	50	1312.5	296.6
7	60	1297.5	281.6
8	70	1281.0	265.1
9	80	1269.9	254.0
10	90	1257.3	241.4
11	100	1245.4	229.5
12	110	1231.9	216.0
13	120	1224.7	208.8
14	130	1216.2	200.3
15	140	1208.8	192.9
16	150	1198.4	182.5
17	160	1193.5	177.6
18	170	1187.2	171.3
19	180	1182.5	166.6
20	190	1177.0	161.1
21	200	1172.7	156.8
22	210	1168.9	153.0
23	220	1165.4	149.5
24	230	1162.0	146.1
25	240	1158.5	142.6
26	250	1157.5	141.6

27	260	1155.3	139.4
28	270	1152.8	136.9
29	280	1150.5	134.6
30	290	1149.4	133.5
31	300	1148.5	132.6
32	310	1147.4	131.5
33	320	1145.5	129.6
34	330	1145.0	129.1
35	340	1143.5	127.6
36	350	1142.3	126.4
37	360	1140.3	124.4
38	370	1140.0	124.1

Tabla 63.

Tratamiento 7: $T^{\circ}3= 65^{\circ}C$ y $VI=1.5 m/s$

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1449.0	433.1
2	10	1394.1	378.2
3	20	1357.0	341.1
4	30	1323.0	307.1
5	40	1302.4	286.5
6	50	1278.4	262.5
7	60	1258.0	242.1
8	70	1239.4	223.5
9	80	1225.4	209.5
10	90	1212.4	196.5
11	100	1198.7	182.8
12	110	1189.0	173.1
13	120	1179.0	163.1
14	130	1172.0	156.1
15	140	1166.0	150.1
16	150	1160.0	144.1
17	160	1157.2	141.3
18	170	1153.6	137.7
19	180	1150.3	134.4
20	190	1148.2	132.3
21	200	1146.1	130.2
22	210	1144.3	128.4

23	220	1143.0	127.1
24	230	1141.6	125.7
25	240	1140.0	124.1
26	250	1139.9	124.0
27	260	1139.1	123.2
28	270	1137.7	121.8

Tabla 64.

Tratamiento 8: $T^{\circ}3= 65^{\circ}\text{C}$ y $V2=2.5\text{ m/s}$

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1436.4	420.5
2	10	1371.0	355.1
3	20	1337.0	321.1
4	30	1312.4	296.5
5	40	1286.0	270.1
6	50	1264.9	249.0
7	60	1245.8	229.9
8	70	1228.0	212.1
9	80	1214.5	198.6
10	90	1200.8	184.9
11	100	1190.6	174.7
12	110	1179.5	163.6
13	120	1170.0	154.1
14	130	1163.4	147.5
15	140	1155.5	139.6
16	150	1152.3	136.4
17	160	1149.4	133.5
18	170	1143.9	128.0
19	180	1141.1	125.2
20	190	1140.0	124.1
21	200	1137.5	121.6
22	210	1135.1	119.2
23	220	1134.4	118.5
24	230	1132.8	116.9
25	240	1132.2	116.3
26	250	1131.3	115.4
27	260	1130.7	114.8
28	270	1129.8	113.9

Tabla 65.

Tratamiento 9: $T^{\circ}3= 65^{\circ}\text{C}$ y $V3=2.5\text{ m/s}$

N°	Tiempo (min)	Peso estructura + bazo de res al tiempo t (g)	Peso bazo de res al tiempo t (g)
1	0	1501.6	485.7
2	20	1452.8	436.9
3	30	1412.3	396.4
4	40	1389.4	373.5
5	50	1389.4	373.5
6	60	1364.5	348.6
7	70	1343.6	327.7
8	80	1325.0	309.1
9	90	1308.0	292.1
10	100	1290.3	274.4
11	110	1274.2	258.3
12	120	1259.0	243.1
13	130	1250.0	234.1
14	140	1241.2	225.3
15	150	1232.1	216.2
16	160	1221.5	205.6
17	170	1213.5	197.6
18	180	1206.4	190.5
19	190	1200.0	184.1
20	200	1194.0	178.1
21	210	1188.5	172.6
22	220	1183.9	168.0
23	230	1179.4	163.5
24	240	1176.4	160.5
25	250	1173.2	157.3
26	260	1171.8	155.9
27	270	1199.1	183.2
28	280	1167.4	151.5
29	290	1165.8	149.9
30	300	1163.5	147.6
31	310	1160.1	144.2
32	320	1158.9	143.0
33	330	1157.4	141.5
34	340	1156.3	140.4
35	350	1156.0	140.1

36	360	1155.1	139.2
37	370	1154.0	138.1
38	380	1153.1	137.2
39	390	1152.2	136.3
