

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**EFFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN SOBRE LOS
FENOLES TOTALES EN LA OBTENCIÓN DE
HARINA DE PULPA DE CAFÉ (*Coffea arabica*)
VARIEDAD CATIMOR**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**AUTORES : Bach. Leodan Ramos Mego
Bach. Scania Nair Ticliahuanca Calderon**

ASESOR : Mg. Hans Himbler Minchan Velayarce

JAÉN- MARZO DE 2020

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 09 de Marzo del año 2020, siendo las 15:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Sc. James Tirado Lara

Secretario: Mg. Polito Michael Huayama Sepia

Vocal: Mg. Noly Cristobal Vilchez Parra, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

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

Titulado:

"EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN SOBRE LOS FENOLES TOTALES EN LA OBTENCIÓN DE HARINA DE PULPA DE CAFÉ (Coffea arabica) VARIEDAD CATIMOR"

presentado por estudiante/egresado o Bachiller Leodan Ramos Mego y Scania Nair Tichahuanca Calderon

de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

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


Con la siguiente mención:

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

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE.....	II
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. OBJETIVOS.....	9
2.1. GENERAL	9
2.2. ESPECÍFICOS	9
III. MÉTODOS.....	10
3.1. Materia prima	10
3.2. Método de obtención de harina de pulpa de café	10
3.4. Método de análisis.....	15
IV. RESULTADOS	21
4.1. Resultados de método de análisis	21
4.2. Calibración de la curva del ácido gálico	22
4.3. Concentraciones de fenoles totales.....	23
4.3.1. Análisis de Varianza respecto al contenido de Fenoles totales	26
4.4. Análisis de datos considerando el poder antioxidante (%I)	31
4.5. Resumen de los mejores tratamientos considerando fenoles totales y poder antioxidante	36
4.6. Evaluación organoléptica de la harina de pulpa de café catimor	37
V. DISCUSIONES	39
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
IX. DEDICATORIA.....	45
X. AGRADECIMIENTO	46
ANEXOS	47

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de deshidratación sobre el contenido de fenoles totales en la obtención de harina de la pulpa de café (*Coffea arabica*) de la variedad catimor, obteniendo como resultados en el análisis fisicoquímico de pH (5.032), % de acidez (0.893) y % de humedad (87.62) de la pulpa fresca de café. Para la deshidratación se sometió tres velocidades (V) de aire de secado (1.5, 2.5 y 3.5) m/s y tres temperaturas (T) (40, 45 y 50) °C. Para la evaluación de los compuestos fenólicos se utilizó la metodología del Folin-Ciocalteu y para determinar la capacidad antioxidante el método de DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo). Se utilizó el software estadístico Minitab 18 para realizar el ANOVA con una significancia de $p < 0.05$ a los tratamientos estudiados y prueba de Tukey para determinar el mejor de ellos; y para modelar el comportamiento del contenido de fenoles se aplicó la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) mediante el software Statistica 10. Se obtuvo como resultado que el mejor tratamiento fue de 40°C y 1.5 m/s para el contenido de los compuestos fenólicos obteniendo 0.1079 mg/g y en la evaluación del poder antioxidante se determinó que a la velocidad de (1.5, 3.5) m/s y tres temperaturas trabajadas no tienen diferencia significativa hallándose un 91.15% y 88.83% de poder antioxidante. El modelo matemático obtenido para el contenido de fenoles totales fue $FT = 0.11079 - 0.00066 V - 0.000094 T + 0.000030 V^2 + 0.000001 T^2 + 0.000011 V \times T$.

Palabras claves: fenoles, antioxidante, pulpa, café.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of dehydration on the content of total phenols in obtaining flour from the coffee pulp (*Coffea arabica*) of the catimor variety, obtaining as a result the physicochemical analysis of pH (5,032), % of acidity (0.893) and % humidity (87.62) of the fresh coffee pulp. For dehydration, three speeds (V) of drying air (1.5, 2.5 and 3.5) m/s and three temperatures (T) (40, 45 and 50) °C were subjected. For the evaluation of the phenolic compounds, the Folin-Ciocalteu methodology was used and to determine the antioxidant capacity the DPPH method (2-diphenyl-1-picril hydrazyl). The statistical software Minitab 18 was used to perform the ANOVA with a significance of $p < 0.05$ to the treatments studied and Tukey test to determine the best of them; and to model the behavior of the phenolic content, the Response Surface Methodology (RSM) was applied using Statistica 10 software. It was obtained as a result that the best treatment was 40 ° C and 1.5 m / s for the content of the compounds phenolic obtaining 0.1079 mg / g and in the evaluation of the antioxidant power it was determined that at the speed of (1.5, 3.5) m / s and three temperatures worked there is no significant difference being 91.15% and 88.83% of antioxidant power. The mathematical model obtained for the total phenolic content was $FT = 0.11079 - 0.00066 V - 0.000094 T + 0.000030 V^2 + 0.000001 T^2 + 0.000011 V \times T$.

Keywords: phenols, antioxidant , coffea, pulp

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de los fenoles como agentes importantes ha tomado mucho realce en los últimos años, ya que contribuyen al retraso del envejecimiento y promueven una alimentación y vida saludables (Alfredo, 2005). Sin embargo, la forma y grado como afectan los tratamientos tecnológicos como la deshidratación y velocidad del aire convectivo sobre el porcentaje de fenoles totales en café o derivados de los subproductos de la industria cafetalera en Jaén, no se ha estudiado, generando de esta forma un vacío en el conocimiento, desconociéndose de este modo cuáles son los parámetros tecnológicos óptimos a considerar.

Es importante también considerar que durante la recolección natural del café se generan subproductos orgánicos como es el caso de la pulpa de café, los cuales son una fuente muy nutritiva por el alto contenido de proteínas, polifenoles, antioxidantes, etc, pero, así como también contribuyen con el desarrollo tecnológico de alimentos, también son perjudiciales para el medio ambiente (Díaz, 2011), ya que son fuente importante de contaminación ambiental, teniendo impacto en el suelo, aire y fuentes de agua, problemática que viene afectando de hace muchos años atrás (MINAGRI, 2017). Otro punto importante es que los productores desconocen el valor del contenido de fenoles totales, poder antioxidante y la importancia de éstos en la industria alimentaria, desconocimiento que lleva a no valorar correctamente como debe ser, la materia prima e inclusive a los subproductos que ellos generan

El departamento de Cajamarca es una de las regiones más productoras de café, consecuentemente se convierte en una de las regiones con más producción de residuos (pulpa); los residuos que se producen no cuentan con una utilización adecuada, generando una fuente de graves problemas ambientales (MINAGRI, 2017).

En las visitas realizadas a los productores de café de algunos distritos de la provincia de Jaén, se observó el mal manejo de los residuos sólidos los cuales son arrojados a fuentes de agua o como desperdicios a las chacras mismas, en consulta verbal a los agricultores indicaron que los problemas que generan estos residuos son los malos olores, aparición de insectos por efecto de la descomposición.

Ponce y Rodríguez (2015) obtuvo como resultado que en cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales en el aguaymanto deshidratado a tres temperaturas diferentes (50°C, 55°C y 60°C), se determinó que cuyo contenido va aumentando según se incrementa la temperatura, de los cuales resalta con mayor contenido de compuestos fenólicos la muestra deshidratada a 60°C con 5.05 ± 0.263 mg. AGE/100 g. muestra.

Martínez, López, y Guzmán (2016) obtuvieron como resultado que al someter el residuo de mandarina al secado con tres temperaturas diferentes, se observó que al aumentar la temperatura el contenido de fenoles totales (FT) aumento hasta en un 20% . Un comportamiento similar se observó con los flavonoides totales (FLT) y los taninos condensados (TC). Cuando la temperatura de secado se incrementó el contenido de ambos compuestos se incrementaron. Los FLT se incrementaron de 2.54 a 3.21 mg/100 g mientras que los taninos condesados lo hicieron de 0.43 a 1.23 mg/100 g.

Pérez et al. (2019) demostraron el contenido de fenoles totales (mg equivalentes de Ácido gálico/g de muestra seca) de las cuatro diferentes muestras, comparado cada tipo de muestra con el tipo de secado que se hizo (liofilizada y secado convencional), donde observaron que existe diferencia significativa en el contenido de compuestos fenólicos en la menta y hierba buena liofilizada con una concentración de 680 y 780 mg de ácido galico / g muestra. Ellos demostraron que el método de secado que más conserva este tipo de compuestos es la liofilización.

El proyecto de investigación se realiza con la finalidad de evaluar el efecto de temperatura de deshidratación sobre el contenido de fenoles totales, propiedades organolépticas y su poder antioxidante, durante la obtención de harina a partir de la pulpa de café (*Coffea arabica*) café de la variedad catimor, esta harina será utilizada en la panificación

contribuyendo así a darle un valor agregado a esta materia prima, que es desechada durante el beneficio del café, la cual tiene un alto contenido de polifenoles que beneficiará a los consumidores de este producto.

Así mismo este trabajo va dirigido a brindar una alternativa para un mejor aprovechamiento de la pulpa de café y así dar mejores ingresos económicos a los productores de café del Distrito de Las Pirias, y así contribuir con la reducción de la contaminación ambiental que genera esta pulpa, para su proceso utilizaremos una tecnología que será amigable con el cuidado del medio ambiente.

II. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Evaluar el efecto de deshidratación sobre el contenido de fenoles totales en la obtención de harina de la pulpa de café (*Coffea arabica*) de la variedad catimor.

2.2. ESPECÍFICOS

- Determinar la temperatura óptima para la deshidratación de la pulpa de café (*Coffea arabica*) para la obtención de harina.
- Determinar la velocidad de aire óptima en la deshidratación de la pulpa de café (*Coffea arabica*) para la obtención de harina.
- Determinar la concentración de fenoles totales óptimos y su capacidad antioxidante.
- Determinar las cualidades organolépticas del producto final.

III. MÉTODOS

3.1. Materia prima

Se utilizó 10 kg de pulpa de café (*Coffea arabica*), variedad catimor obtenida del beneficio de café, procedente del distrito de Las Pirias, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

3.2. Método de obtención de harina de pulpa de café

3.2.1. Recepción

Se recepcionó en un saco de polipropileno blanco la pulpa de café variedad catimor procedente del distrito Las Pirias hacia las instalaciones de la Universidad Nacional de Jaén.

3.2.2. Selección

Se separó de forma manual las hojas y tallos.

3.2.3. Lavado

Se realizó en bandejas de plástico en forma manual con la finalidad de remover la melaza y así evitar la fermentación.

3.2.4. Escurrido

Se colocó la muestra lavada en un colador y se dejó escurrir por 15 minutos.

3.2.5. Pesado

De la muestra escurrida se pesó en una balanza gramera 300 g. y se llevó al secador de bandejas.

3.2.6. Secado

Se utilizó el equipo secador de la Universidad Nacional de Jaén.

El secador está ubicado en forma horizontal, en la parte interna tiene un ventilador eléctrico, un regulador de velocidad, un conjunto de cuatro resistencias de 60 Ω cada una y el cajón de secado de bandejas que consta de tres bandejas de malla metálicas cargadas con pulpa de café, estuvieron

sostenidas en el soporte que se colgó de una balanza de triple brazo ubicado en la parte superior de la cámara de secado con la cual se midió la masa del soporte, bandejas y pulpa de café cada 10 minutos desde el inicio del secado (tiempo cero) hasta perder el peso en base a la prueba de porcentaje de humedad.

Se trabajó con tres temperaturas (40, 45 y 50) °C, con tres velocidades del aire (1,5, 2.5, 3.5) m/s las cuales fueron controlados por un sensor de temperatura lo que permitió regular y estabilizar las temperaturas. La velocidad de aire se midió con un anemómetro, instrumento que consiste en dos partes (veleta y anemómetro), la veleta fue colocado en la salida de aire de la cámara de secado, el anemómetro está programado para medir la velocidad de aire en m/s, el aire de entrada es forzado por un ventilador eléctrico, el flujo de aire de entrada es controlado por una palanca manual hasta lograr que el anemómetro marque la velocidad a trabajar.

Al inicio de cada corrida experimental se verificó la temperatura y la velocidad del aire. Enseguida, se pesó el soporte junto con las tres bandejas metálicas. Para cada temperatura – velocidad del aire, se realizaron pruebas por triplicado. Al finalizar el secado se colocaron las muestras en envases de plástico.

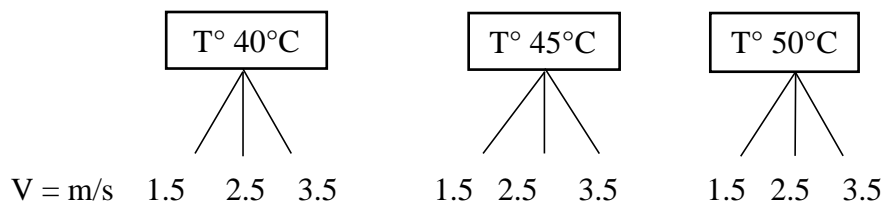


Figura 1: Plan experimental, para cada temperatura se controlaron tres velocidades de aire de secado.

3.2.7. Molienda

Se utilizó el molino marca corona del laboratorio de tecnología de alimentos. Cada muestra fue remolida tres veces.

3.2.8. Tamizado

La muestra molida se tamizó en un Tamiz n° 70 de malla de 220 micrones obteniendo así un promedio de 2.3 % (7g. de harina) con respecto a la muestra inicial fresca.

3.2.9. Envasado

La harina fue envasada en envases de plásticos de 250 ml y sellada herméticamente.

3.3. Método de la obtención del extracto y centrifugación de la harina de pulpa de café.

Para la obtención del extracto de cada muestra se pesó 1 g. de harina de pulpa de café en un vial de 10 ml para centrífuga, esto se realizó por triplicado con su debida rotulación.

En un vaso de precipitación se preparó una solución de alcohol etílico de 96° y agua ultrapura (1:1), de esta solución se pipeteó 9 ml y se agregó a los viales con la harina, se agitó para homogenizar.

Estas muestras fueron llevadas al equipo ultrasonido a una temperatura de 40°C por 2 horas. Luego se llevó al equipo centrífuga a 4500 rpm por 30min. El sobrenadante se filtró. Con un mortero se trituró la muestra fresca y después de triturarlo se pesó 1gr. y se colocó en un vial de 10ml para centrífuga, se realizó por triplicado.

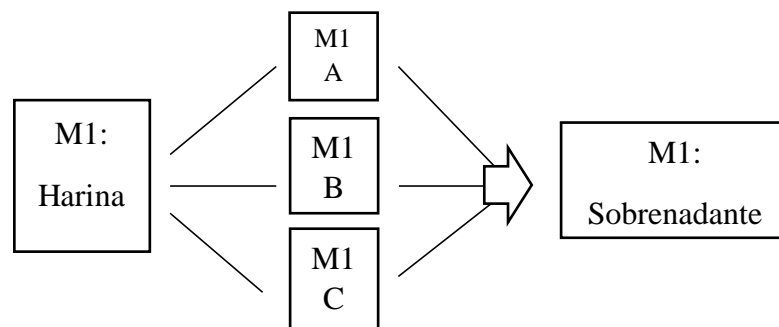


Figura 2: Método de extracción del sobrenadante

M1: Harina de pulpa de café

M1- A: Harina de pulpa de café + solución (Agua ultrapura + Alcohol etílico de 96°C)

M1- B- Harina + solución (Agua ultrapura + Alcohol etílico de 96°C)

M1- C- Harina + solución (Agua ultrapura + Alcohol etílico de 96°C)

Sobrenadante: Extracto de harina de pulpa de café centrifugada

3.3.1. Envasado

Todos los sobrenadantes se envasaron en viales de 10 ml y se cubrieron con papel aluminio considerando un ambiente aséptico y oscuro para evitar la degradación de los fenoles.

3.3.2. Almacenado

Todos los extractos son rotulados respectivamente y almacenados a una temperatura de refrigeración de 4°C, hasta su análisis.

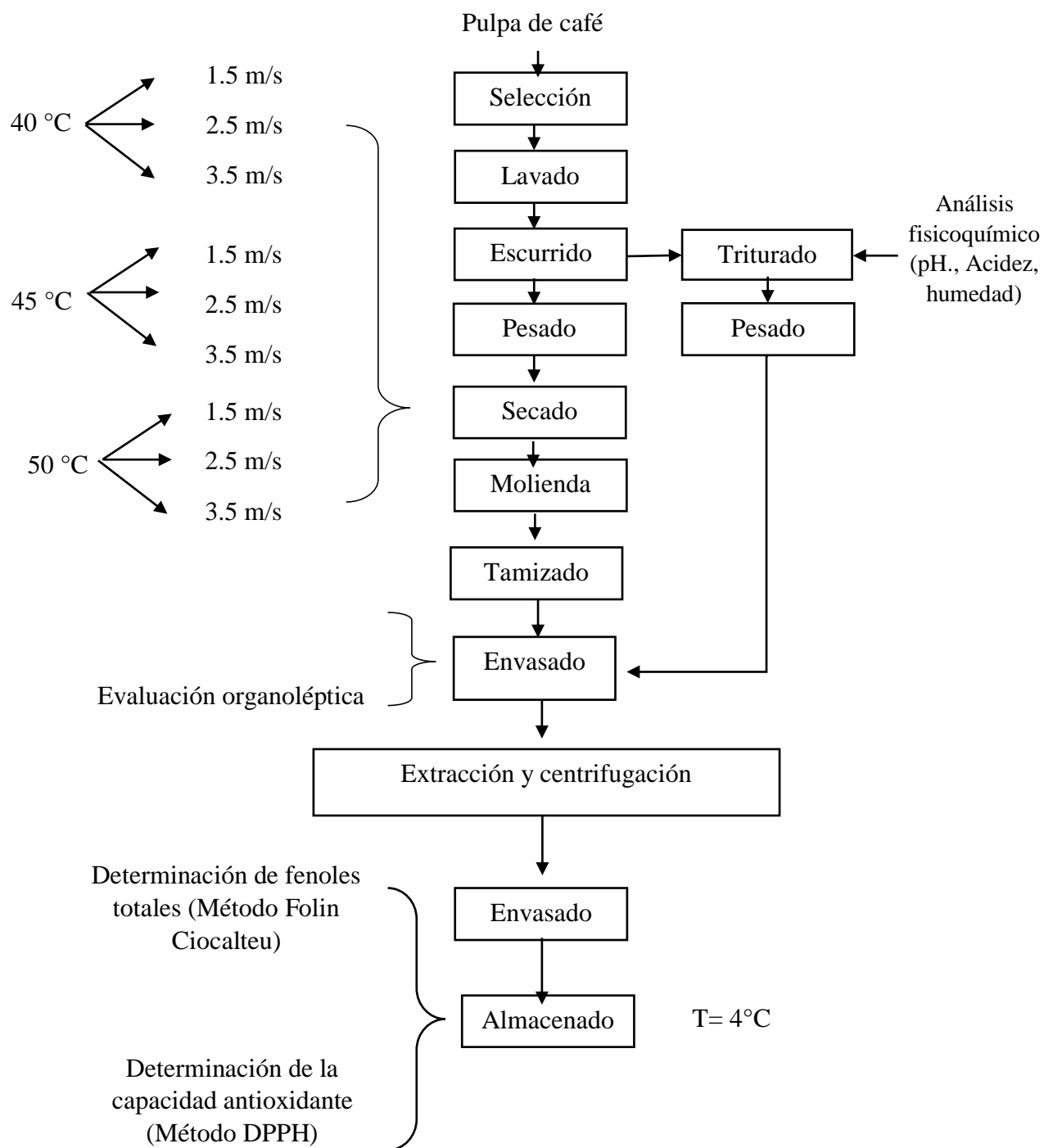


Figura 3: Flujograma de obtención de harina de pulpa de café y extracción del sobrenadante con sus respectivos análisis.

3.4. Método de análisis

3.4.1. Análisis fisicoquímico

Preparación de la muestra

- Se pesó 10 g. de muestra fresca triturada, y se colocó en un matraz Erlenmeyer.
- Se le agregó 90 ml de agua destilada.
- Se filtró en un vaso de precipitación utilizando papel filtro y un embudo de vidrio.
- Esta muestra se denominó como solución “K”.

Determinación del pH

- Se calibró el electrodo del pH-metro (potenciómetro) con agua destilada, por el motivo de no contar con soluciones buffer o tampón.
- En un vaso bicker se tomó un alícuota de 15 ml de la solución “K” y luego se introdujo el electrodo para realizar la lectura.
- Se esperó 1 minuto hasta asegurar que la lectura se ha estabilizado
- Se tomó nota de los resultados.

Determinación de la Acidez

- En un vaso de precipitación se tomó 25 ml de la solución “K” y se añadió 3 gotas de fenolftaleína.
- Se hizo una titulación rápida con $NaOH$ 0.1N, anotando los datos necesarios para los cálculos (volumen gastado, $NaOH$)
- Se determinó según la siguiente fórmula el porcentaje de acidez según el volumen gastado.

a) Hallamos la normalidad de la solución

$$N(\text{sol}) = \frac{N(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH})}{V(\text{sol})} \rightarrow (1)$$

Donde:

$N(\text{NaOH})$ = Normalidad del NaOH.

$V(\text{NaOH})$ = Volumen promedio gastado del NaOH.

$V(\text{sol})$ = Volumen de alícuota para titulación.

b) Hallamos la masa del ácido clorogénico

$$M(\text{Ac}) = \text{Peq} \times V(\text{Dil (lt)}) \times N \rightarrow (2)$$

Donde:

Peq = peso equivalente del ácido predominante (354.31 g/eq)

$V(\text{dil})$ = Volumen de la dilución en lt.

N = Normalidad encontrada de la solución.

c) Hallamos porcentaje de acidez con la siguiente fórmula

$$\% \text{ Acidez} = \frac{M(\text{ac})}{W(\text{muestra})} \times 100 \rightarrow (3)$$

Donde:

$M(\text{ac})$ = masa encontrada del ácido.

$W(\text{muestra})$ = masa de la muestra inicial.

Determinación de Humedad

- Se pesó 3 gramos de muestra fresca y se llevó a la estufa por 2 horas a 105°C.
- Al término de 2 horas se retiró la muestra y se colocó en el desecador por 15 min.
- Se retiró la muestra del desecador y se pesó. Se anotaron los datos.
- Nuevamente se llevó a la estufa por 30min, luego al desecador y se pesó la muestra. Esto se repitió 3 veces hasta que se obtuvo un peso constante.
- Se determinó la humedad mediante la siguiente fórmula.

$$\%H = \left(\frac{M_o - M_f}{M_o}\right) \times 100 \quad \rightarrow (4)$$

H = Humedad

M_o = Muestra inicial

M_f = Muestra final

3.4.2. Determinación de compuestos fenólicos

Se determinó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y se expresó a través de una curva de calibración con el patrón ácido gálico como estándar.

Estos análisis fueron realizados en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM).

a) Preparación de reactivos

- En una fiola, se agregó con una pipeta 10 ml de Folin Ciocalteu y con una probeta se añadió 90 ml de agua ultra pura, esta solución se cubrió con papel aluminio y se colocó en refrigeración a una temperatura de 4°C.
- En una luna de reloj se pesó en una balanza analítica 7.5 g. de carbonato de sodio. y en un matraz se diluyó en 100 ml de agua ultrapura.
- En un matraz Erlenmeyer, se pesó en una balanza analítica 10 mg de ácido gálico y se diluyó en 100 ml de agua ultrapura.

b) Preparación de la solución madre de ácido gálico

- Se enumeraron los viales (tubos de ensayo de plástico graduados de 10 ml)
- Se añadió a cada vial la cantidad correspondiente de agua ultrapura (Tabla 1).

- Se añadió a cada tubo la cantidad correspondiente de ácido gálico (Tabla 1).
- Luego se agitó cada vial, se cubrió con papel aluminio y se llevó a refrigeración.

Tabla 1: Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución.

Reactivos	Concentración (mg/L) de la curva patrón de ácido gálico								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Ácido gálico (ml)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Agua ultrapura (ml)	10	9	8	7	6	5	4	3	2

Fuente: García Martínez, Fernández Segovia y Fuentes López (2015)

- Se añadió a cada tubo rotulado las alícuotas correspondientes de agua ultrapura y ácido gálico según indica la tabla 1. Estos viales fueron denominados como A.
- Se rotuló nueve viales (esterilizados): 0,2,4,6,8,10,12,14,16.
- Se agregó 0.05 ml de “A”, 0.45 ml de agua ultrapura, 2.5 ml de la solución folin ciocalteu y 2 ml de la solución carbonato de sodio en cada vial rotulado. Se agitó por 5 segundos, luego se cubrió con papel aluminio y se dejó reposar por 30 min en la estufa a 50°C y se realizó la lectura en el espectrofotómetro a 750nm.
- Se anotaron los datos y se insertaron en el programa Excel y analizar la curva patrón obteniendo la línea de tendencia de 0.9952 (R^2).

c) Determinación de fenoles totales

- En un vial esterilizado se añadió 0.05 ml del sobrenadante del tratamiento: 40°C – 1.5 m/s, 0.45 ml de agua ultrapura, 2.5 ml de la solución folin Ciocalteu y 2 ml de la solución carbonato de sodio,
- Se realizó lo mismo para la muestra fresca, para todos los tratamientos de secado y sus repeticiones.
- Se cubrió con papel aluminio y se agitó hasta cambiar un color azul violeta.
- Se dejó reposar por 30 min en la estufa a una temperatura de 50° C.

- Concluido el tiempo, se realizó la lectura de absorbancia en el espectrofotómetro a 750 nm. Anotamos lo datos.

d) Determinación de capacidad antioxidante mediante método DPPH (tomado de Castañeda, Ramos e Ibáñez, 2008)

Para determinar la capacidad antioxidante se utilizó la metodología propuesta por (Brand, Cuvelier, y Berset, 1995) cuyo fundamento es que este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul – violeta, se decolora hacia amarillo pálido por reacción con una sustancia antioxidante; la absorbancia calcula el porcentaje de captación de radicales libres, eso se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de captación de radicales libres} = \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1} \right) \times 100$$

Donde: A1 = absorbancia del patrón de referencia

A2 =absorbancia de la muestra

Parte 1

- En un matraz Erlenmeyer se preparó 100 ml de una solución metanólica (80% metanol y 20% agua ultrapura), que se denominó como solución “C”.
- En un matraz Erlenmeyer, se pesó 0.005 g. de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo), y luego se agregó 20 ml de metanol para lograr la dilución del reactivo, a esta dilución se le agregó 80 ml de agua ultrapura, y luego se agitó para homogenizar la mezcla. Luego se cubrió todo el matraz con papel aluminio y se llevó a refrigerar. Esta solución se denominó como “B”.
- En un vaso Beaker agregamos agua ultra pura, que será denominada como “D”.
- Rotulamos 5 viales: A1:1, A1:2, A1:5, A1:10, A1:20 y utilizando la pipeta se agregó 500 micro litros del sobrenadante anteriormente extraído a cada vial.
- Para A1:1 se le agregó 0.5 ml de “C”, A1:2 se le agregó 1 ml de “C”, A1:5 se le agregó 2.5 ml de “C”, A1:10 se le agregó 5 ml de “C”,

A1:20 se le agregó 10 ml de “C”, estos viales serán denominados como “A”.

Parte 2

- Se rotuló 7 tubos de ensayo: A1:1, A1:2, A1:5, A1:10, A1:20, blanco y control.
- Se agregó 100 microlitos de muestra “A” para cada tubo de ensayo según como indica las rotulaciones en los viales y luego se agregó 3.9 ml de “B”. Para el blanco se agregó 100 microlitos de “D” con 3.9 de “C” y para el control se agregó 100 microlitos de “C” con 3.9 de “B”. Se dejó reposar por 30 minutos en una caja totalmente cerrada.
- Se Realizó la lectura a 517 nm en un espectrofotómetro.
- Se midió la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra, todas las muestras se hicieron por triplicado.

3.4.3. Evaluación organoléptica

Se realizó un test de evaluación organoléptico a la harina de la pulpa de café, utilizando la herramienta de escala hedónica, lo realizaron 30 estudiantes de la Universidad Nacional de Jaén, para cada tratamiento en conjunto con sus repeticiones.

3.4.4. Análisis estadístico

Para la evaluación de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante se utilizó el software estadístico Minitab 18 para realizar el ANOVA con una significancia de $p < 0.05$ a los tratamientos estudiados y prueba de Tukey para determinar el mejor de ellos; y para modelar el comportamiento del contenido de fenoles se aplicó la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) mediante el software Statistica 10.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de método de análisis

Tabla 2:

Análisis fisicoquímico de la pulpa fresca de café

Análisis fisicoquímico	Valor
pH	5.032
Acidez	0.893%
Humedad	87.62%

Tabla 3:

Contenido de fenoles de la pulpa fresca de café

Repeticiones	Muestra Fresca	Concentración (mg/g)
A	0.18	0.107462
B	0.17	0.107453
C	0.19	0.107471
Promedio		0.107462

Tabla 4:

Capacidad antioxidante de la pulpa fresca de café

Muestra Fresca	Absorbancia	Porcentaje de Inhibición (%I)
Pulpa de café	0.484	56.00 %

4.2. Calibración de la curva del ácido gálico

Tabla 5.

Resultados de medición de la absorbancia con el ácido gálico para la curva patrón

Concentración (mg/l)	R1	R2	R3	Absorbancia promedio
0	0.093	0.059	0.0055	0.053
250	0.246	0.285	0.277	0.269
500	0.563	0.575	0.572	0.570
750	0.795	0.797	0.964	0.852
1000	0.95	0.972	0.948	0.957
1250	1.228	1.24	1.229	1.232
1500	1.383	1.431	1.343	1.386
1750	1.632	1.603	1.704	1.646
2000	1.962	1.903	1.712	1.859
2250	1.984	1.96	2	1.981
2500	2.317	2.197	2.265	2.260

Donde:

R1: Absorbancia 1

R2: Absorbancia 2

R3: Absorbancia 3

Los datos de la tabla 5 fueron sometidos a una ecuación de regresión lineal, con el objetivo de obtener una curva de calibración del método y la ecuación que vincule las dos variables. El análisis de regresión permite obtener un modelo que relacione una variable dependiente “y” (Absorbancia) con una variable independiente “x” (concentración de ácido gálico mg/l). El coeficiente de determinación simple R^2 indica cuál es el porcentaje de variabilidad en que la variable “y” puede ser explicada por la variable independiente “x”.

En la Figura 4 se representa la recta promedio de regresión obtenida de concentraciones de ácido gálico y el valor promedio de las absorbancias medidas. Se obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.9952, una pendiente (b) de 0.0009 y un intercepto (α) de 0.1073.

$$y = 0.0009x + 0.1073$$

Se puede observar que la respuesta es lineal ya que se obtiene un coeficiente de determinación cercano a la unidad, indicando que hay una relación directa entre la concentración de compuestos fenólicos en la harina de pulpa de café y la absorbancia

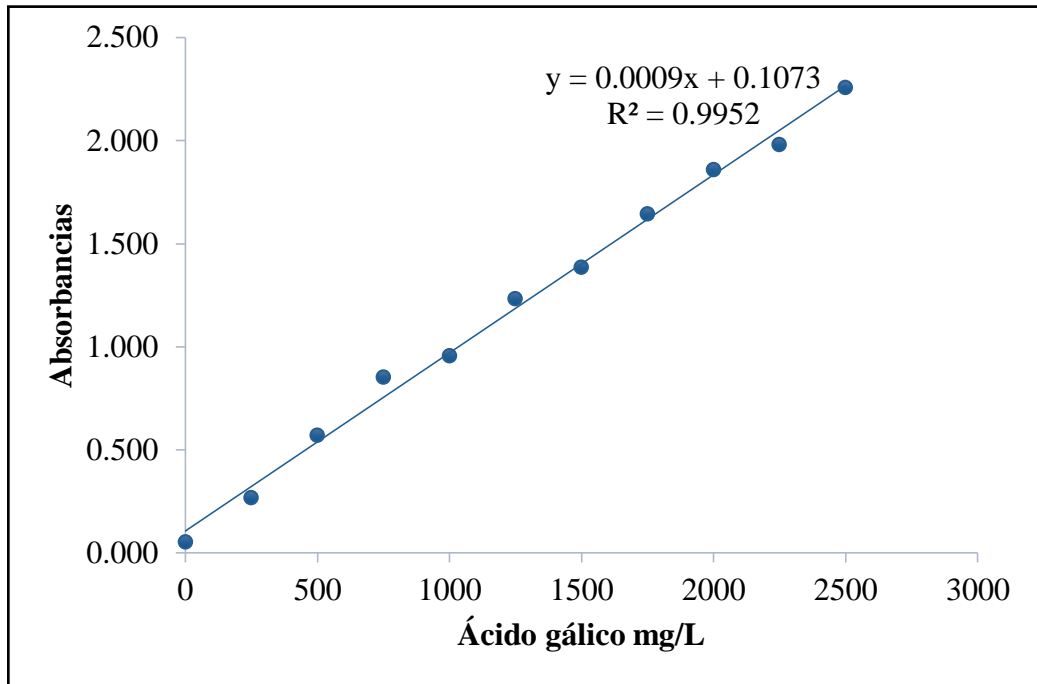


Figura. 4. Curva de calibración del ácido gálico.

4.3. Concentraciones de fenoles totales

La investigación respecto la concentración de fenoles totales en la harina de pulpa de café considerando 2 factores (velocidad de aire y temperatura), tres niveles en cada una de ellas y 3 repeticiones tuvo como resultados los siguientes datos ordenados en la tabla 6:

Tabla 6.

Resultados obtenidos respecto a la concentración de fenoles totales en harina de pulpa de café en cada tratamiento y sus repeticiones

Tratamientos		Temperatura °C		
Repeticiones	V. aire m/s	40	45	50
Concentración de polifenoles				
R1 (300 g PF)		0.10788	0.10768	0.10766
R2 (300 g PF)	1.5	0.10785	0.10769	0.10775
R3 (300 g PF)		0.10784	0.10770	0.10766
R1 (300 g PF)		0.10768	0.10772	0.10767
R2 (300 g PF)	2.5	0.10770	0.10770	0.10764
R3 (300 g PF)		0.10776	0.10761	0.10766
R1 (300 g PF)		0.10764	0.10772	0.10764
R2 (300 g PF)	3.5	0.10762	0.10769	0.10769
R3 (300 g PF)		0.10767	0.10769	0.10772

Donde:

R1: Repetición 1 R2: Repetición 2 R3: Repetición 3 PF: Pulpa fresca

Antes de iniciar con el análisis de varianza, se tuvo que realizar la verificación de los supuestos del modelo, para ello se realiza la prueba de normalidad de los errores o residuos, considerando las siguientes hipótesis:

H₀: Los errores tienen distribución normal

H₁: Los errores no tienen distribución normal.

En este caso luego de realizado la prueba, usando los residuos del **Anexo 02**, se obtiene que el Valor $p > 0.100$, lo cual es mayor que $p: 0.05$, rechazándose la Hipótesis alternativa, y aceptando la Hipótesis nula, por lo que se considera que los residuos tienen una distribución normal, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

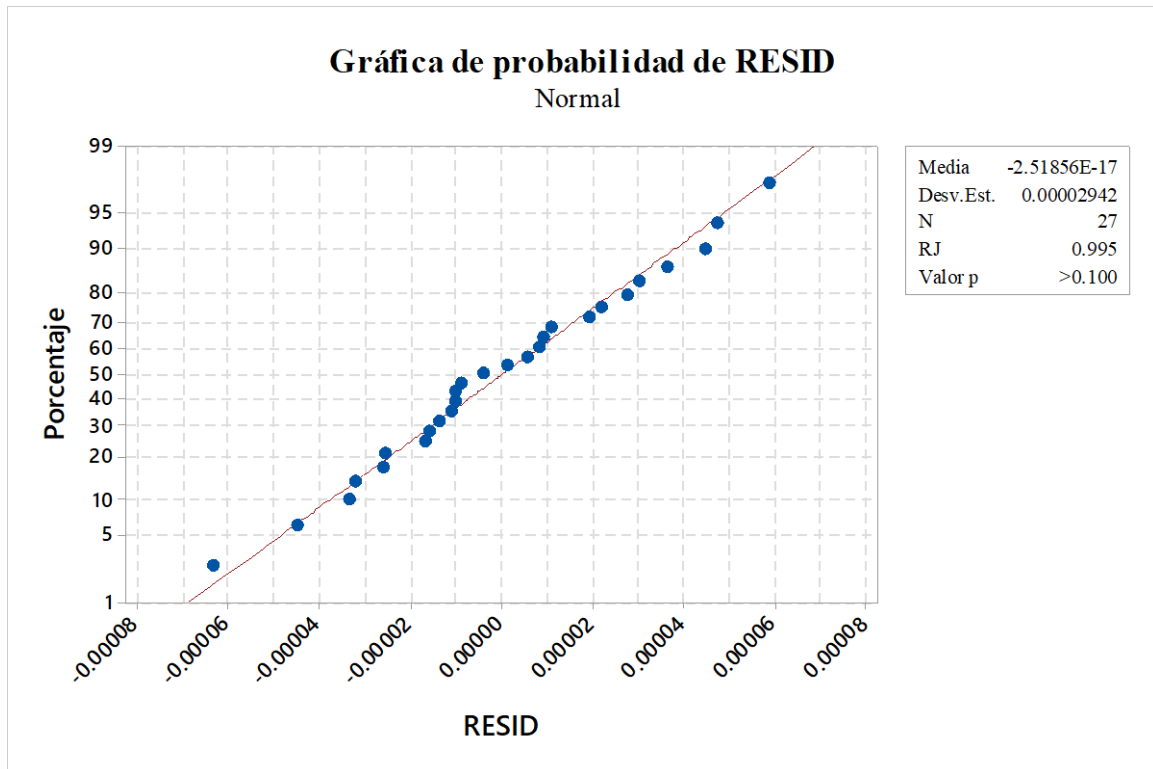


Figura 5. Distribución de residuos

El siguiente requisito para proceder a usar pruebas paramétricas tipo ANOVA, se debe determinar si las varianzas son homogéneas, hallándose que el p Valor es igual a 0.423, lo cual también es mayor a 0.05, aceptándose la hipótesis alternativa que considera que las varianzas son homogéneas, tal como se presenta en la siguiente figura:

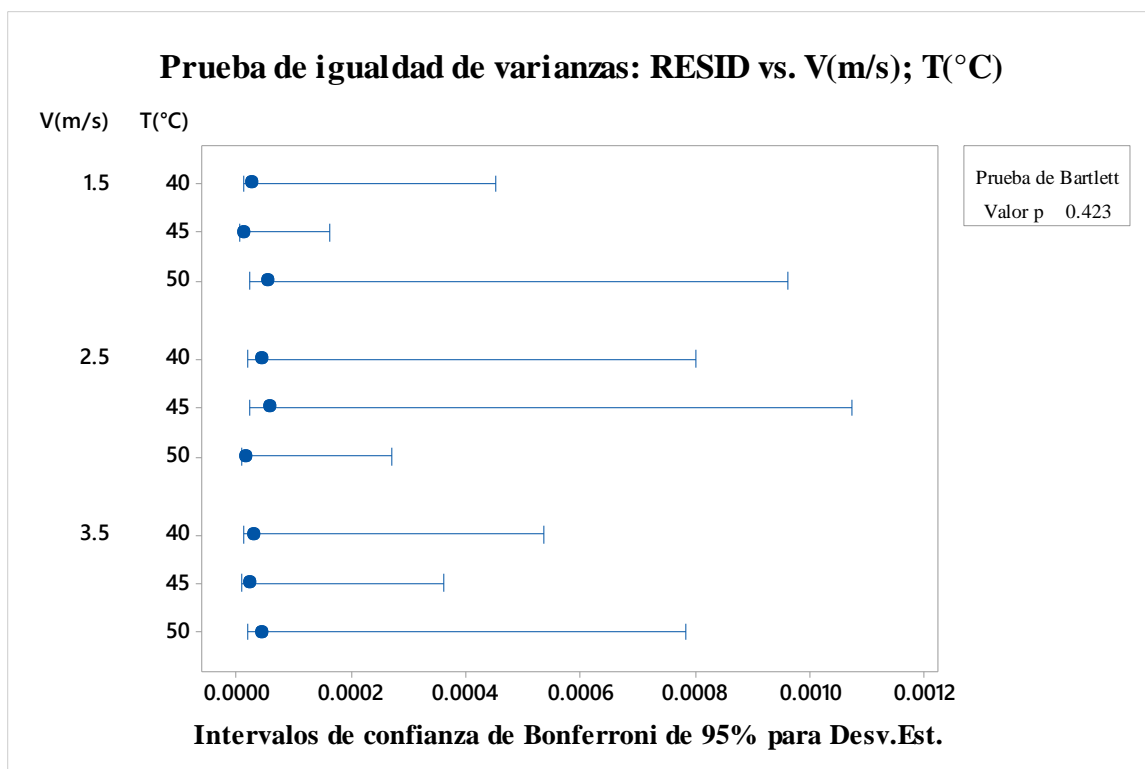


Figura. 6. Prueba de igualdad de varianzas.

Cumplíndose los requisitos previos para los datos hallados, se procede a realizar el análisis de varianza.

4.3.1. Análisis de Varianza respecto al contenido de fenoles totales

El análisis demuestra que la velocidad tiene influencia significativa sobre el contenido de fenoles totales durante el tratamiento, ya que el valor p hallado (0.001) es menor que valor p: 0.05.

Así mismo, analizando el efecto de las temperaturas, indica que esta variable tiene influencia significativa sobre los contenidos de fenoles totales, ya que también el valor p hallado (0.005) es menor que 0.05.

Finalmente analizando la influencia de la interacción de estas dos variables, es decir la velocidad y temperaturas usadas, estas indican que tienen ambas en conjunto con la influencia significativa sobre la concentración de los fenoles totales. Estos resultados los podemos ver en la siguiente tabla de análisis de varianza.

Tabla 7.

Análisis de varianza realizada a las concentraciones de fenoles respecto de la velocidad y temperaturas de deshidratación.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
V(m/s)	2	0.000000	0.000000	10.99	0.001
T(°C)	2	0.000000	0.000000	7.18	0.005
V(m/s)*T(°C)	4	0.000000	0.000000	9.55	0.000
Error	18	0.000000	0.000000		
Total	26	0.000000			

Ya que los factores o variables como la velocidad y temperatura tienen influencia significativa, según la prueba de ANOVA realizado, se procedió a realizar las pruebas de comparaciones múltiples, considerando una $p = 0.05$.

En la tabla 8, se puede apreciar que mediante este análisis se halló que con una significancia del 5% el nivel de velocidad de mayor eficacia es el de 1.5 m/s aplicada a la deshidratación, siguiéndole luego el de 2.5 m/s y 3.5 m/s.

Tabla 8.

Tukey con una confianza de 95% para la velocidad (m/s) de deshidratación

V(m/s)	N	Media	Agrupación
1.5	9	0.107745	A
2.5	9	0.107680	B
3.5	9	0.107675	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 9, se puede apreciar que mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey se halló que con una significancia del 5% el nivel de temperatura de mayor eficacia es el de 40°C aplicada a la deshidratación, siguiéndole luego el de 45 y 50 °C.

Tabla 9.

Prueba de Tukey con una confianza de 95% para la T (°C) de deshidratación

T(°C)	N	Media	Significancia
40	9	0.107736	A
45	9	0.107689	B
50	9	0.107676	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

De estas dos comparaciones se deduce que los tratamientos para una deshidratación de mejor eficacia respecto a la concentración de fenoles totales, en interacción, son a una velocidad de 1.5 m/s y a una temperatura de 40 °C. Igualmente se puede hacer una comparación múltiple de Tukey de esta interacción para comprobar lo enunciado, resultado que se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10.

Prueba de Tukey con una confianza de 95% para las velocidades (V) y temperaturas T (°C) de deshidratación

V(m/s)*T(°C)	N	Media	Agrupación
1.5 - 40	3	0.107857	A
2.5 - 40	3	0.107709	B
3.5 - 45	3	0.107699	B
1.5 - 45	3	0.107691	B
1.5 - 50	3	0.107688	B
3.5 - 50	3	0.107683	B
2.5 - 45	3	0.107676	B
2.5 - 50	3	0.107656	B
3.5 - 40	3	0.107642	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.***Modelo de Superficie de Respuesta**

Se usó el software estadístico Statistica 10, aplicando la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) con la finalidad de determinar el modelo matemático que mejor se ajusta a los datos obtenidos respecto al contenido de Fenoles totales, aplicando las velocidades (m/s) y temperaturas (°C) indicadas en el diseño experimental, usando los datos de la tabla 7. El objetivo final es

establecer los valores de los factores que optimizan el valor de la variable respuesta. Esto se logra al determinar las condiciones óptimas de operación del sistema.

El R^2 obtenido fue de 0.68, que fue mayor a los demás modelos probados. Donde se obtuvo el mejor modelo que correlaciona los datos experimentales de concentración de fenoles totales (mg/L) fue el modelo Cuadrático completo de los efectos principales.

Los coeficientes de regresión fueron obtenidos de la tabla 11, hallándose la siguiente ecuación predictiva:

$$FT = 0.11079 - 0.00066 V - 0.000094 T + 0.000030 V^2 + 0.000001 T^2 + 0.000011 V \times T \quad (1)$$

Donde: FT: fenoles totales V: Velocidad de aire T: Temperatura

Tabla 11.

Coefficientes de regresión usando Superficie de Respuesta para la variable contenido de Fenoles totales con relación a los factores velocidad (m/s) y temperatura (°C) de deshidratación.

Factor	Regr. Coef..	Std.Err.	p
Mean/Interc.	0.110793	0.001409	0.000000
(1)V(m/s)(L)	-0.000657	0.000139	0.000115
V(m/s)(Q)	0.000030	0.000017	0.099426
(2)T(°C)(L)	-0.000094	0.000062	0.142736
T(°C)(Q)	0.000001	0.000001	0.325454
1L by 2L	0.000011	0.000002	0.000284

La ecuación (1) gobierna el comportamiento del contenido de fenoles, mostrando en el gráfico de respuesta de superficie, en el cual se puede observar cómo interactúan ambas variables. Este comportamiento se puede observar en la figura 7.

El elevado valor del coeficiente de determinación (R^2) del modelo seleccionado para predecir la concentración de Fenoles totales en la harina de café ($R^2 = 0.68$)

permite interpretar los resultados de manera amigable mediante los gráficos de superficie de respuesta (Figura 7), como los gráficos de contornos (Figura 8).

En la figura 7, la región roja oscura indica que la combinación de velocidad (m/s) y temperatura (°C) van a reportar los contenidos más altos (0.1079 mg/g) de fenoles totales. Se observa claramente que esta cantidad se obtiene al disminuir tanto la velocidad y temperatura de deshidratación de la pulpa de café para obtener la harina a partir de esta materia prima.

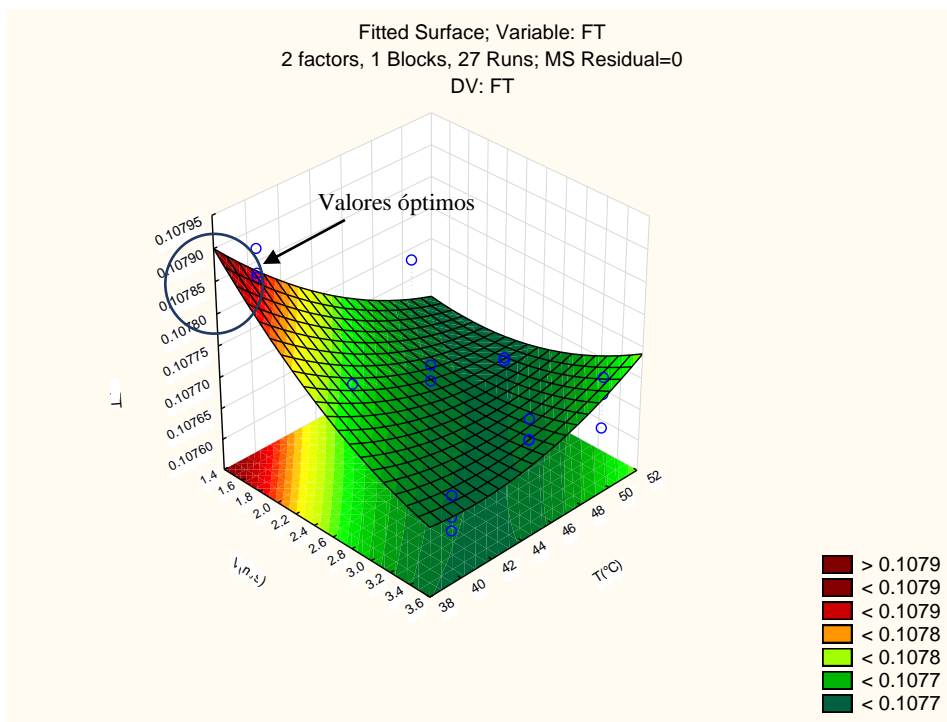


Figura 7. Superficie de respuesta para los contenidos de Fenoles totales sometidas a diferentes velocidades y temperaturas de deshidratación

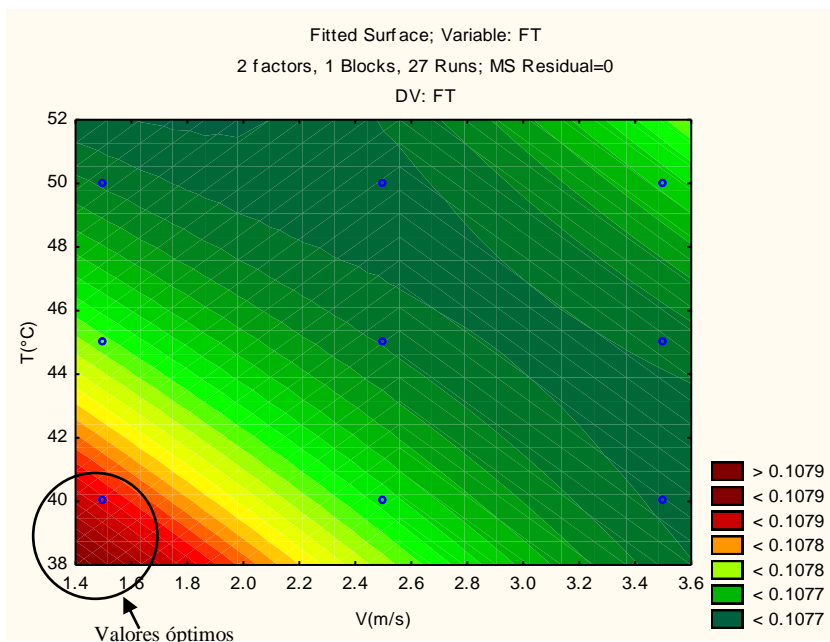


Figura 8. Superficie de Contornos para los contenidos de Fenoles totales sometidas a diferentes velocidades y temperaturas de deshidratación.

Al igual que la figura 7 y la figura 8, muestra que la concentración más alta de Fenoles totales es alcanzada cuando se aplican temperaturas bajas y velocidades igualmente bajas. El color rojo del gráfico de contornos nos permite visualizar lo indicado.

4.4. Análisis de datos considerando el poder antioxidante (%I)

Se aplicó el método de DPPH a los diferentes tratamientos de la harina de pulpa de café. La capacidad antioxidante se calculó a través de la fórmula:

$$\text{Capacidad de antixodantes (\% de captación de radicales libre)} = \left(\frac{(A1 - A2)}{A1} \right) \times 100$$

La investigación respecto al poder antioxidante, expresado como porcentaje de inhibición (%I) se pueden observar en el **Anexo 3**:

Antes de iniciar con el análisis de varianza, se tiene que realizar la verificación de los supuestos del modelo, para ello se realiza la prueba de normalidad de los errores o residuos, considerando las siguientes hipótesis:

H₀: Los errores tienen distribución normal

H₁: Los errores no tienen distribución normal

Tabla 12.

Tabla de residuos respecto al Poder antioxidante (%I)

V(m /s)	T(°C)	P. antiox (%I)	RESID
1.5	40	94.7183	0.33279709
1.5	40	93.3333	-1.05217943
1.5	40	95.1049	0.71938234
1.5	45	85.4299	-0.00089312
1.5	45	85.7273	0.29651536
1.5	45	85.1351	-0.29562224
1.5	50	86.7556	0.08887330
1.5	50	86.6310	-0.03566622
1.5	50	86.6135	-0.05320708
2.5	40	47.0000	-0.26527429
2.5	40	48.7562	1.49094462
2.5	40	46.0396	-1.22567033
2.5	45	89.4422	-0.00884743
2.5	45	89.4269	-0.02420104
2.5	45	89.4841	0.03304847
2.5	50	86.4815	0.11928827
2.5	50	86.1111	-0.25108210
2.5	50	86.4940	0.13179384
3.5	40	91.1610	0.08198821
3.5	40	90.8271	-0.25199281
3.5	40	91.2491	0.17000459
3.5	45	87.8618	-0.09267789
3.5	45	87.7226	-0.23190259
3.5	45	88.2791	0.32458048
3.5	50	94.4623	0.03571856
3.5	50	94.4206	-0.00598855
3.5	50	94.3969	-0.02973002

En este caso luego de realizado la prueba, se obtiene que el Valor $p < 0.100$, lo cual debe ser mayor que $p:0.05$, aceptándose la Hipótesis alternativa, y se rechaza la Hipótesis nula, por lo que se considera que los residuos no tienen una distribución normal, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

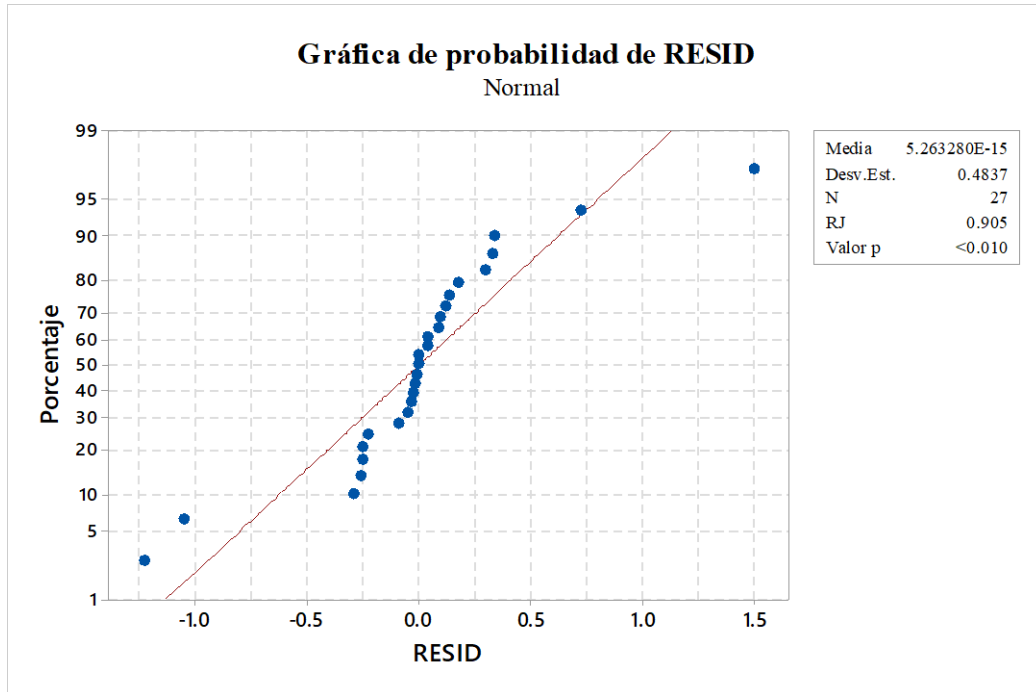


Figura 9. Probabilidad de residuos

El siguiente requisito para proceder a usar pruebas paramétricas tipo ANOVA, se debe de determinar si las varianzas son homogéneas, hallándose que el p Valor es igual a 0.000, lo cual es menor a 0.05, aceptándose la hipótesis alternativa que considera que las varianzas no son homogéneas, tal como se presenta en la siguiente figura:

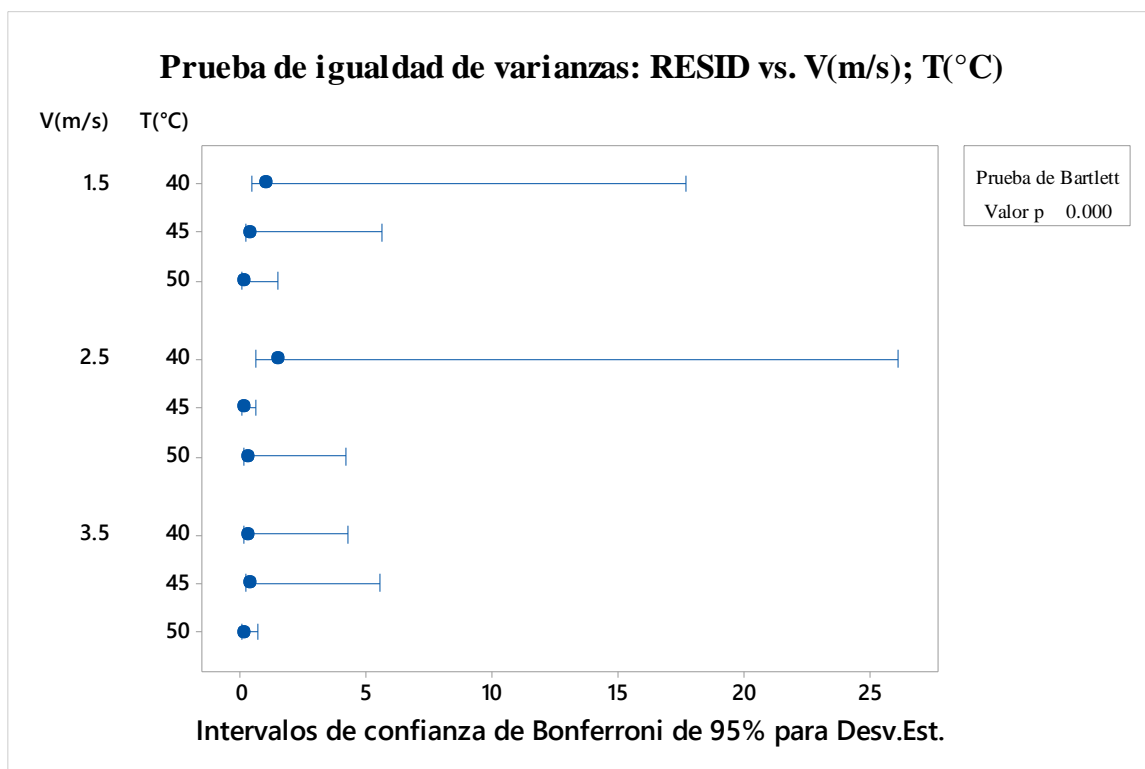


Figura 10. Prueba de igualdad de varianzas

Ya que no se cumplen con ambos requisitos, tanto de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar pruebas estadísticas para un solo factor, es decir estudiamos los efectos de la velocidad y de la temperatura por separados.

a) Análisis del poder antioxidante (%I) considerando solo el factor velocidad (m/s)

Considerando sólo el factor velocidad, aplicado durante la deshidratación de la pulpa de café, se determinó estadísticamente que por sí solo, con el valor p de 0.015, tiene influencia en el porcentaje de inhibición (%I) (Tabla 13)

Tabla 13.

Análisis de Varianza del factor velocidad (m/s) respecto al poder antioxidante (%I)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
V(m/s)	2	1490	745.2	5.07	0.015
Error	24	3528	147.0		
Total	26	5018			

Dentro de los tres tratamientos, la prueba de Tukey con una confianza del 95%, indica que las velocidades de 3,5 y 1,5 son las mejores, respecto al porcentaje de inhibición (%I) de radicales libres hallándose un 91.15% y 88.83% de poder antioxidante, considerándose así mismo mediante esta prueba que ambos tratamientos son iguales.

Tabla 14.

Comparaciones en parejas de Tukey y una confianza de 95%

V(m/s)	N	Media	Agrupación
3.5	9	91.153	A
1.5	9	88.83	A
2.5	9	74.36	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

b) Análisis del poder antioxidante (%I) considerando sólo el factor temperatura (°C)

Considerando sólo el factor temperatura (°C), aplicado durante la deshidratación de la pulpa de café, se determinó estadísticamente que por sí solo, con el valor p de 0.160, no tiene influencia en el porcentaje de inhibición (%I) (**Tabla 15.**), ya que el $p > 0.05$.

Tabla 15.

Análisis de Varianza del factor Temperatura (°C) respecto al poder antioxidante (%I)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
T(°C)	2	711.2	355.6	1.98	0.160
Error	24	4307.1	179.5		
Total	26	5018.3			

Dentro de los tres tratamientos, la prueba de Tukey con una confianza del 95%, indica que todos los tratamientos aplicado, usando las tres temperaturas, son iguales. Es decir que se obtienen los mismos resultados, siendo la temperatura irrelevante, dentro del rango trabajado (Tabla 16).

Tabla 16.

Comparaciones en parejas de Tukey y una confianza de 95%

T(°C)	N	Media	Agrupación
50	9	89.15	A
45	9	87.612	A
40	9	77.58	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.5. Resumen de los mejores tratamientos considerando fenoles totales y poder antioxidante

Tabla 17

Resumen de los mejores tratamientos

Tratamiento		Concentración de fenoles totales (Tabla 7)
40 °C - 1.5 m/s		0.1079 mg/g
Tratamiento		Poder antioxidante (%I) (Tabla 10)
Temperatura de secado	Velocidad de aire de secado	
40 °C		91.153 %
45 °C	3.5 m/s	88.83 %
50 °C	1.5 m/s	

4.6. Evaluación organoléptica de la harina de pulpa de café catimor

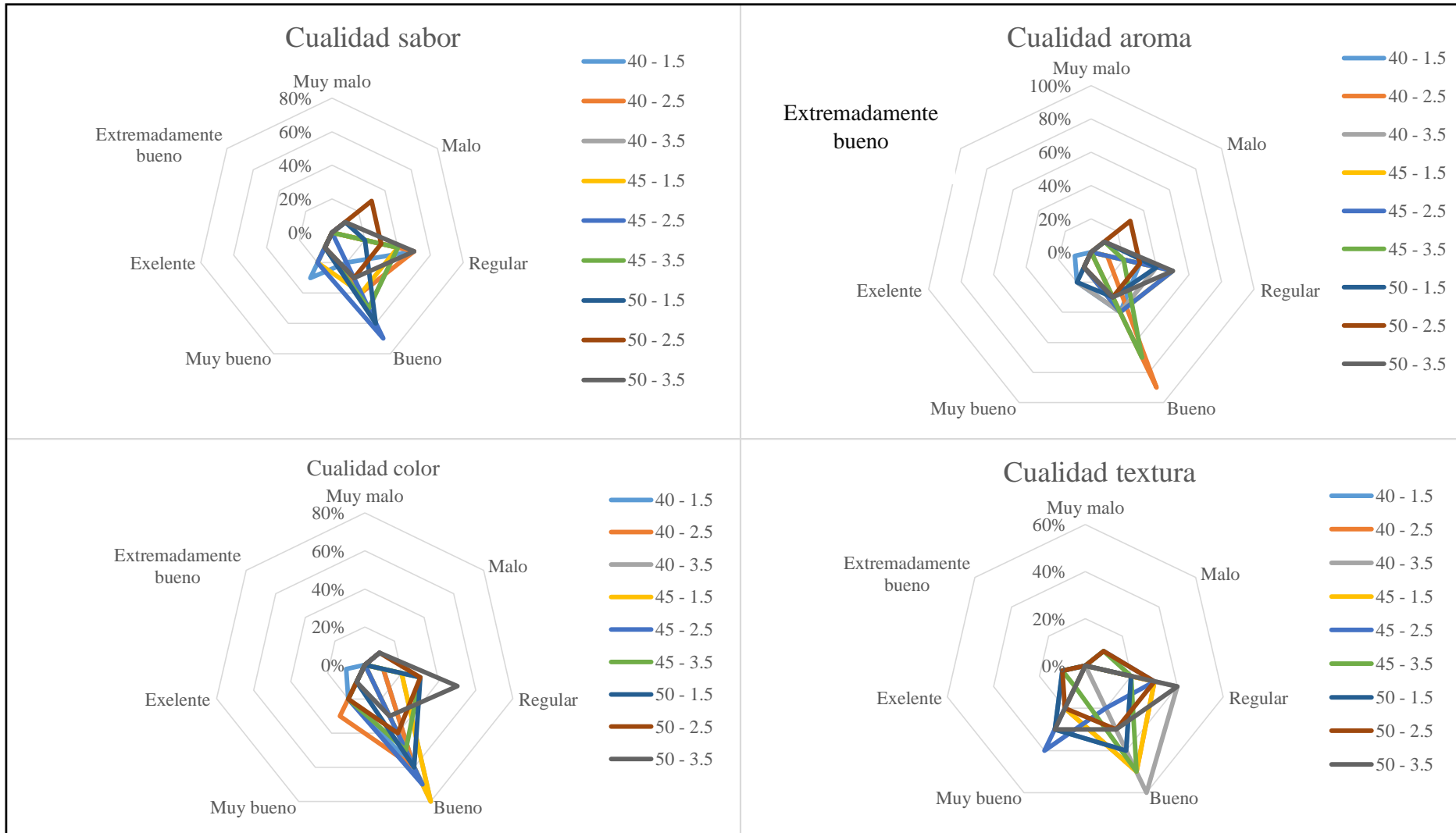


Figura 11. Análisis descriptivo de las cualidades organolépticas (sabor, color, aroma y textura)

De acuerdo al análisis descriptivo que muestra la figura 11 , se determinó que el mejor tratamiento para la cualidad sabor es $45^{\circ}\text{C} - 2.5\text{ m/s}$, siendo este calificado por los panelistas semi-entrenados como bueno con un 70 % de aceptación; para el color se determinó que los mejores tratamientos fueron $(40\text{ y }45)^{\circ}\text{C}$ con $(1.5\text{ y }3.5)\text{ m/s}$ siendo estos calificados como buenos, con un 80% respectivamente; para el aroma, el que obtuvo un 90% de aceptación calificado como bueno fue el de $40^{\circ}\text{C} - 1.5\text{ m/s}$; para la textura el mejor tratamiento calificado como bueno con un 60% de aceptación fue $40^{\circ}\text{C} - 3.5\text{ m/s}$.

V. DISCUSIONES

De los resultados se puede mencionar que, la cantidad de fenoles totales obtenidos fue 0.1079 mg/g, de muestra seca, se puede afirmar que se debió a la características de la pulpa de café que contienen alta cantidad de fenoles totales, tal como lo indica, Tobón (2015) quien extrajo fenoles totales la cantidad de 51.7mg/g muestra en su mejor tratamiento, mediante estos resultados obtenidos se confirma el beneficio que brindaría esta materia prima en la industria alimentaria.

El mejor tratamiento durante la deshidratación fue de 40°C y una velocidad de aire de 1.5 m/s, obteniéndose fenoles totales la cantidad de 0.1079 mg/g de muestra seca. Esto indica la importancia de los factores tanto de temperatura y velocidad de aire durante la deshidratación de la pulpa de café, lo cual coincide con lo estudiado por Ponce y Rodríguez (2015), quienes trabajaron con aguaymanto y concluyeron que a mayor temperatura aumenta el contenido de fenoles totales y en su mejor tratamiento obtuvieron fenoles totales la cantidad de 0.050 mg/g se confirma que la naturaleza de la materia prima es fundamental en la concentración fenoles.

Se puede confirmar que uno de los mejores tratamientos en cuanto a poder antioxidante fue, 40°C y 3.5 m/s de velocidad de aire de deshidratado de la pulpa de café, con un 91.153 % de porcentaje de inhibición de radicales libres, seguido de 40 °C y 1.5 m/s con un porcentaje de inhibición de radicales libres en 88.83 %, y fenoles totales que fue 0.1079 mg/g, de muestra seca. Esto nos confirma la relación entre contenido de fenoles totales y su poder antioxidante de la pulpa de café, ya que los fenoles son los actores principales en la captación de radicales libres tal como indica, Díaz (2011) que su mejor tratamiento fue, mezcla de solventes (metanol/acetona) donde extrajo mayor cantidad de compuestos fenólicos en una cantidad de $135,16 \pm 5,51$ mg/100g pulpa fresca, y un porcentaje de inhibición (%I) de $22,85 \pm 1,14$ en comparación con la muestra fresca estudiada que obtuvo un porcentaje de inhibición (%I) de 56 %, esto nos indica, que la pulpa de café fresca como materia prima, contiene una gran cantidad de compuestos fenólicos y un alto poder antioxidante.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que el mejor tratamiento durante el proceso de deshidratación de la pulpa de café, en la cual se logró mayor contenido de polifenoles totales según los resultados estadísticos fueron 40°C con una velocidad de aire de 1.5 m/s.

La concentración fenólica (cantidad de fenoles totales mg/g) en la harina de pulpa de café se obtuvo el de la temperatura de 40°C con una velocidad de aire de 1.5 m/s obteniendo la concentración más alta de 0.1079 mg/g (Tabla 7).

La capacidad antioxidante (% captación de los radicales libres) evaluada mediante el método de DPPH de acuerdo a las pruebas estadísticas aplicadas al porcentaje de inhibición de cada tratamiento nos indica que, con respecto a la velocidad, nos dio que a 3,5 y 1,5 son las mejores hallándose un 91.15% y 88.83% de poder antioxidante, y respecto a la temperatura nos dio que todos tratamientos son iguales.

Según nuestra encuesta realizada a 30 personas quienes evaluaron a todos los tratamientos, hemos logrado obtener que el mayor porcentaje de personas encuestadas determinaron que nuestro producto final “Harina de pulpa de café” si es bueno en cuanto a sus propiedades organolépticas (Color, olor, sabor, aroma, textura).

El R^2 obtenido fue de 0.68, que fue mayor a los demás modelos probados. Donde se obtuvo el mejor modelo que correlaciona los datos experimentales de concentración de fenoles totales (mg/L) fue el modelo Cuadrático completo de los efectos principales, la ecuación para el modelamiento matemático fue: $FT = 0.11079 - 0.00066 V - 0.000094 T + 0.000030 V^2 + 0.000001 T^2 + 0.000011 V \times T$

En la evaluación organoléptica según las encuestas realizadas se determinó que el producto es aceptable por tener un elevado porcentaje de aceptabilidad como bueno destacando en la cualidad sabor el tratamiento de 45 °C y una velocidad de aire de 2.5 m/s con un 70 %, en la cualidad color los tratamientos de (40 °C y 45 °C) con una velocidad de aire de (3.5 y 1.5) m/s con un 80 %, en la cualidad aroma el tratamiento de 40 °C y con la velocidad de aire de 2.5 m/s y en la cualidad de textura el tratamiento de 40 °C con una velocidad de aire de 3.5 m/s con un 60 %.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de polifenoles específicos que contiene la pulpa de café.

Determinar el contenido de fenoles totales de diferentes variedades de café comercial con alta demanda en EE. UU y la Unión Europea.

Realizar la investigación en diferentes subproductos que se generan del beneficio del café (mucílago, pergamino y otros), y en otras materias primas de diferentes zonas de la provincia de Jaén.

Utilizar diferentes metodologías para determinar el contenido de fenoles y su capacidad antioxidante en diferentes materias primas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanya, J. (2018). *Evaluar el efecto de la temperatura y la velocidad de aire en el secado-convectivo de pulpa de café, Lima-2018*. Universidad César Vallejo, Facultad Escuela profesional de Ing. Ambiental, Lima. Recuperado el Octubre de 2019, de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/27950/ALANY_CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Alfredo, G. (2005). *Café, antioxidantes y protección a la salud*. Instituto Superior de Ciencias Médicas de Villa Clara “Zerafin Ruiz de Zárate”. Villa Clara: Medisan. Recuperado el Febrero de 2020, de http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7_4_02/san11402.htm
- Brand, W. W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. En *Lebensm*. Obtenido de Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity.
- Castañeda, C., Ramos, L. E., & Ibáñez, V. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista horizonte médico*, 56-72.
- Cruzado, M., Pastor, A., Castro, N., & Cedron, J. C. (2013). Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). 3. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000100008
- Cuesta, D. (2018). Obtención de fenoles a partir de granos verdes de café. 5.
- Díaz, A. (2011). *Pulpa de café: Coffea arabica: Como fuente alternativa de antioxidantes*. Loja. Recuperado el Febrero de 2020, de http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7_4_02/san11402.htm
- Díaz, F. O., Ormaza, A. M., & Rojano, B. A. (2018). Efecto del Añejamiento del Café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre la Composición de Fenoles Totales, Flavonoides, Ácido Clorogénico y la Actividad Antioxidante. 29(3), 2. Recuperado el Febrero de 2020, de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300187>
- Espinal, R. (2015). *Capacidad antioxidante y ablandamiento de la guayaba Palmira Ica I (Psidium guajava)*. Bogotá.

- Espinoza, M., Gómez, E., Aguilar, J., Cabanillas, J., & Santacruz, M. (2015). *Impacto térmico del secado por Ventana Refractante™ sobre los metabolitos antioxidantes de la cáscara del membrillo (Cydonia oblonga L.)*, 9. Recuperado el Febrero de 2020
- Espinoza, M., Gómez, E., Aguilar, J., Cabanillas, J., & Santacruz, M. (2015). Impacto térmico del secado por Ventana Refractante sobre los metabolitos antioxidantes de la cáscara del membrillo (Cydonia). 9. Recuperado el Febrero de 2020, de file:///C:/Users/Scania/Downloads/Dialnet-ImpactoTermicoDelSecadoPorVentanaRefractanteTMSobr-6583447%20(2).pdf
- Fonseca, L., Calderón, L., & Rivera, M. (2014). *Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en norte de santander (Colombia)*, 10.
- García Martínez, E., Fernández Segovia, I., & Fuentes López, A. (s.f.). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu*. Valencia. Obtenido de Determinación de polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu.
- Gómez, N. (2016). *Producción de alcohol etílico a partir de mucílago de café*. Ecuador.
- Lazcano, E., Trejo, M., Vargas, M., & Pascual, S. (2015). *Contenido de fenoles, cafeína y capacidad antixodiante de granos de cafés verdes y tostados de diferentes estados de méxico*, 7.
- Martínez, E., López, M., & Guzmán, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en el residuo de la producción de jugo de mandarina. 8.
- Martínez, P. (2015). *Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta* (Vol. 50). Murcia, España: Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- Medrano, K. (2016). *Capacidad antioxidante, contenido de Vitamina "C" y carotenos en plantas comestibles silvestres del Departamento de Chiquimula*. Guatemala.
- MINAGRI. (2017). *Pulpa de café*. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano>
- Pérez, A., Feregrino, A., Ramírez, S., & Jiménez, S. (2019). Influencia del método de secado sobre el contenido de polifenoles y la actividad. 6. Recuperado el Febrero de 2020, de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/4/66.pdf>
- Pérez, L., Chávez, K., & Juárez, L. (2012). Compuestos fenólicos, melanoidinas y actividad antioxidante de café verde y procesado de las especies Coffea arabica Y Coffea canephora. 6. Recuperado el Febrero de 2020, de <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/136>
- Ponce, W., & Rodríguez, D. (2015). *Evaluación del efecto del secado en los compuestos fenólicos y capacidad antixodiante de aguaymanto (Physalis peruviana L.)*. Tarma. Recuperado el Febrero de 2020, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1959/Ponce%20Alvarado%20-%20Rodriguez%20Asto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santacreo, C. (2008). *Mejoramiento genético del café*. Costa Rica: Producción de Café ed. IICA.

Wang, S. (2016). *Evaluación de las propiedades biológicas de antioxidantes fenólicos en subproducto de uva, café verde y yerba mate como ingredientes funcionales o nutraceuticos*. Madrid.

IX. DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios y a mi familia por ser el motor fundamental para lograr cada paso hacia el éxito.

Ramos Mego Leodan.

Agradezco a Dios por haberme otorgado a unos padres maravillosos, Pedro Calderón Manayay, Girón Bocanegra Carmen y Calderón Girón Magdalena Sofia, siendo ellos el eje fundamental en mi vida, quienes me enseñaron el valor de la humildad y sacrificio, a mi familia quienes creyeron plenamente en mí, me brindaron su apoyo incondicional, a cada uno de ellos dedico mi presente proyecto porque fomentaron en mí, el deseo de superación y triunfo en la vida lo que ha contribuido a la consecución de este logro. A todos ellos gracias totales.

Ticliahuanca Calderon Scania Nair.

X. AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por brindarnos cada día nuevas experiencias y oportunidades, a nuestras familias por estar siempre al lado nuestro en los momentos buenos y malos con su apoyo incondicional.

A nuestro asesor Mg. Minchan Velayarce Hans Himbler por ser el eje principal para lograr con nuestro objetivo trazados para la realización de este proyecto.

ANEXOS

ANEXO 01

a) Determinación de la acidez

Peso de la muestra = 10 g diluidos en 100 ml de agua destilada.

$$N(\text{sol}) = \frac{0.1N \times 0.63 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} = 0.00252N$$

$$M(\text{Ac}) = 354.31 \text{ g/eq} \times 0.1 \text{ lt} \times 0.00252 \text{ N} = 0.0893 \text{ g}$$

$$\% \text{ Acidez} = \frac{0.0893 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100 = 0.893\%$$

b) Cálculos para el porcentaje de humedad

Prueba: 1

$$\% \text{ H} = \left(\frac{3.06 - 0.37}{3.06} \right) \times 100 = 87.9\%$$

Prueba: 2

$$\% \text{ H} = \left(\frac{3.04 - 0.38}{3.04} \right) \times 100 = 87.5\%$$

Prueba: 3

$$\% \text{ H} = \left(\frac{3.03 - 0.38}{3.03} \right) \times 100 = 87.46\%$$

Promedio:

$$\sum \frac{P1+P2+P3}{3} = \frac{87.9\%+87.5\%+87.46\%}{3} = 87.62\%$$

c) **Compuestos de fenoles totales**

Fórmula de regresión lineal

$$y = 0.0009x + 0.1073$$

$$R^2 = 0.9952$$

Fórmula para obtener la concentración de fenoles a partir de la absorbancia

$$\text{Concentración} = A * B + C$$

Donde:

A = Pendiente de la regresión lineal

B = Absorbancia

C = Intercepto

Datos de compuestos fenólicos

Muestra	Absorbancia	Concentración
40°C - 1.5m/s. A	0.649	0.1078841
40°C - 1.5m/s. B	0.607	0.1078463
40°C - 1.5m/s. C	0.654	0.1078886
40°C - 2.5m/s. A	0.417	0.1076753
40°C - 2.5m/s. B	0.699	0.1079291
40°C - 2.5m/s. C	0.507	0.1077563
40°C - 3.5m/s. A	0.375	0.1076375
40°C - 3.5m/s. B	0.351	0.1076159
40°C - 3.5m/s. C	0.413	0.1076717
45°C - 1.5m/s. A	0.424	0.1076816
45°C - 1.5m/s. B	0.686	0.1079174
45°C - 1.5m/s. C	0.443	0.1076987
45°C - 2.5m/s. A	0.467	0.1077203
45°C - 2.5m/s. B	0.439	0.1076951
45°C - 2.5m/s. C	0.347	0.1076123
45°C - 3.5m/s. A	0.468	0.1077212
45°C - 3.5m/s. B	0.431	0.1076879
45°C - 3.5m/s. C	0.432	0.1076888
50°C - 1.5m/s. A	0.402	0.1076618
50°C - 1.5m/s. B	0.496	0.1077464
50°C - 1.5m/s. C	0.395	0.1076555
50°C - 2.5m/s. A	0.408	0.1076672
50°C - 2.5m/s. B	0.378	0.1076402
50°C - 2.5m/s. C	0.402	0.1076618
50°C - 3.5m/s. A	0.376	0.1076384
50°C - 3.5m/s. B	0.436	0.1076924
50°C - 3.5m/s. C	0.466	0.1077194
Muestra Fresca	Promedio	
MF	0.18	0.107462

ANEXO 02.

Tabla de residuos respecto a la concentración de fenoles totales

V m/s	T °C	PT	RESIDUOS
1.5	40	0.10788	0.0001085
1.5	40	0.10785	7.07E-05
1.5	40	0.10784	0.000113
1.5	45	0.10768	-9.4E-05
1.5	45	0.10769	0.0001418
1.5	45	0.10770	-7.69E-05
1.5	50	0.10766	-0.0001138
1.5	50	0.10775	-2.92E-05
1.5	50	0.10766	-0.0001201
2.5	40	0.10768	-2.9989E-05
2.5	40	0.10770	0.00021381
2.5	40	0.10776	5.1011E-05
2.5	45	0.10772	1.5011E-05
2.5	45	0.10770	-1.0189E-05
2.5	45	0.10761	-9.2989E-05
2.5	50	0.10767	-3.8089E-05
2.5	50	0.10764	-6.5089E-05
2.5	50	0.10766	-4.3489E-05
3.5	40	0.10764	-3.73E-05
3.5	40	0.10762	-5.89E-05
3.5	40	0.10767	-3.1E-06
3.5	45	0.10772	4.64E-05
3.5	45	0.10769	1.31E-05
3.5	45	0.10769	1.4E-05
3.5	50	0.10764	-3.64E-05
3.5	50	0.10769	1.76E-05
3.5	50	0.10772	4.46E-05

Prueba de igualdad de varianzas: RESID vs. V(m/s); T(°C)

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

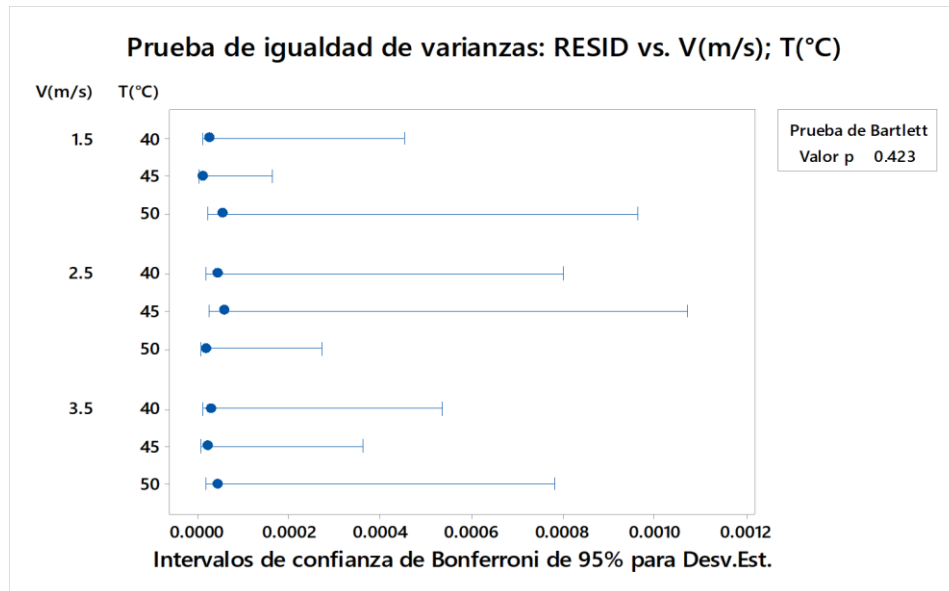
V(m/s)	T(°C)	N	Desv.Est.	IC
1.5	40	3	0.0000239	(0.0000098; 0.0004522)
1.5	45	3	0.0000086	(0.0000035; 0.0001629)
1.5	50	3	0.0000508	(0.0000209; 0.0009624)
2.5	40	3	0.0000422	(0.0000174; 0.0008000)
2.5	45	3	0.0000565	(0.0000233; 0.0010713)
2.5	50	3	0.0000143	(0.0000059; 0.0002709)
3.5	40	3	0.0000281	(0.0000116; 0.0005335)
3.5	45	3	0.0000190	(0.0000078; 0.0003597)
3.5	50	3	0.0000412	(0.0000170; 0.0007820)

Nivel de confianza individual = 99.4444%

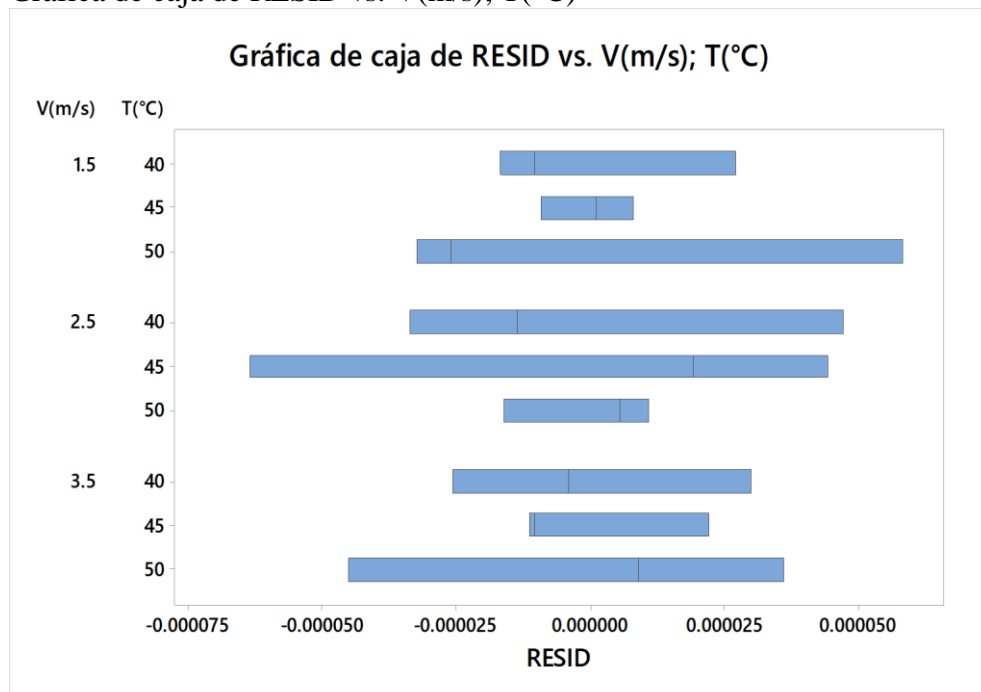
Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	8.11	0.423

Prueba de igualdad de varianzas: RESID vs. V(m/s); T(°C)



Gráfica de caja de RESID vs. V(m/s); T(°C)



a) Datos del Modelo lineal general: Fenoles Totales (FT) vs. V(m/s); T(°C)

FT: Fenoles totales

V (m/s): Velocidad de deshidratación en metros por segundo

T (°C): Temperatura de deshidratación en grados Celsius

Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
V(m/s)	Fijo	3	1.5; 2.5; 3.5
T(°C)	Fijo	3	40; 45; 50

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
V(m/s)	2	0.000000	0.000000	10.99	0.001
T(°C)	2	0.000000	0.000000	7.18	0.005
V(m/s)*T(°C)	4	0.000000	0.000000	9.55	0.000
Error	18	0.000000	0.000000		
Total	26	0.000000			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0000354	80.55%	71.91%	56.24%

Comparaciones para Fenoles Totales

Comparaciones por parejas de Tukey: V(m/s)

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

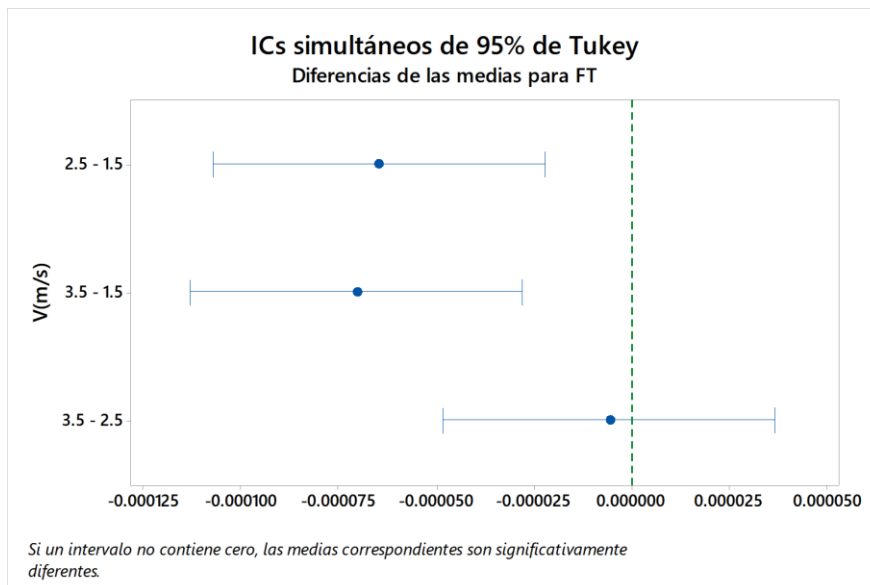
V(m/s)	N	Media	Agrupación
1.5	9	0.107745	A
2.5	9	0.107680	B
3.5	9	0.107675	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de V(m/s) niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2.5 - 1.5	-0.000065	0.000017	(-0.000107; -0.000022)	-3.88	0.003
3.5 - 1.5	-0.000070	0.000017	(-0.000113; -0.000028)	-4.22	0.001
3.5 - 2.5	-0.000006	0.000017	(-0.000048; 0.000037)	-0.34	0.939

Nivel de confianza individual = 98.00%



Comparaciones para fenoles totales

Comparaciones por parejas de Tukey: T(°C)

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

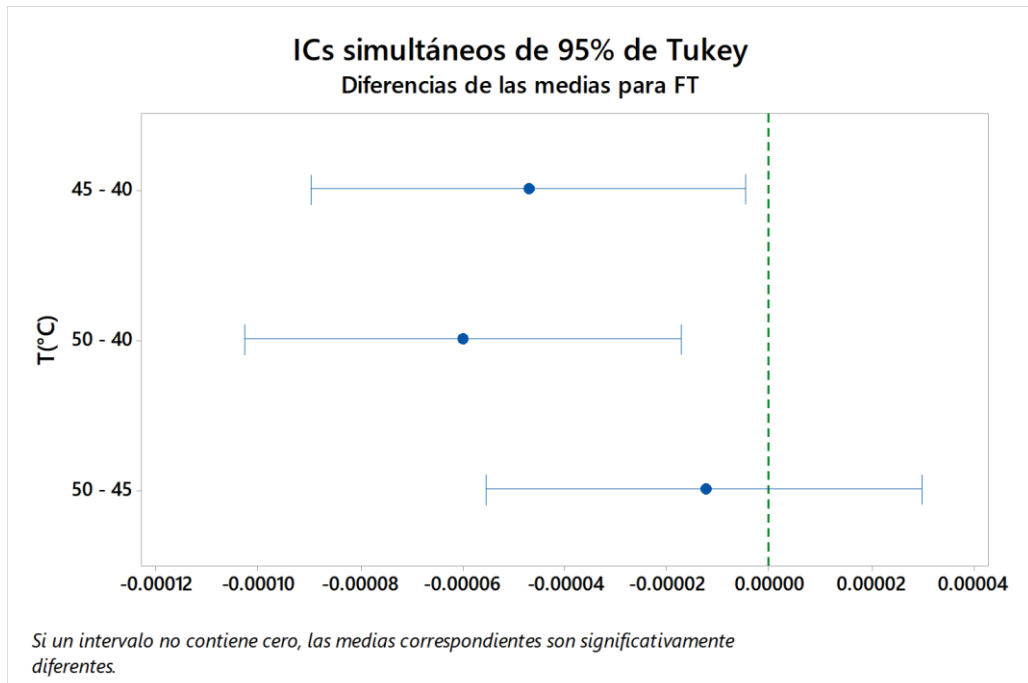
T(°C)	N	Media	Agrupación
40	9	0.107736	A
45	9	0.107689	B
50	9	0.107676	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de T(°C) niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
45 - 40	-0.000047	0.000017	(-0.000090; -0.000005)	-2.83	0.028
50 - 40	-0.000060	0.000017	(-0.000102; -0.000017)	-3.60	0.006
50 - 45	-0.000013	0.000017	(-0.000055; 0.000030)	-0.76	0.730

Nivel de confianza individual = 98.00%



Comparaciones para fenoles totales

Comparaciones por parejas de Tukey: V(m/s) *T(°C)

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

V(m/s) *T(°C)	N	Media	Agrupación
1.5 40	3	0.107857	A
2.5 40	3	0.107709	B
3.5 45	3	0.107699	B
1.5 45	3	0.107691	B
1.5 50	3	0.107688	B
3.5 50	3	0.107683	B
2.5 45	3	0.107676	B
2.5 50	3	0.107656	B
3.5 40	3	0.107642	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

b) Regresión de superficie de respuesta: fenoles totales vs. V(m/s); T(°C)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0.000000	0.000000	8.94	0.000
Lineal	2	0.000000	0.000000	10.90	0.001
V(m/s)	1	0.000000	0.000000	12.63	0.002
T(°C)	1	0.000000	0.000000	9.18	0.006
Cuadrado	2	0.000000	0.000000	1.99	0.161
V(m/s)*V(m/s)	1	0.000000	0.000000	2.97	0.099
T(°C)*T(°C)	1	0.000000	0.000000	1.01	0.325
Interacción de 2 factores	1	0.000000	0.000000	18.89	0.000
V(m/s)*T(°C)	1	0.000000	0.000000	18.89	0.000
Error	21	0.000000	0.000000		
Falta de ajuste	3	0.000000	0.000000	3.86	0.027
Error puro	18	0.000000	0.000000		
Total	26	0.000000			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0000420	68.03%	60.42%	46.82%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	0.107669	0.000018	5962.11	0.000	
V(m/s)	-0.000035	0.000010	-3.55	0.002	1.00
T(°C)	-0.000030	0.000010	-3.03	0.006	1.00
V(m/s) *V(m/s)	0.000030	0.000017	1.72	0.099	1.00
T(°C) *T(°C)	0.000017	0.000017	1.01	0.325	1.00
V(m/s) *T(°C)	0.000053	0.000012	4.35	0.000	1.00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

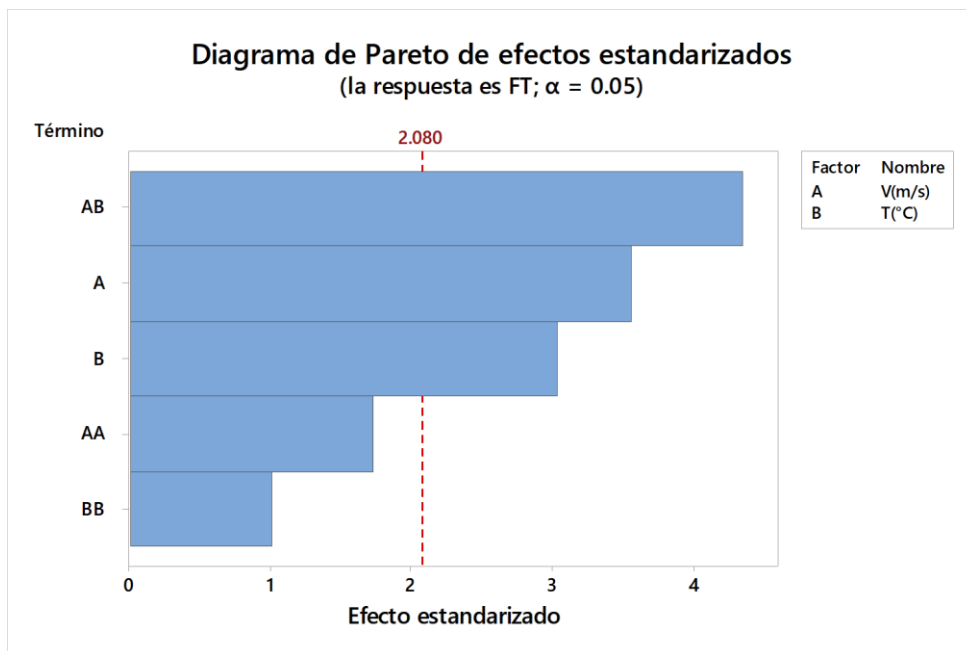
$$FT = 0.11079 - 0.000657 V(\text{m/s}) - 0.000094 T(^{\circ}\text{C}) + 0.000030 V(\text{m/s}) * V(\text{m/s}) \\ + 0.000001 T(^{\circ}\text{C}) * T(^{\circ}\text{C}) + 0.000011 V(\text{m/s}) * T(^{\circ}\text{C})$$

Ajustes y diagnósticos para observaciones poco común

Obs	FT	Ajuste	Resid	Resid est.	R
8	0.107746	0.107668	0.000078	2.18	R

Residuo grande R

Pareto de los efectos para fenoles totales



ANEXO 03. Pruebas de normalidad homogeneidad de varianzas para el Porcentaje de inhibición (%I).

Tabla 9.

Porcentaje de inhibición (%I) respecto a los tratamientos realizados, con tres repeticiones cada uno.

Tratamientos	V(m/s)	T(°C)	%I
1	1.5	40	94.718
2	1.5	40	93.333
3	1.5	40	95.105
4	1.5	45	85.430
5	1.5	45	85.727
6	1.5	45	85.135
7	1.5	50	86.756
8	1.5	50	86.631
9	1.5	50	86.613
10	2.5	40	47.000
11	2.5	40	48.756
12	2.5	40	46.040
13	2.5	45	89.442
14	2.5	45	89.427
15	2.5	45	89.484
16	2.5	50	86.481
17	2.5	50	86.111
18	2.5	50	86.494
19	3.5	40	91.161
20	3.5	40	90.827
21	3.5	40	91.249
22	3.5	45	87.862
23	3.5	45	87.723
24	3.5	45	88.279
25	3.5	50	94.462
26	3.5	50	94.421
27	3.5	50	94.397
Muestra fresca			56.000

ANOVA de un solo factor: Poder antioxidante (%I) vs. Velocidad (m/s)

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
V(m/s)	3	1.5; 2.5; 3.5

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
V(m/s)	2	1490	745.2	5.07	0.015
Error	24	3528	147.0		
Total	26	5018			

Medias

V(m/s)	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1.0	9	88.83	4.23	(80.49; 97.17)
2.0	9	74.36	20.38	(66.02; 82.70)
3.5	9	91.153	2.809	(82.812; 99.495)

Desv.Est. agrupada = 12.1243

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

V(m/s)	N	Media	Agrupación
3.5	9	91.153	A
1.5	9	88.83	A
2.5	9	74.36	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Poder antioxidante (%I) vs. Temperatura (°C)

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.
Información del factor

Factor	Niveles	Valores
T(°C)	3	40; 45; 50

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
T(°C)	2	711.2	355.6	1.98	0.160
Error	24	4307.1	179.5		
Total	26	5018.3			

Medias

T(°C)	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
40	9	77.58	22.79	(68.36; 86.79)
45	9	87.612	1.772	(78.396; 96.828)
50	9	89.15	3.96	(79.94; 98.37)

Desv.Est. agrupada = 13.3964

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

T(°C)	N	Media	Agrupación
50	9	89.15	A
45	9	87.612	A
40	9	77.58	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

ANEXO 05. Test de evaluación organoléptica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Nombre: *Maria Horna Pérez.*

Producto: harina de pulpa de café Tratamiento: 40°C – 1.5 m/s

Marque con una X en el cuadro donde corresponda su apreciación crítica en las diferentes propiedades organolépticas

<u>Sabor</u>		<u>Aroma</u>	
1	<input type="checkbox"/> Muy malo	1	<input type="checkbox"/> Muy malo
2	<input type="checkbox"/> Malo	2	<input type="checkbox"/> Malo
3	<input type="checkbox"/> Regular	3	<input type="checkbox"/> Regular
4	<input checked="" type="checkbox"/> Bueno	4	<input checked="" type="checkbox"/> Bueno
5	<input type="checkbox"/> Muy bueno	5	<input type="checkbox"/> Muy bueno
6	<input type="checkbox"/> Excelente	6	<input type="checkbox"/> Excelente
7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno	7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno
<u>Color</u>		<u>Textura</u>	
1	<input type="checkbox"/> Muy malo	1	<input type="checkbox"/> Muy malo
2	<input type="checkbox"/> Malo	2	<input type="checkbox"/> Malo
3	<input checked="" type="checkbox"/> Regular	3	<input type="checkbox"/> Regular
4	<input type="checkbox"/> Bueno	4	<input checked="" type="checkbox"/> Bueno
5	<input type="checkbox"/> Muy bueno	5	<input type="checkbox"/> Muy bueno
6	<input type="checkbox"/> Excelente	6	<input type="checkbox"/> Excelente
7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno	7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno

Fuente: Modificado de (Giovani y Pangborn, 1983)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Nombre: *Emerita Chagüla Tineo*

Producto: Harina de pulpa de café

Tratamiento: 45 °C – 3.5 m/s

Marque con una X en el cuadro donde corresponda su apreciación crítica en las diferentes propiedades organolépticas

<u>Sabor</u>		<u>Aroma</u>	
1	<input type="checkbox"/> Muy malo	1	<input type="checkbox"/> Muy malo
2	<input type="checkbox"/> Malo	2	<input checked="" type="checkbox"/> Malo
3	<input checked="" type="checkbox"/> Regular	3	<input type="checkbox"/> Regular
4	<input type="checkbox"/> Bueno	4	<input type="checkbox"/> Bueno
5	<input type="checkbox"/> Muy bueno	5	<input type="checkbox"/> Muy bueno
6	<input type="checkbox"/> Excelente	6	<input type="checkbox"/> Excelente
7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno	7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno
<u>Color</u>		<u>Textura</u>	
1	<input type="checkbox"/> Muy malo	1	<input type="checkbox"/> Muy malo
2	<input type="checkbox"/> Malo	2	<input checked="" type="checkbox"/> Malo
3	<input checked="" type="checkbox"/> Regular	3	<input type="checkbox"/> Regular
4	<input type="checkbox"/> Bueno	4	<input type="checkbox"/> Bueno
5	<input type="checkbox"/> Muy bueno	5	<input type="checkbox"/> Muy bueno
6	<input type="checkbox"/> Excelente	6	<input type="checkbox"/> Excelente
7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno	7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno

Fuente: Modificado de (Giovani y Pangborn, 1983)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Nombre: *Jeicel Jeisson Azula Cordeva*

Producto: Harina de pulpa de café

Tratamiento: 50 °C – 1.5 m/s

Marque con una X en el cuadro donde corresponda su apreciación crítica en las diferentes propiedades organolépticas

<u>Sabor</u>		<u>Aroma</u>	
1	<input type="checkbox"/> Muy malo	1	<input type="checkbox"/> Muy malo
2	<input type="checkbox"/> Malo	2	<input type="checkbox"/> Malo
3	<input type="checkbox"/> Regular	3	<input type="checkbox"/> Regular
4	<input checked="" type="checkbox"/> Bueno	4	<input type="checkbox"/> Bueno
5	<input type="checkbox"/> Muy bueno	5	<input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno
6	<input type="checkbox"/> Excelente	6	<input type="checkbox"/> Excelente
7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno	7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno
<u>Color</u>		<u>Textura</u>	
1	<input type="checkbox"/> Muy malo	1	<input type="checkbox"/> Muy malo
2	<input type="checkbox"/> Malo	2	<input type="checkbox"/> Malo
3	<input type="checkbox"/> Regular	3	<input type="checkbox"/> Regular
4	<input type="checkbox"/> Bueno	4	<input checked="" type="checkbox"/> Bueno
5	<input checked="" type="checkbox"/> Muy bueno	5	<input type="checkbox"/> Muy bueno
6	<input type="checkbox"/> Excelente	6	<input type="checkbox"/> Excelente
7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno	7	<input type="checkbox"/> Extremadamente bueno

Fuente: Modificado de (Giovani y Pangborn, 1983)

Cuadros con los resultados obtenidos en el test de la evaluación organoléptica de la harina de pulpa de café

SABOR							
Tratamiento	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente	Extremadamente bueno
40 - 1.5	0%	0%	50%	20%	30%	0%	0%
40 - 2.5	0%	0%	50%	40%	10%	0%	0%
40 - 3.5	0%	0%	40%	50%	10%	0%	0%
45 - 1.5	0%	0%	40%	40%	20%	0%	0%
45 - 2.5	0%	10%	0%	70%	20%	0%	0%
45 - 3.5	0%	0%	40%	50%	10%	0%	0%
50 - 1.5	0%	10%	20%	60%	10%	0%	0%
50 - 2.5	0%	30%	30%	30%	10%	0%	0%
50 - 3.5	0%	10%	50%	30%	10%	0%	0%

AROMA							
Tratamiento	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente	Extremadamente bueno
40 - 1.5	0%	0%	30%	40%	20%	10%	0%
40 - 2.5	0%	0%	10%	90%	0%	0%	0%
40 - 3.5	0%	0%	40%	40%	20%	0%	0%
45 - 1.5	0%	0%	50%	40%	10%	0%	0%
45 - 2.5	0%	0%	50%	40%	10%	0%	0%
45 - 3.5	0%	10%	20%	70%	0%	0%	0%
50 - 1.5	0%	10%	40%	30%	20%	0%	0%
50 - 2.5	0%	30%	30%	30%	10%	0%	0%
50 - 3.5	0%	10%	50%	30%	10%	0%	0%

COLOR							
Tratamiento	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Exelente	Extremadamente bueno
40 - 1.5	0%	0%	10%	60%	20%	10%	0%
40 - 2.5	0%	0%	10%	60%	30%	0%	0%
40 - 3.5	0%	0%	20%	80%	0%	0%	0%
45 - 1.5	0%	0%	20%	80%	0%	0%	0%
45 - 2.5	0%	10%	0%	70%	20%	0%	0%
45 - 3.5	0%	0%	30%	50%	20%	0%	0%
50 - 1.5	0%	0%	30%	60%	10%	0%	0%
50 - 2.5	0%	10%	30%	40%	20%	0%	0%
50 - 3.5	0%	10%	50%	30%	10%	0%	0%

TEXTURA							
Tratamiento	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Exelente	Extremadamente bueno
40 - 1.5	0%	0%	20%	40%	30%	10%	0%
40 - 2.5	0%	0%	30%	50%	20%	0%	0%
40 - 3.5	0%	0%	40%	60%	0%	0%	0%
45 - 1.5	0%	0%	30%	50%	20%	0%	0%
45 - 2.5	0%	10%	30%	20%	40%	0%	0%
45 - 3.5	0%	10%	20%	50%	10%	10%	0%
50 - 1.5	0%	0%	20%	40%	30%	10%	0%
50 - 2.5	0%	10%	30%	30%	20%	10%	0%
50 - 3.5	0%	0%	40%	30%	30%	0%	0%

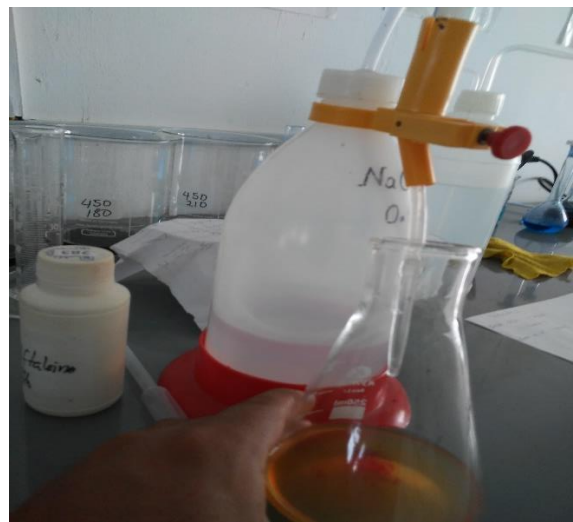
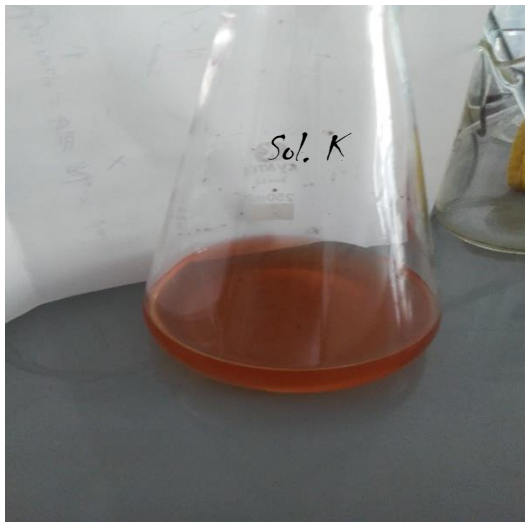
ANEXO 06

Recolección de materia prima



Determinación de la acidez

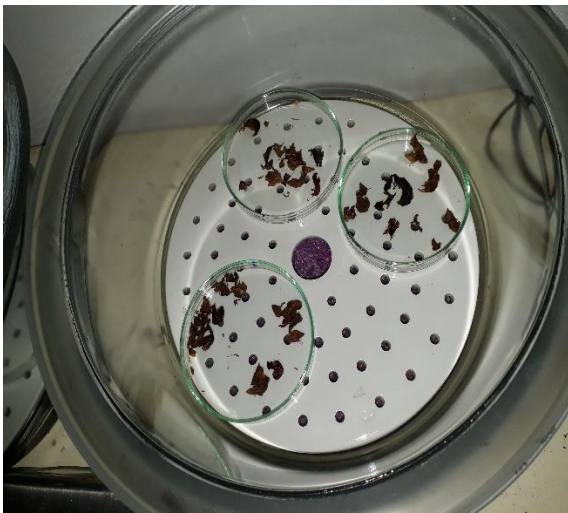




Determinación de pH



Determinación de la humedad.



Secado de la muestra



Obtención de harina



Operación del tamizado



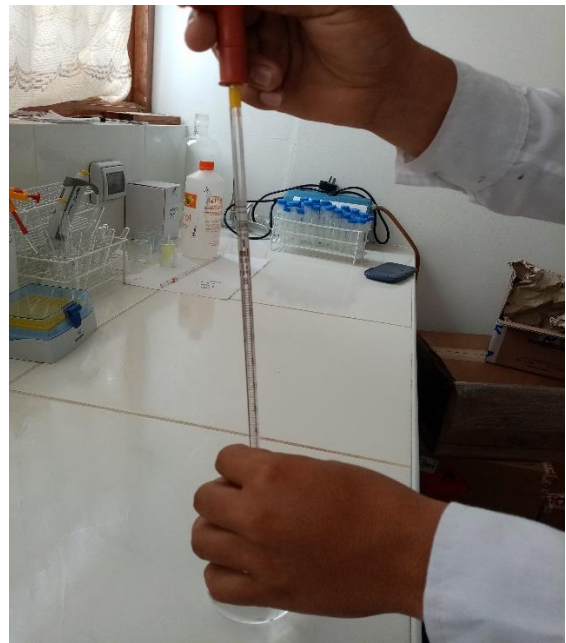
Preparación del extracto en la UNTRM



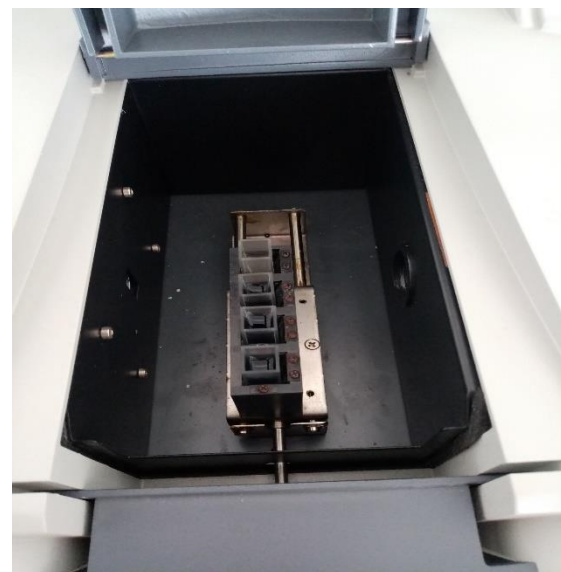
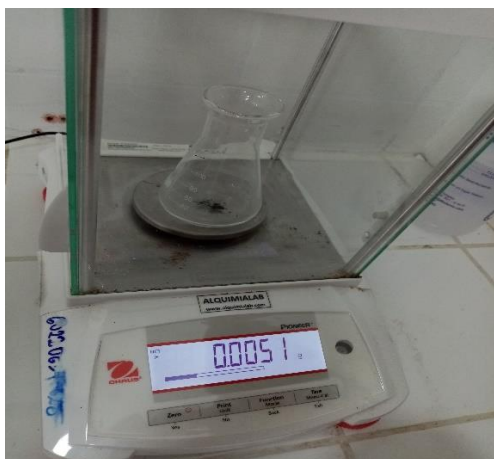
Preparación de la curva patrón del ácido gálico



Determinación de compuestos fenolicos mediante el metodo folin ciocalteu en las muestras



Determinación de la capacidad antioxidante mediante el método DPPH en las diferentes muestras.



Evaluación organoléptica



