

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y ANTIOXIDANTES  
SOBRE LOS FENOLES TOTALES EN LA  
DESHIDRATACIÓN DE LA FLOR DE PLÁTANO  
BELLACO (*Musa paradisiaca*) VARIEDAD HARTHON.**

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

**Autor (es)** : Bach. Merli Karina Córdova Campos  
Bach. José Alejandro Herrera Constantino

**Asesor:** Mg. Hans Himbler Minchán Velayarce

**JAÉN – PERÚ, SETIEMBRE, 2020**

### FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓ

En la ciudad de Jaén, el día 29 de octubre del año 2020, siendo las 16:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Juan de Dios Mendoza Seclén,

Secretario : Mg. James Tirado Lara,

Vocal : Mg. Romel Iván Guevara Guerrero, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación

( X ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **“EFECTO DE LA TEMPERATURA Y ANTIOXIDANTES SOBRE LOS FENOLES TOTALES EN LA DESHIDRATACIÓN DE LA FLOR DE PLÁTANO BELLACO (*Musa paradisiaca*) VARIEDAD HARTHON”**, presentado por los Bachilleres Merli Karina Córdova Campos y José Alejandro Herrera Constantino, de la Carrera Profesional de Ingeniería en 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 ( )

**c) Bueno 14, 15 ( 15 )**

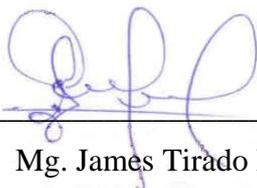
d) Regular 13 ( )

e) Desaprobado 12 ò menos ( )

Siendo las 18:50 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Mg. Juan de Dios Mendoza Seclén  
Presidente del Jurado Evaluador



Mg. James Tirado Lara  
Secretario del Jurado Evaluador



Mg. Romel Guevara Guerrero  
Vocal del Jurado Evaluador

## ÍNDICE

RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3.1. Materiales.....	5
3.1.1. Materia prima .....	5
3.1.2. Materiales .....	5
3.1.3. Equipos .....	5
3.1.4. Instrumentos de laboratorio .....	6
3.1.5. Reactivos.....	6
3.2. Método, técnicas y procedimientos.....	7
3.2.1. Recepción. ....	7
3.2.3. Lavado .....	7
3.2.4. Remoción.....	7
3.2.5. Cortado .....	7
3.2.6. Remojo .....	8
3.2.7. Escurrido.....	8
3.2.8. Pesado.....	8
3.2.9. Deshidratado .....	8
3.2.10. Finalización del deshidratado .....	8
3.2.11. Enfriado .....	8
3.2.12. Empacado.....	8
3.3. Preparación del extracto en ultrasonido y centrífuga de la flor de plátano.....	10
3.4. Determinación de compuestos fenólico. Método de Folin-Ciocalteu.....	10
3.5. Determinación de la capacidad antioxidante mediante el Método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo).....	12
3.6. Determinación de la aceptabilidad de los panelistas.....	14

3.7. Análisis fisicoquímicos .....	15
3.8. Diseño experimental .....	17
3.8.1. Fenoles totales .....	17
3.8.2. Para preferencias organolépticas .....	18
3.9. Análisis estadístico .....	19
IV. RESULTADOS .....	20
4.1. Análisis de la flor de plátano en fresco .....	20
4.2. Calibración de la curva de ácido gálico .....	20
4.3. Resultados de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante .....	22
4.4. Resultado de la determinación de las preferencias de los panelistas .....	24
V. DISCUSIÓN.....	26
VI. CONCLUSIONES.....	28
VII. RECOMENDACIONES .....	29
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
AGRADECIMIENTO .....	32
DEDICATORIA .....	33
ANEXOS .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Preparación de la solución madre de ácido gálico a partir de una disolución 100 ml/l .....	11
Tabla 2. Preparación de la solución "A".....	13
Tabla 3. Preparación de las muestras.....	13
Tabla 4. Diseño experimental DCA, mostrando el número de tratamientos generados considerando las variables y niveles de cada uno de ellos .....	17
Tabla 5. Tratamientos en estudio .....	18
Tabla 6. Análisis de la flor de plátano en fresco .....	20
Tabla 7. Determinación de las absorbancias con ácido gálico para la calibración de la curva .....	20
Tabla 8. Prueba de Kruskal-Wallis.....	22
Tabla 9. Análisis de varianza.....	23
Tabla 10. Resultados de las preferencias de los panelistas en la flor de platano deshidratada .....	25
Tabla 11. Datos obtenidos de los compuestos fenólicos a diferentes temperaturas y tratamientos .....	50
Tabla 12. Absorbancias de la capacidad antioxidante a diferentes temperaturas.....	52
Tabla 13. Porcentaje de inhibición de acuerdo a la capacidad oxidante obtenidos en la tabla 12, para tratamiento y repetición .....	55
Tabla 14. Humedad de la flor de plátano deshidratada .....	58
Tabla 15. Prueba no paramétrica de Kruskall Wallis de fenoles en la deshidratación de la flor de plátano en agua destilada .....	60
Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) de fenoles en la deshidratación de flor de plátano con metabisulfito de sodio.....	62
Tabla 17. Media y confianza de Bonferroni del 95% para desviación estándar .....	63
Tabla 18. Prueba no paramétrica de Kruskall Wallis sobre fenoles en la deshidratación de la flor de plátano con ácido cítrico .....	64
Tabla 19. Prueba no paramétrica de Kruskall Wallis en capacidad antioxidante de la deshidratación de la flor de plátano en agua destilada .....	66
Tabla 20. Prueba no paramétrica de Kruskall Wallis en capacidad antioxidante de la deshidratación de la flor de plátano con metabisulfito de sodio.....	68

Tabla 21. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en capacidad antioxidante de la deshidratación de la flor de plátano con ácido cítrico .....	70
Tabla 22. Prueba de Friedman: color vs. tratamiento, panelistas .....	71
Tabla 23. Prueba de Friedman: sabor vs. tratamiento, panelistas.....	72
Tabla 24. Prueba de Friedman: textura vs. tratamiento, panelistas .....	73
Tabla 25. Prueba de Friedman: Aroma vs. tratamiento, panelistas .....	74

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Flujo experimental para la deshidratación de la flor de plátano bellaco variedad Harthon .....	9
Figura 2. Curva de calibración del ácido gálico .....	21
Figura 3. Preferencia de los panelistas en color, sabor, textura y aroma.....	24
Figura 4. La Georreferenciación se realizó mediante la aplicación GPS Waypoints V 2.1 (build 105), de la empresa Bluecover Technolgies con sede en Lisboa.....	34
Figura 5. Los datos de Latitud y Longitud con GPS Waypoints, fueron ubicados en la aplicación Google Maps de la empresa Google, para así indicar el punto exacto de obtención de las muestras.....	35
Figura 6. Vista satelital de la parcela indicando la zona de obtención de las muestras haciendo uso de la latitud y longitud obtenidos con GPS Waypoints, las mismas que fueron importadas a la aplicación Google Earth Pro V. 7.3. ....	35
Figura 7. Selección de las bellotas .....	36
Figura 8. Lavado de las bellotas .....	36
Figura 9. Extracción de las brácteas de la bellota.....	37
Figura 10. Cortado de las flores y remojo en antioxidante.....	37
Figura 11. Eliminación del exceso de agua .....	38
Figura 12. Pesado de la flor de plátano .....	38
Figura 13. Deshidratación de la flor de plátano en el secador de bandejas del Laboratorio de Refrigeracion y Congelacion de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias .....	39
Figura 14. Muestras almacenadas en la estufa .....	39
Figura 15. Flor de plátano deshidratada a 40°C .....	40

Figura 16. Flor de plátano deshidratada a 50°C .....	40
Figura 17. Flor de plátano deshidratada a 60°C .....	41
Figura 18. Empacado en bolsas de polietileno de alta densidad .....	41
Figura 19. Determinación del pH de la flor de plátano .....	42
Figura 20. Triturado de la flor de plátano deshidratada .....	42
Figura 21. Pesado de la muestra triturada en los tubos .....	43
Figura 22. Preparación de las muestras .....	43
Figura 23. Instalación de los tubos de ensayo al ultrasonido por 10 minutos .....	44
Figura 24. Emplazamiento de los tubos de ensayo en la centrifuga por 30 minutos.....	44
Figura 25. Viales rotulados con extracto de flor de plátano .....	45
Figura 26. Adición de la solución del Folin-Ciocalteu para determinar fenoles totales .....	45
Figura 27. Muestras para determinar la capacidad antioxidante con DPPH .....	46
Figura 28. Muestras cubiertas con papel aluminio .....	46
Figura 29. Acomodo de muestras en la estufa por 5 minutos a una temperatura de 50°C..	47
Figura 30. Puesto de 4 muestras en el espectrofotómetro .....	47
Figura 31. Determinación de fenoles totales en las muestras mediante espectrofotometría .....	48
Figura 32. Evaluación de las características organolépticas por panelistas .....	48
Figura 33. Probabilidad de residuo según Anderson-Darling. ....	59
Figura 34. Probabilidad de residuos según Ryan.Joiner.....	61
Figura 35. Igualdad de varianzas según Bartlett .....	62
Figura 36. Probabilidad de residuos según prueba de Ryan- Joiner.....	63
Figura 37. Probabilidad de residuos según Kolmogorov - -Smirnoy .....	65
Figura 38. Igualdad de varianzas según Levene.....	66
Figura 39. Probabilidad de residuos según prueba de Kolmogorov -Simirnov.....	67
Figura 40. Igualdad de varianzas según prueba de Levene .....	68
Figura 41. Probabilidad de residuos según Kolmogorov - Smirnov .....	69
Figura 42. Igualdad de varianza según prueba Levene .....	70

## RESUMEN

El cultivo del plátano y banano (*Musa sp.*) en el Perú, tienen una gran importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales en la dieta alimentaria del poblador peruano, y también porque son beneficiosos para la salud al consumir ya sea deshidratado o en sus diferentes presentaciones. El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de la temperatura y antioxidantes (ácido cítrico y metabisulfito de sodio) en la deshidratación sobre los fenoles totales en la flor de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*) variedad Harthon. La determinación de la concentración de fenoles totales se realizó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante fue determinada mediante el Método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo). El antioxidante ácido cítrico a una temperatura de 50° C permitió obtener 297.30 mg/g de fenoles totales y 85.55% de porcentaje de inhibición (DPPH). La preferencia de los panelistas en la flor de plátano deshidratada en cuanto a los parámetros evaluados fue a 50° C con ácido cítrico. Para una mayor concentración de fenoles y actividad antioxidante la temperatura optima es a 50 °C con ácido cítrico.

Palabras clave: ácido cítrico, *Musa paradisiaca*, DPPH, fenoles, Folin-Ciocalteu, metabisulfito.

## ABSTRACT

The cultivation of plantains and bananas (*Musa sp.*) In Peru have great social and economic importance, as they are one of the fundamental products in the diet of the Peruvian population, and also because they are beneficial to health when consuming either dehydrated or in its different presentations. The objective of this trial was to evaluate the effect of temperature and antioxidants (citric acid and sodium metabisulfite) on dehydration on total phenols in the bellaco plantain flower (*Musa paradisiaca*) variety Harthon. The determination of the concentration of total phenols was carried out using the Folin-Ciocalteu reagent and the antioxidant activity was determined by the DPPH (2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) method. The antioxidant citric acid at a temperature of 50 ° C allowed to obtain 297.30 mg / g of total phenols and 85.55% of inhibition percentage (DPPH). The preference of the panelists in the dehydrated banana flower in terms of the parameters evaluated was at 50 ° C with citric acid. For a higher concentration of phenols and antioxidant activity, the optimum temperature is 50 ° C with citric acid.

Keywords: citric acid, *Musa paradisiaca*, DPPH, phenols, Folin-Ciocalteu, metabisulfite.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano y banano (*Musa sp.*) en el Perú, así como la adecuada oferta del producto, tienen una gran importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales en la dieta alimentaria del poblador peruano (Cárdenas, 2009); pues los frutos contienen vitamina C y E (1.07 mg), proteínas (1.6 g), fibra (5.7 g), calcio (56 mg), potasio (553.3 mg), carbohidrato (9.9 g), fósforo (73.3 mg) (Binu, 2019). En el Perú, la producción es de 16 000 hectáreas en los últimos 5 años (MINAGRI, 2020), siendo la producción en la provincia de Jaén de 11984.96 toneladas con un rendimiento de 7714.811 Kg/ha predominando el Bellaco variedad Harthon, concentrándose la mayor producción en los distritos de Santa Rosa y Guayape -Bellavista según datos no publicados otorgados por la Agencia Agraria de Jaén. (Manuscrito no publicado, 2019)

Por otro lado, no sólo las frutas de plátano son de importancia alimenticia, sino que hay reportes que la flor de plátano contiene antioxidantes como flavonoides, saponinas, fenoles, fito esteroides, taninos y vitamina E que son beneficiosos al consumir ya sea deshidratado o en sus diferentes presentaciones (Vélez, 2018); pero generalmente este órgano floral es desaprovechado, observándose que, al realizar el corte de las flores del plátano, durante el desarrollo del racimo, sólo es para ayudar al grosor de los racimos, y no se aprovecha en la alimentación humana.

La actividad antioxidante de los materiales vegetales se correlaciona fuertemente con su contenido de compuestos fenólicos y flavonoides (Krishnan & Sinija, 2016). Se ha reportado que los antioxidantes previenen la oxidación y daños causados por los radicales libres como cáncer, aterosclerosis, hipertensión, artritis, isquemia, gastritis, lesión del sistema nervioso central, lesión por repercusión de muchos tejidos, alzhéimer, párkinson, diabetes mellitus y sida. Esto evidencia considerablemente que los antioxidantes podrían ayudar a prevenir estas enfermedades porque tienen la capacidad de capturar e inactivar los radicales libres. Divya et al. (2016)

La actividad anticancerígena del extracto de flor de plátano se ha evaluado en la línea celular de cáncer de cuello uterino. (Naduname & Timsina, 2014) Un ejemplo, de ello, es que los extractos de la flor combaten el crecimiento de bacterias patógenas y también pueden inhibir el crecimiento bacteriano de la malaria; además, se descubrió que los extractos de cloroformo de la flor de plátano estabilizan los niveles de azúcar en la sangre lo que puede ayudar a quienes padecen diabetes así mismo, su contenido de antioxidantes en las flores de plátano previene la oxidación e inhibe que las moléculas desestabilicen el ADN el cual ayuda a prevenir enfermedades del corazón y derrames cerebrales. (Reddy, 2012)

Así, al estudiar la flor, se observó que es altamente nutritivo pudiendo consumirse como verduras crudas o cocidas por algunas etnias en la región asiática (Krishnan & Sinija, 2016). Así mismo, el desconocimiento del alto valor nutricional de la flor de plátano y la carencia de estudios hacen que los agricultores desechen la flor.

Para consumir la flor de plátano, es necesario someterlos a deshidratación el cual es un proceso de conservación de bajo costo, pero se debe considerar materiales para su conservación como el Al/HDPE (Papel de aluminio laminado/Polietileno de Alta densidad) por su característica rehidratante y por su carácter higroscópico. (Wickramarachchi & Ranamukhaarachchi, 2005)

Vélez, (2018) estudió las distintas temperaturas para el deshidratado, 45 °C, 50 °C y 55 °C con el objetivo de reducir la actividad del agua a una cantidad inferior al 0,6 y una humedad menor al 5%. La razón de esto es que una actividad del agua a 0,6 está catalogada como la actividad de agua mínima para evitar el crecimiento de microorganismos.

Dado que al cortar las flores son altamente susceptibles al pardeamiento enzimático desarrollando un color marrón oscuro que es atribuible al polifenol oxidasa (PPO) se ha realizado estudios en soluciones separadas de ácido cítrico y metabisulfito de sodio durante 30 minutos con el fin de obtener un producto con buenas características organolépticas. (Wickramarachchi & Ranamukhaarachchi, 2005)

Por lo mencionado y considerando propiedades alimenticias y curativas en la flor del plátano se realizó esta investigación con el fin de evaluar el efecto de la temperatura y antioxidantes (ácido cítrico y metabisulfito de sodio) en la deshidratación sobre los fenoles totales en la flor de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*) variedad Harthon

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la temperatura y antioxidantes (ácido cítrico y metabisulfito de sodio) en la deshidratación sobre los fenoles totales en la flor de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*) variedad Harthon.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la temperatura adecuada para la obtención de la mayor concentración de fenoles totales y capacidad antioxidante (porcentaje de inhibición) en la flor de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*) variedad Harthon deshidratado
- Determinar el antioxidante adecuado para la obtención de la mayor concentración de fenoles y capacidad antioxidante (porcentaje de inhibición) en flor de plátano bellaco deshidratada (*Musa paradisiaca*), variedad Harthon.
- Determinar las mejores características organolépticas como sabor color aroma y textura por medio de la preferencia de los panelistas en los diferentes tratamientos de la flor de plátano deshidratada (*Musa paradisiaca*) variedad Harthon

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se realizó en el Taller de tecnología de alimentos de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

La determinación de la concentración de fenoles totales en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza- Chachapoyas.

#### **3.1. Materiales**

##### **3.1.1. Materia prima**

- Flor de plátano bellaco (*M paradisiaca*) variedad Harthon (100kg), procedente de la parcela del señor Jorge Manuel Martínez Chasquero. Ubicada en el caserío Siango distrito de Bellavista provincia de Jaén, región de Cajamarca, latitud  $-5.478237^\circ$ , longitud  $-78.892983^\circ$  y altitud 611.77 m (Anexo 01, figura 04)

##### **3.1.2. Materiales**

- 4 bandejas de acero inoxidable
- 2 cuchillos
- 2 coladores
- Papel toalla
- Bolsas de polietileno

##### **3.1.3. Equipos**

- Espectrofotómetro (Único S2 100UV<sup>+</sup> Spectrophotometer)
- Balanza Analítica precisa (Modelo 220 A, marca Ohaus)
- Agitador
- Equipo de titulación
- Centrífuga
- Deshidratador de bandejas
- Ultrasonido (Marca Wisd, modelo Wcc-d03h/bk-2000)

- Estufa (Marca Enxin instrument modelo Odhg-9053<sup>a</sup>)
- Autoclave automática digital (Ecocell)
- pH-metro (Metrohm 913)
- Termo-Anemometer (modelo Pyle, marca Pma90 cfm/cmm)

#### **3.1.4. Instrumentos de laboratorio**

- Fiolas de 100ml
- Tubos de 10ml
- Embudos de vidrio
- Vasos de precipitación
- Beaker de 10ml
- Matraz de 100ml, 150ml
- Pipetas de 10ml, 5ml, 2ml, 1ml
- Probeta de 250ml
- Micropipeta de 200 ul
- Microcuchara
- Papel filtro
- Tela organza
- Gradillas
- Papel toalla
- Papel aluminio
- Morteros
- Propipetas
- Puntas para las micropipeta

#### **3.1.5. Reactivos**

- Ácido cítrico al 0.2%
- Metabilsufito de sodio al 0.2%
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio NaOH
- Carbonato de Sodio Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Anhidro
- Ácido Gálico

- Folin Ciocalteu
- DPPH- 2,2-difenil-1-picrilhidrazil
- Metanol
- Alcohol de 96°
- Agua ultra pura

## **3.2. Método, técnicas y procedimientos**

### **3.2.1. Recepción.**

La flor de plátano se recolectó manualmente de la parcela del señor Jorge Manuel Martínez Chasquero. Ubicada en el caserío Siango distrito de Bellavista provincia de Jaén, región de Cajamarca dicha materia prima fue colocada en bolsas de polietileno herméticas de primer uso y luego empacadas en cartones para un mejor manejo de la materia prima al laboratorio de Taller de Tecnología de Alimentos.

### **3.2.2. Selección**

Con la materia prima en laboratorio se procedió a seleccionar manualmente las flores de plátano teniendo en cuenta la apariencia, la cual debe de ser fresca y descartando las que presentaron magulladuras.

### **3.2.3. Lavado**

Las flores de plátano fueron llevadas al lavatorio en tazones de acero inoxidable y lavadas con agua corriente haciéndose masajes al contorno de las flores con el fin de eliminar impurezas y partículas extrañas adheridas a la flor.

### **3.2.4. Remoción**

En este paso se eliminó cuidadosamente las brácteas de color púrpura hasta llegar a las flores internas con la finalidad de obtener las flores utilizadas para el proceso de deshidratación.

### **3.2.5. Cortado**

Se empleó un cuchillo de acero inoxidable para cortar el ovario de la flor y se procedió a la extracción de los pistilos lo cual se realizó manualmente con la finalidad de extraer únicamente los pétalos de la flor.

### **3.2.6. Remojo**

Las flores fueron colocadas en tazones de acero inoxidable; al primer tazón se le añadió 2 litros de agua destilada, al segundo tazón se le añadió 2 litros de agua destilada en una dilución al 0.2% de ácido cítrico y al tercer tazón se le añadió 2 litros de agua destilada en una dilución al 0.2% de metabisulfito de sodio, se dejó reposar por 30 minutos para evitar la oxidación.

### **3.2.7. Escurrido**

Las flores de plátano previamente remojadas fueron colocadas en coladores de acero inoxidable con la finalidad de eliminar el excedente de agua.

### **3.2.8. Pesado**

En una balanza analítica se colocó un recipiente de plástico previamente tarado y se pesó 300 g de flor, formando tres grupos, el primer grupo con ácido cítrico, segundo con metabisulfito y el 3 grupo con agua destilada y llevados al deshidratador.

### **3.2.9. Deshidratado**

Una vez pesada la flor de plátano, se llevó al deshidratador de bandejas, en esta etapa las muestras fueron sometidas a tres temperaturas (40, 50 y 60 ° C) a una velocidad de aire de 3 m/s por un determinado tiempo (5 a 6 horas esto dependerá de la temperatura a mayor temperatura menos tiempo de secado)

### **3.2.10. Finalización del deshidratado**

Las muestras fueron retiradas del deshidratador de bandejas y colocadas en placas de vidrio; posteriormente llevadas a la estufa a las mismas temperaturas de trabajo (40, 50 y 60 °C) para que mantenga un peso constante y no capte humedad del exterior.

### **3.2.11. Enfriado**

Las muestras fueron retiradas de la estufa y se colocaron en decantadores por un lapso de 2 minutos.

### **3.2.12. Empacado**

Se colocaron las muestras en bolsas de polietileno de alta densidad con recubrimiento de foil de aluminio y puestas en una caja de corcho, con su interior recubierto de aluminio y forrado con cinta de embalaje, para que no

captan humedad al momento de ser trasladadas a los laboratorios de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

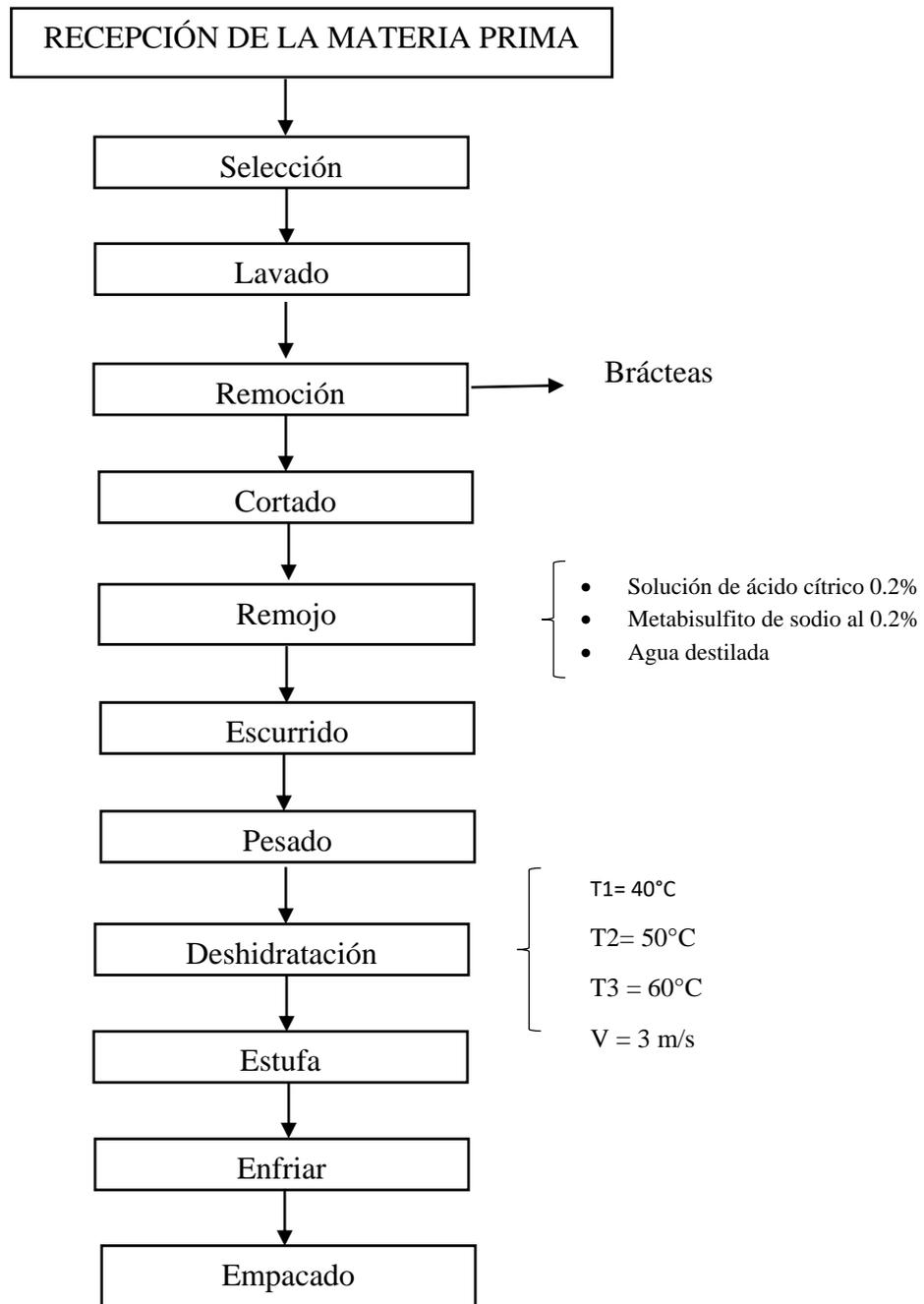


Figura 1. Flujo experimental para la deshidratación de la flor de plátano bellaco variedad Harthon

### **3.3. Preparación del extracto en ultrasonido y centrifuga de la flor de plátano**

Las muestras fueron trituradas en morteros hasta que se llegó a una textura harinosa. Se pesó 1 g de la flor de plátano triturada en tubos de ensayo de 10 ml. Se preparó una solución que contenía 500 ml de agua ultra pura y 500 ml de alcohol; de esta solución se le agregó 9 ml a los tubos de ensayo que contenían las muestra previamente pesadas. Obteniendo un total de 84 tubos.

Se llevaron al ultrasonido por 10 minutos con la finalidad de extraer mayor cantidad de fenoles, posteriormente las muestras se colocaron en una centrifuga por 30 minutos. Finalmente se realizó el filtrado en viales, con ayuda de papel filtro y fueron colocados en una gradilla cubierto con papel aluminio, para ser almacenado en refrigeración a temperatura de 4°C hasta su respectivo análisis.

### **3.4. Determinación de compuestos fenólico. Método de Folin-Ciocalteu**

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.

#### **Preparación de la solución madre**

Se preparó 100 ml de solución metanol (70% de metanol y 30 de agua ultra pura) y se le agregó 0.25 g de ácido gálico, lo que fue la solución madre.

Se rótulo 11 tubos de ensayo de 10 ml de capacidad con la siguiente descripción: 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500 que corresponden a la dilución preparada en la tabla 1.

Tabla 1

*Preparación de la solución madre de ácido gálico a partir de una disolución 100 mg/l*

Reactivos	Concentración de (mg/L) de la curva patrón de ácido gálico										
	0	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
Solución madre (ml)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agua (ml)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Total (ml)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

### **Preparación del reactivo**

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 balanza analítica se pesó 7.5 g. de carbonato de sodio en una luna de reloj, y se diluyó en un matraz con 100 ml de agua ultra pura.

### **Determinación de fenoles**

Se rótulo 10 tubos de ensayo de 10 ml de capacidad con la siguiente descripción: 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, realizando 6 repeticiones por muestra

Se agregó 50 µl de extracto a cada tubo según rotulación.

Se agregó 450 µl de agua ultra pura, 2.5 ml Folin-Ciocalteu y 2 ml de la solución carbonato de sodio a cada tubo rotulado.

Se agitó hasta cambiar un color azul violeta y se dejó reposar por 30 minutos en una gradilla cubierta con papel aluminio.

Se colocó a la estufa por 5 minutos a 50° C.

Pasado los 5 minutos se determinaron los compuestos fenólicos a una absorbancia de 517 nm.

### **3.5. Determinación de la capacidad antioxidante mediante el Método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo)**

La actividad antioxidante fue determinada siguiendo el método desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset (1995), modificado por Castañeda, Ramos e Ibañez (2008), y se detalla a continuación

#### **Parte 1**

##### **Preparación de la solución C:**

Se preparó 100 ml de solución metanólica (80% de metanol y 20% agua ultra pura).

##### **Preparación de la solución B:**

Se pesó 0,005g de DPPH, para luego agregar en 100 ml de una solución metanólica (80-20), se agitó en un matraz para homogenizar la mezcla y cubrimos todo el matraz con papel aluminio, se llevó a refrigeración.

##### **Preparación de la solución D:**

En un vaso Beaker se agregó agua ultra pura.

Se rotuló 5 tubos: A1:1, A1:2, A1:5, A1:10, A1:20 y se agregó 500 µl del sobrenadante anteriormente extraído a cada tubo (extracto de flor de plátano)

## Preparación de la solución A:

Tabla 2.

### *Preparación de la solución "A"*

Rotulación de tubos de 10 ml	Extracto de flor de plátano (obtenido en el ítem 3.3)	Solución "C" (80% metanol con 20% de agua ultra pura)
A1:1	500 µl	0.5 ml
A1:2	500 µl	1 ml
A1:5	500 µl	2.5 ml
A1:10	500 µl	5 ml
A1:20	500 µl	10 ml

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 agregó 5 ml "C", A1:20 se le agregó 10 ml de "C", según tabla 2.

## Parte 2

Tabla 3

### *Preparación de las muestras*

Rotulación de tubos de 10 ml	Solución "A" (extracto mas solución metanólica)	Solución "B" (DPPH)	Solución "D" (agua ultra pura)	Solución "C" (80% metanol con 20% agua ultra pura)
A1:1	100 µl	3.9 ml		
A1:2	100 µl	3.9 ml		
A1:5	100 µl	3.9 ml		
A1:10	100 µl	3.9 ml		
A1:20	100 µl	3.9 ml		
Blanco			100 µl	3.9 ml
Control		3.9 ml		100 µl

Se rótulo 7 tubos de ensayo: A1:1, A1:2, A1:5, A1:10, A1:20, blanco y control. Se agregó 100 µl de muestra extracto más solución metanólica para cada tubo de ensayo según como indica las rotulaciones de los viales en la “tabla 3” y se agregó 3.9 ml de solución DPPH. Para el blanco se añadió 100 µl de agua ultra pura con 3.9 ml de solución metanólica, para el control se agregó 100 µl solución metanólica con 3.9 ml de DPPH como indica la tabla 3. Se dejó reposar por 30 minutos en una caja totalmente cerrada.

Se realizó la lectura a 517 nanómetros (nm) en un espectrofotómetro y se midió la absorbancia.

Se midió la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra, todas las muestras se hicieron 6 repeticiones.

$$\text{Capacidad antioxidante} = \left[ \frac{(\text{absorbancia del control} - \text{absorbancia de la dilucion})}{\text{absorbancia del control}} \right] \times 100 \dots (1)$$

### **3.6. Determinación de la aceptabilidad de los panelistas**

Se realizó mediante el método descriptivo que consistió en la evaluación de las muestras por 30 panelistas no entrenados, constituidos por estudiantes de los últimos ciclos de la Escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén. Cada panelista evaluó muestras provenientes de los 9 tratamientos realizados, según se observa en la tabla 05, siendo los atributos evaluados al sabor, color, textura y aroma, con ponderaciones de malo =1, regular = 2, bueno = 3, muy bueno = 4, excelente = 5, según la figura 03. Se empleó la gráfica de telaraña para saber cuál de las nueve muestras a diferentes temperaturas y tratamientos era más aceptado por el público.

### **3.7. Análisis fisicoquímicos**

#### **Determinación del pH (Método A.O.A.C 981.12) González Álvarez et al. (2015)**

Para la determinación de pH se utilizó pH-metro (Metrohm 913), consistió en preparar la solución de 5g de muestra (flor de plátano deshidratada) en un mortero se añadió 20 ml de agua destilada y la muestra, luego se filtró con una tela organza en un vaso de precipitación, se vertió la solución del vaso en una fiola de 20 ml, completo con agua destilada hasta el enrase de la fiola, Se tomó 20 ml de la solución que contenía la fiola para posteriormente introducimos el pH- metro y se tomó nota de los datos.

Se pesó 5 g de la muestra en fresco y 1g de la muestra en seco.

Se trituró los 5 g de muestra en un mortero y agregó 20 ml de agua destilada, posteriormente se filtró obteniendo un extracto.

El extracto se llevó a una fiola de 100 ml la cual fue enrasada con agua destilada.

Se colocó en un vaso de precipitación 20 ml y se llevó al pH- metro para hacer la lectura.

Se tomó una nota del resultado, esperando 2 minutos que se estabilice el resultado como indica o recomienda el instructivo de uso del pH-metro

#### **Determinación de la acidez (NTP 203.070:1977, revisada el 2017)**

Se pesó 1g de la muestra la cual se trituro añadiendo 20 ml de agua destilada para finalmente hacer su filtrado con una tela organza en un vaso de precipitación.

Se colocó los 20 ml del extracto a una fiola de 100 ml que se afora.

Se pipeteó 25 ml de la muestra a un matraz de 250 ml y se le agregó 3 gotas de fenoltaleína y se tituló con NaOH al 0.1N

La presente Norma establece el método para determinar la acidez titulable y la acidez iónica en los productos elaborados a partir de frutas y otros vegetales. (INACAL, 2017)

Se determinó según la siguiente fórmula el porcentaje de acidez según el volumen gastado.

Calculamos la acidez en muestra fresca de la flor de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*) variedad Harthon con la siguiente fórmula:

$$N(\text{ac}) = \frac{N(\text{NaOH}) \times V_{\text{pr}}(\text{NaOH})}{V(\text{ac})} \dots\dots (2)$$

$$N(\text{ac}) = \frac{0.1010 \times 0.4667}{25}$$

$$N(\text{ac}) = 0.0019 \text{ eq/gr}$$

$$m(\text{ac}) = PE \times N \times V$$

$$m(\text{ac}) = 67 \times 0.0019 \times 0.1$$

$$m(\text{ac}) = 0.0127 \text{ g}$$

$$\% \text{ ac} = \frac{m(\text{ac})}{\text{Peso}} \times 100$$

$$\% \text{ ac} = \frac{0.0127}{1} \times 100$$

### Ácido Málico

Peso Molecular (R) = 134

# de iones Hidrogeno = 2

$$PE = \frac{R}{\# \text{ de iones H}}$$

$$PE = \frac{134}{2}$$

$$PE = 67$$

### Leyenda

N: Normalidad

V<sub>pr</sub>: volumen promedio

V: Volumen

M: Molaridad

%ac: Porcentaje de acidez

**Humedad NTP 205.037:1975 (Revisada el 2016):**

Para determinar la humedad se pesó la muestra en fresco, luego se llevó al deshidratador a una determinada temperatura y la muestra final (deshidratada) se vuelve a pesar para aplicar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

**3.8. Diseño experimental**

**3.8.1. Fenoles totales**

El diseño experimental corresponde a un DCA (Diseño Completamente al Azar), con dos tipos de antioxidante (A: ácido cítrico y B: metabisulfito de sodio al 0.2%, cada uno), un grupo control (C: agua destilada), los cuales fueron sometidos a tres temperaturas (D) de deshidratación (40°C, 50° 60°C) a una velocidad de 3 m/s y 6 repeticiones por cada tratamiento.

**A) Tratamientos en estudio**

Tabla 4.

*Diseño experimental DCA, mostrando el número de tratamientos generados considerando las variables y niveles de cada uno de ellos*

Tratamiento	Temperatura (D)		
	40 °C (D1)	50°C (D2)	60 °C (D3)
Ácido cítrico al 0.2% (A)	A*D1	A*D2	A*D3
Metabisulfito de sodio al 0.2% (B)	B*D1	B*D2	B*D3
Agua destilada (C)	C*D1	C*D2	C*D3

Estos nueve tratamientos se realizaron con 6 repeticiones cada una, haciendo un total de 54 unidades ensayos

### 3.8.2. Para preferencias organolépticas

Para la determinación de la preferencia de los panelistas se realizó el diseño experimental corresponde a un DBCA (Diseño en Bloques Completamente al Azar) donde los bloques son los panelistas con dos tratamientos (ácido cítrico, metabisulfito de sodio) y un testigo que fue el agua destilada los cuales fueron sometidos a tres temperaturas de deshidratado (40°C, 50°C y 60°C), a una velocidad de 3m/s, evaluándose el color, sabor, textura y aroma obteniendo como resultado la preferencia.

#### B) Tratamiento para las preferencias organolépticas

Tabla 5.

*Tratamientos en estudio*

Propiedades Organolépticas	Tratamientos								
	40°C	40°C	40°C	50°C	50°C	50°C	60°C	60°C	60°C
	A.D	A.C	M.S	A.D	A.C	A.C	A.C	A.C	A.C
Color									
Sabor									
Textura									
Aroma									

NOTA: Los bloques son los 30 panelistas y nueve muestras (tratamientos). A.D: Agua destilada,

A.C: Ácido cítrico y M.S: Metabisulfito de sodio

### 3.9. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó usando el software Minitab v19.0 de prueba, a un nivel de confianza del 95%

Se evaluó si los errores experimentales del diseño siguen una distribución normal con media cero y varianza  $\sigma^2$  con la prueba de normalidad Kolmogorov y Smirnov debido a que el número de repeticiones es grande ( $n > 18$ ). (Anexo 6, figura 37)

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \dots \dots (4)$$

Así mismo se analizó las varianzas de las concentraciones de los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante. Se sometieron a estadísticas paramétricas (ANVA) y no paramétrica (Kruskal-Wallis) de acuerdo a la distribución normal y homogeneidad de varianzas tal como se puede observar a detalle en el Anexo 06.

En el análisis organoléptico para determinar el comportamiento de la preferencia de los panelistas se elaboró un gráfico de telaraña, así como para determinar dichas preferencias se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman debido a que son pruebas subjetivas (esto constituye una prueba equivalente ANVA cuando se obtienen datos paramétricos)

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de la flor de plátano en fresco

Tabla 6.

*Análisis de la flor de plátano en fresco*

Análisis	Valor
pH	6.176
Acidez	1.27
Humedad	88.75%
Fenoles	1.86 mg GAE/g
Capacidad antioxidante	14.21%

(1) GAE/g de muestra: equivalente en ácido gálico/g de muestra

### 4.2. Calibración de la curva de ácido gálico

Tabla 7

*Determinación de las absorbancias con ácido gálico para la calibración de la curva*

Concentración	R1	R2	R3	Abs
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

R1, R2, R3 = Repeticiones

Abs = promedios obtenidos por repeticiones

Los datos de la tabla N° 4 fueron sometido a un análisis estadístico de regresión lineal, con el objetivo de obtener una curva de calibración del método y la ecuación que vincule las variables.

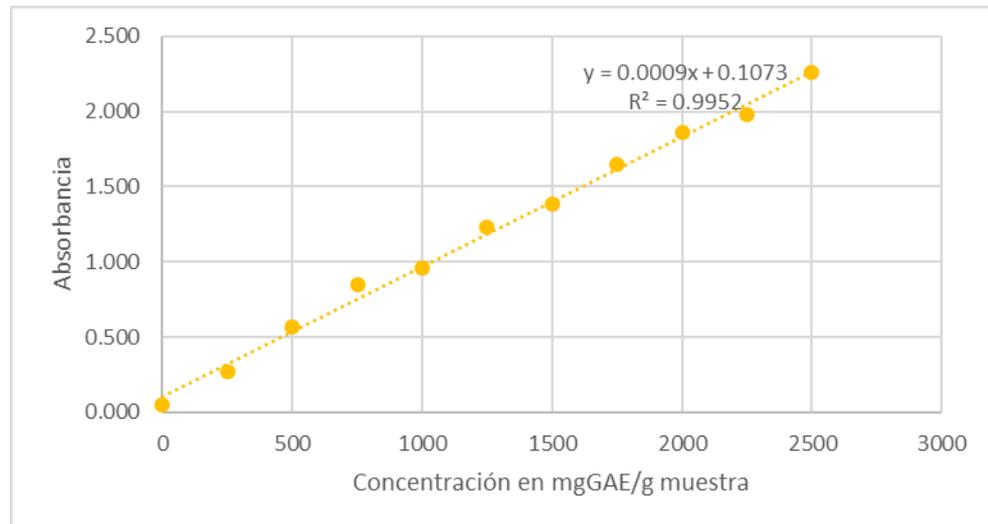


Figura 2. Curva de calibración del ácido gálico

En la Figura 2, 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 ( $\alpha$ ) de 0.1073.

$$Y=0.0009x+ 0.1073$$

Y = absorbancia

X = concentración

Se puede observar que la respuesta es lineal ya que se obtiene un coeficiente de determinación cercano a la unidad.

### 4.3. Resultados de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante

Tabla 8

*Prueba de Kruskal-Wallis*

Parámetro	Kruskal-Wallis			Observaciones
	Factor	H	P	
Concentración de fenoles en agua destilada	Temperatura	11.42	0.003	A una temperatura de 50°C se obtienen 289.13 mg/g de fenoles totales <sup>(1)</sup> , resultando mayor que las obtenidas a 40°C y 60°C (anexo 06 A1, tabla 15)
Concentración de fenoles con tratamiento en ácido cítrico	Temperatura	11.79	0.003	A una temperatura de 50°C se obtienen 297.30 mg/g de fenoles totales <sup>(1)</sup> , resultando mayor que las obtenidas a 40°C y 60°C (anexo 06.A3,tabla 18)
Concentración de la capacidad antioxidante de la flor de plátano deshidratada en agua destilada	Temperatura	2.18	0.337	No existe diferencia significativa entre las temperaturas, el resultado es el mismo. (82.98, 83.85, 80.09 %)* anexo 06 B1, tabla 19
Concentración de la capacidad antioxidante de la flor de plátano deshidratada con tratamiento en metabisulfito de sodio	Temperatura	22.45	0.000	A una temperatura de 40°C la capacidad antioxidante aumenta a diferencia de las temperaturas de 50°C y 60°C (84.64, 78.07, 66.68 %)* ( anexo 05 B2, tabla 20)
Concentración de la capacidad antioxidante en la deshidratación de la flor de plátano con ácido cítrico	Temperatura	5.06	0.08	No existe diferencia significativa entre las temperaturas, el resultado es el mismo. (85.54, 75.07, 80.06 %)* (anexo 06 B3, tabla 21)

(\*) Mediana por tratamiento

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

<sup>(1)</sup> GAE/g de muestra sólida: Equivalente en ácido gálico/g de muestra solida

Tabla 9

*Análisis de varianza*

Parámetro	ANVA			Observaciones
	Factor	F	P	
Concentración de fenoles de la flor de plátano deshidratada con tratamiento en metabisulfito de sodio	Temperatura	1.15	0.344	No existe diferencia significativa entre las temperaturas, el resultado es el mismo 280.33, 285.75, 265.71 mg/g* de fenoles totales <sup>(1)</sup> en las temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, (anexo 06 A2, tabla 17)

(\*) Media por tratamientos

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

(1) GAE/g de muestra sólida: Equivalente en ácido gálico/g de muestra sólida

#### 4.4.Resultado de la determinación de las preferencias de los panelistas

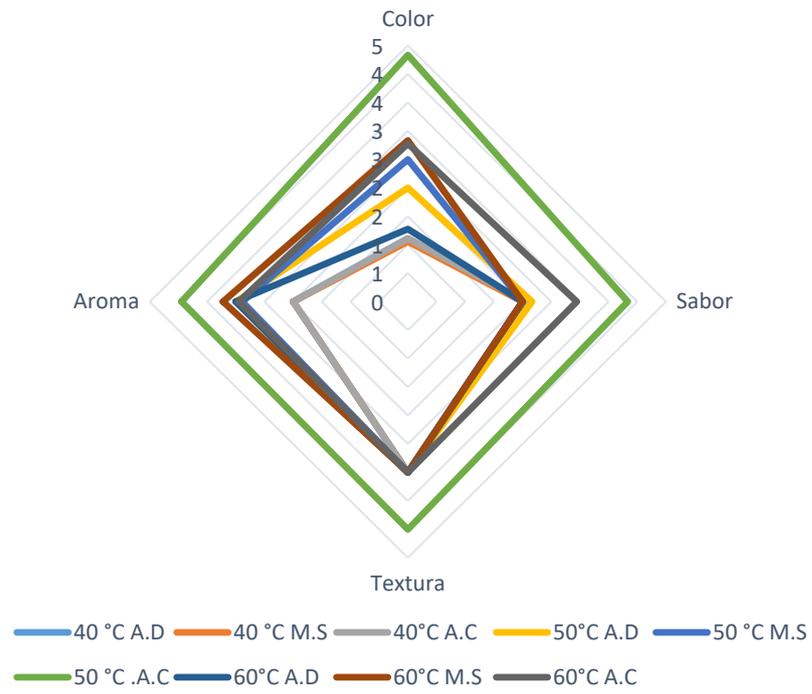


Figura 3. Preferencia de los panelistas en color, sabor, textura y aroma

Tabla 10.

*Resultados de las preferencias de los panelistas en la flor de plátano deshidratada*

Parámetro	Prueba de Friedman			Observaciones
	Factor	Chi-cuadrada	P	
Color	Producto	210.08	0.000	En color, la preferencia lo tiene el producto compuesto por 50 °C con ácido cítrico Anexo 07, tabla 22
Sabor	Producto	175.32	0.000	En sabor, la preferencia lo tiene el producto compuesto por 50 °C, con ácido cítrico Anexo 07, tabla 23
Textura	Producto	103.29	0.000	En textura, la preferencia lo tiene el producto compuesto por 50 °C con ácido cítrico Anexo 07, tabla 24
Aroma	Producto	189.07	0.000	En aroma, la preferencia lo tiene el producto compuesto por 50 °C con ácido cítrico Anexo 07, tabla 25

## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que en la deshidratación de la flor de plátano bellaco variedad Harthon a una velocidad de aire de 3 m/s sumergida en la solución de ácido cítrico a temperatura de 50 °C se obtiene 297.3 mg GAE/g muestra de compuestos fenólicos, lo cual coinciden con Ramu et al. (2015) quien reportó que en el extracto etanólico de banano hay un alto contenido fenólico (227 mg GAE/g), es decir, que el alto contenido fenólico es atribuido a los compuestos aislados presentes en el extracto de la flor (EF) de platano.

Por otro lado los resultados sometidos a temperatura de 50 °C con tratamiento de metabisulfito de sodio y agua destilada indican que el contenido fenólico es mayor en la muestra con agua destilada, lo cual puede corroborarse con Vélez (2018) pudiendo afirmar, que en la presente investigación la mejor temperatura también fue de 50 °C durante 6 horas tal como lo ha indicado Vélez; esto puede deberse a que el efecto de la temperatura sobre la estabilidad de los fenoles, en general, se reducen al combinar temperatura y tiempo indicando que existe una destrucción de algunos fenoles debido al tratamiento, sin embargo, en algunos casos se incrementaba la fracción de los ácidos fenólicos libres ocurriendo una redistribución de los mismos esto debido a la ruptura de los fenoles unidos a otros compuestos como los esterificados o los glicosilados. (Xu et al., 2007) Estas diferencias entre los resultados podría atribuirse a distintas causas asociadas con la diferente materia prima, así como las distintas condiciones de clima y ubicación geográfica.

En cuanto a porcentaje de inhibición se puede afirmar que se encontró una mayor concentración en la muestra con tratamiento de ácido cítrico que fue 85.55 % a una temperatura de 40 °C, existiendo poca diferencia con lo reportado por Krishnan & Sinija (2016), quien concluyó que los extractos etanólicos de la variedad Poovan mostraron una alta actividad antioxidante con un 82 % respecto a los extractos de agua, y Divya et al. (2016) sustenta que en el extracto acuoso de flores de *Musa paradisiaca* exhibió una actividad de eliminación de radicales del 80,07%. Asimismo, Cardozo et al, (2010) indica que los compuestos responsables de la actividad antioxidante son termoestables ya que puede ser capaz de retener una

cantidad significativa de capacidad antioxidante después del calentamiento; pues al compararlo con los resultados de la presente investigación se demostró no tener diferencias significativas entre las temperaturas refutando la termoestabilidad de los compuestos antioxidantes.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó que a una temperatura de 50 °C con tratamiento de ácido cítrico permite obtener una mayor concentración de fenoles en la flor de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*) variedad Harthon, en el orden de 297.3 mg GAE/g muestra según los resultados estadísticos.

El antioxidante ácido cítrico permitió obtener una mayor concentración de fenoles totales (297.3 mg GAE/g muestra) así como un mayor porcentaje de inhibición (DPPH) de 85.55 % a partir de la flor de plátano bellaco variedad Harthon.

La flor de plátano deshidratada con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas según la prueba de Friedman fue con tratamiento de ácido cítrico a una temperatura de 50 °C; con puntajes de 267.5 en color, 262 en sabor, 226 en textura y 258 en aroma, con un color amarillo claro, sabor agradable característico a plátano, textura crujiente y un aroma agradable.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios de fenoles específicos y capacidad antioxidante a partir de la flor del plátano, así como de las brácteas.

Realizar investigaciones referentes a la producción de harina y derivados, asimismo innovar con diferentes presentaciones a base de deshidratados para ensaladas o consumo directo mediante rehidratación a partir de la flor de plátano.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Binu, S. (12 de 09 de 2019). *Netmeds*. Obtenido de <https://www.netmeds.com/health-library/post/banana-flower-the-superfood-you-havent-heard-of>
- Reddy , C. (09 de 2012). Todo sobre la flor de platano. *The Heart of India*. Obtenido de <http://theindianvegan.blogspot.com/2012/09/all-about-banana-flower.html>
- Xu, G., Ye, X., Chen, J., & Liu, D. (24 de 01 de 2007). Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1. doi:10.1021/jf062517l
- Cárdenas, F. (2009). “Estudio del Mercado de la Cadena de Plátano”. 101. Obtenido de [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio\\_platano.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio_platano.pdf)
- Cardozo, M., Ordoñez , R., Zampini, I. C., Cuello, A. S., Dibenedetto, G., & Isla, M. I. (06 de 2010). Evaluation of antioxidant capacity, genotoxicity and polyphenol content of non conventional foods: Prosopis flour. *ScienceDirect*, 43(5), 1505 - 1510. doi:10.1016/2010.04.004
- Divya, R., Venkatalakshmi, P., Vadivel, V., & Brindha, P. (2016). In vitro studies on the biological activities of flowers of banana ( *Musa Paradisiaca L.* ). *Scholars Research Library*, 8(10), 238-246. Obtenido de (<http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>)
- González Álvarez, D., Hincapié, S., Patiño Mejía, S., Alzate Tamayo, L., & Benavides Paz, Y. (05 de 05 de 2015). Desarrollo de un licor de piña a partir de subproductos. *Engineering and Technology*, 4(1), 8. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/1079-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4109-1-10-20170316.pdf>
- INACAL. (12 de 07 de 2017). Centro de información y documentacion (CID) del INACAL. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/alertainformativa/files/E-ALERTA%20RD%20023.pdf>

- Krishnan, A., & Sinija, V. (2016). Proximate Composition and Antioxidant Activity of Banana Blossom of Two Cultivars in India. *Research India Publications*, 7, 9. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-010-0179-7>
- (2019). Manuscrito no publicado. Agencia Agraria Jaén, Jaén.
- MINAGRI. (12 de 05 de 2020). INIA. Obtenido de <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-040/#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%20existen%20160,de%20vida%20de%20los%20productores>.
- Naduname , V. K., & Timsina, B. (30 de 11 de 2014). Potencial anticancerígeno del extracto de flor de banano: un estudio in vitro. 9. doi:<https://doi.org/10.3329/bjp.v9i4.20610>
- Ramu, R., Shirahatti, P., Zameer, F., Ranganatha, L., & Prasad, M. (Noviembre de 2015). Inhibitory effect of banana (*Musa sp.* var. Nanjangud rasa bale) flower extract and its constituents Umbelliferone and Lupeol on  $\alpha$ -glucosidase, aldose reductase and glycation at multiple stages . doi:10.1016/j.sajb.2014.08.001
- Vélez , J. (2018). Actividad antioxidante de la flor del plátano. *ReCiTeIA*, 16. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Juan\\_Velez26/publication/327207211\\_Actividad\\_antioxidante\\_de\\_la\\_flor\\_del\\_platano/links/5b7ffc6f4585151fd12f1e72/Actividad-antioxidante-de-la-flor-del-platano.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Juan_Velez26/publication/327207211_Actividad_antioxidante_de_la_flor_del_platano/links/5b7ffc6f4585151fd12f1e72/Actividad-antioxidante-de-la-flor-del-platano.pdf?origin=publication_detail)
- Wickramarachchi, K., & Ranamukhaarachchi, S. (2005). Preservation of Fiber-Rich Banana Blossom as a Dehydrated Vegetable. 31, 265. doi:10.2306/scienceasia1513-1874.2005.31.265

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza por habernos brindado las instalaciones de sus diferentes laboratorios, asimismo agradecer cordialmente a MSc. Erick Auquiñivin Silva, decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza

Agradecer también a la ingeniera Llisela Torrejón Valqui por habernos brindado las facilidades para la ejecución de nuestro trabajo de tesis ayudándonos en todo momento con sus conocimientos en el procedimiento del mismo. A la ingeniera Verónica Zuta Chamoli por ser gentil y amable con nosotros brindándonos las facilidades pertinentes dentro del laboratorio para el avance en la ejecución de nuestro proyecto.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por acompañarme en el camino de mi vida y a mis padres por apoyarme en el trayecto de mi vida universitaria, y por el apoyo que me brindan en cada paso que doy día a día y los valores que me brindaron para ser una buena persona.

### **MERLI CÓRDOVA**

A, Dios, por permitirme estar de pie por más obstáculos y debilidades presentes día a día, a mis padres por el gran esfuerzo que han hecho para poder llegar hasta aquí. A mis familiares y amigos por sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona.

A mi abuela que es el principal motor de cada sueño y por haber confiado en mí en cada paso y decisión que he tomado, así como mi mejor amigo que no dudo en extenderme la mano en los momentos difíciles de mi vida.

### **ALEJANDRO CONSTANTINO**

# ANEXOS

## Anexo 01. Georreferenciación de la zona de muestreo



Figura 4. La Georreferenciación se realizó mediante la aplicación GPS Waypoints V 2.1 (build 105), de la empresa Bluecover Technolgies con sede en Lisboa.

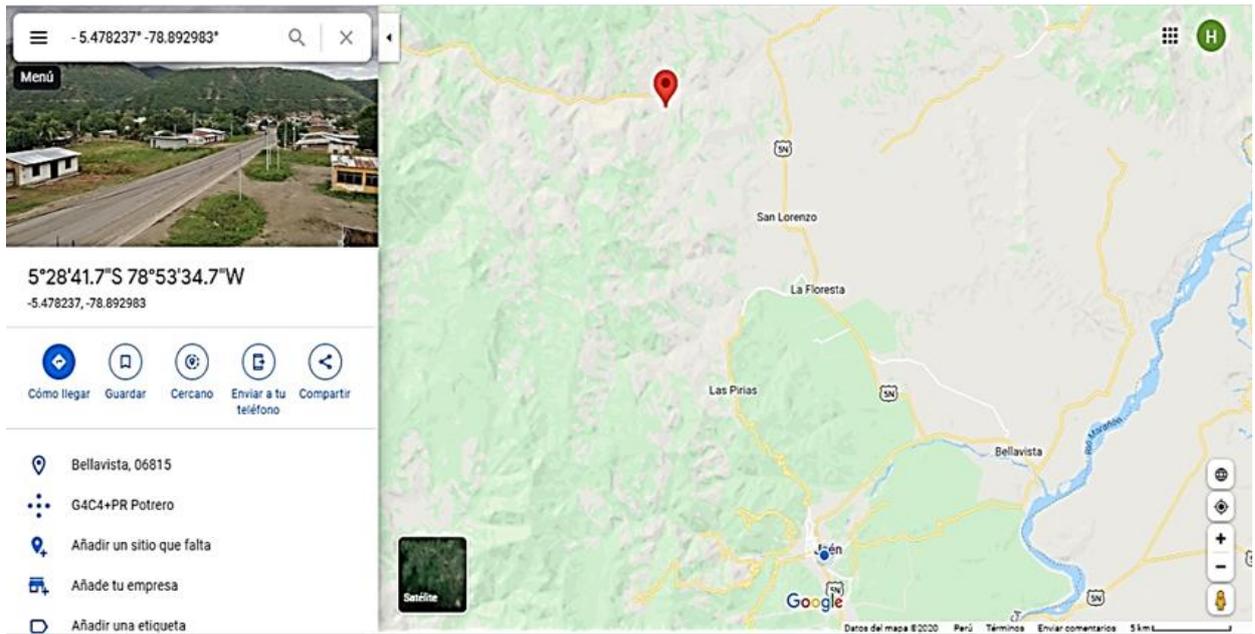


Figura 5. Los datos de Latitud y Longitud con GPS Waypoints, fueron ubicados en la aplicación Google Maps de la empresa Google, para así indicar el punto exacto de obtención de las muestras.

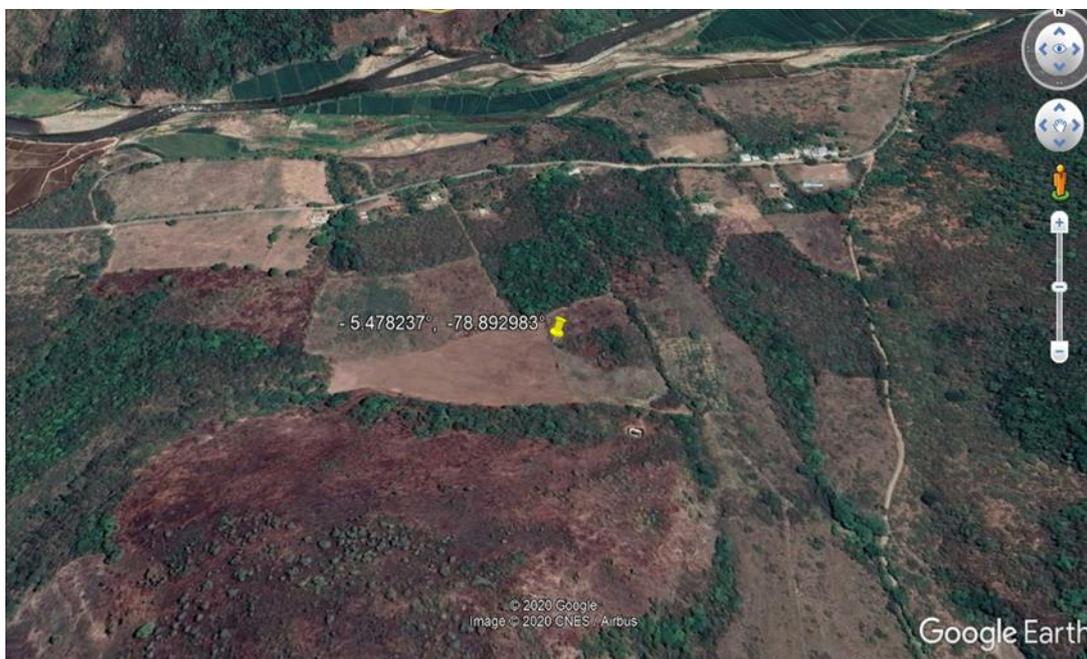


Figura 6. Vista satelital de la parcela indicando la zona de obtención de las muestras haciendo uso de la latitud y longitud obtenidos con GPS Waypoints, las mismas que fueron importadas a la aplicación Google Earth Pro V. 7.3.

**Anexo 02. Tratamiento de la materia prima.**



*Figura 7. Selección de las bellotas*



*Figura 8. Lavado de las bellotas*



*Figura 9.* Extracción de las brácteas de la bellota



*Figura 10.* Cortado de las flores y remojo en antioxidante



*Figura 11.* Eliminación del exceso de agua



*Figura 12.* Pesado de la flor de plátano



*Figura 13.* Deshidratación de la flor de plátano en el secador de bandejas del Laboratorio de Refrigeración y Congelación de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias



*Figura 14.* Muestras almacenadas en la estufa



*Figura 15.* Flor de plátano deshidratada a 40°C



*Figura 16.* Flor de plátano deshidratada a 50°C

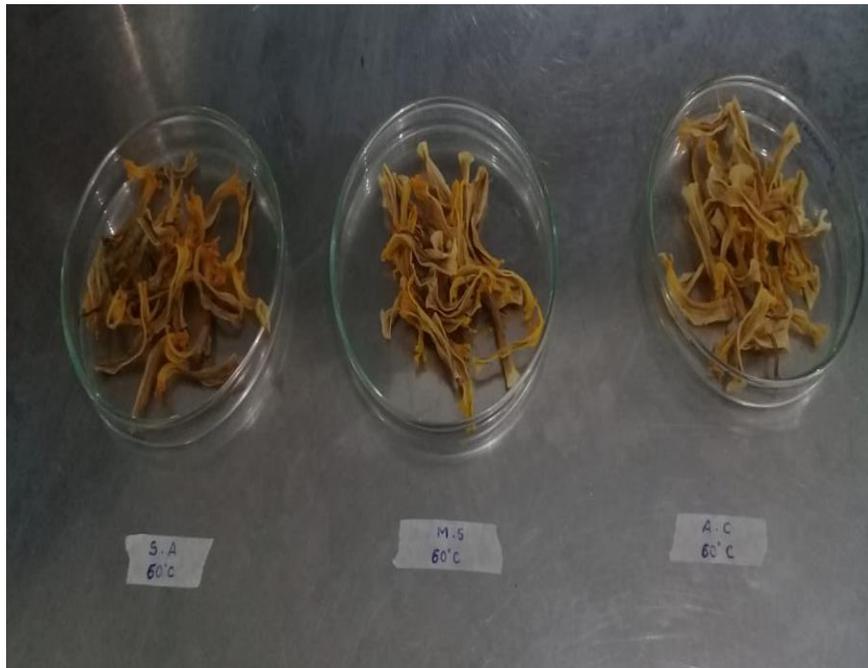
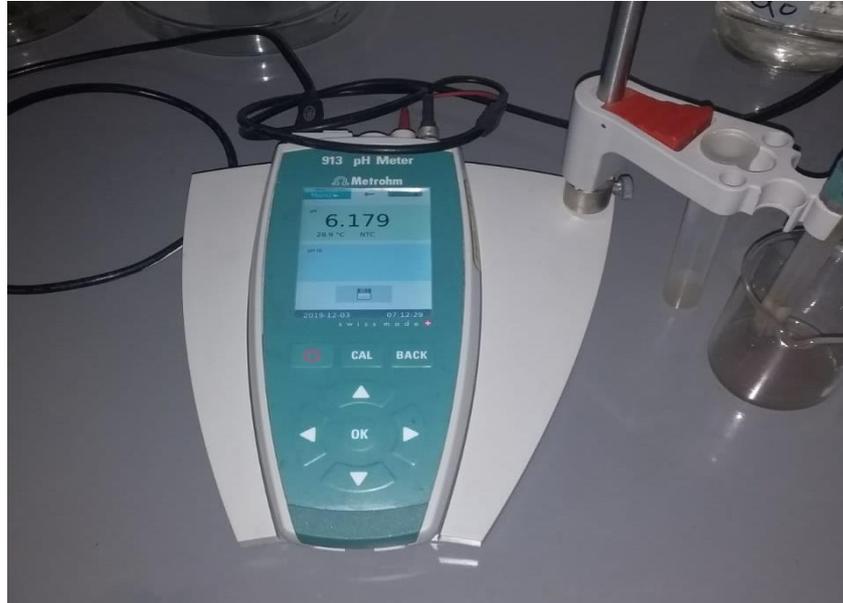


Figura 17. Flor de plátano deshidratada a 60°C



Figura 18. Empacado en bolsas de polietileno de alta densidad

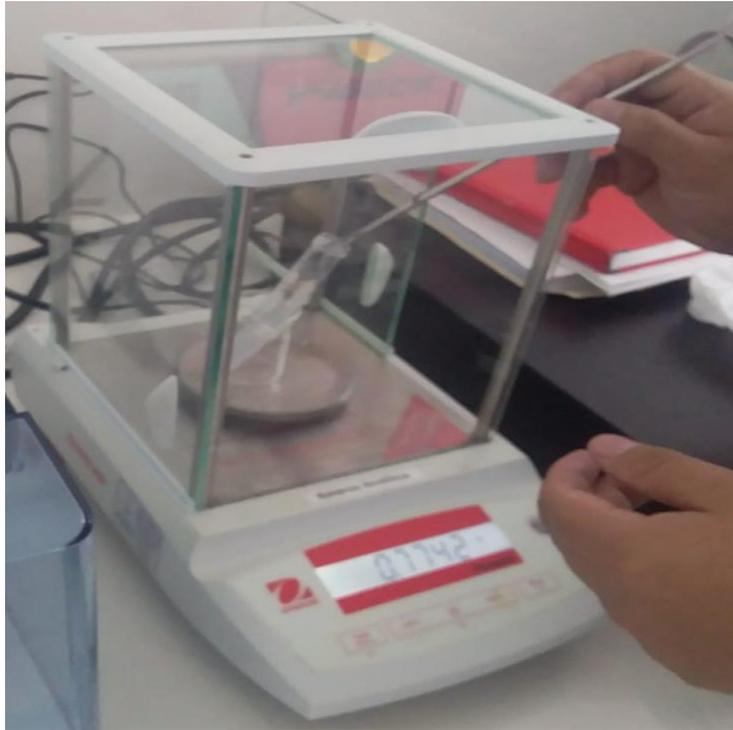
### Anexo 03. Análisis de las muestras en laboratorio



*Figura 19.* Determinación del pH de la flor de plátano



*Figura 20.* Triturado de la flor de plátano deshidratada



*Figura 21.* Pesado de la muestra triturada en los tubos



*Figura 22.* Preparación de las muestras



Figura 23. Instalación de los tubos de ensayo al ultrasonido por 10 minutos



Figura 24. Emplazamiento de los tubos de ensayo en la centrifuga por 30 minutos



*Figura 25.* Viales rotulados con extracto de flor de plátano



*Figura 26.* Adición de la solución del Folin-Ciocalteu para determinar fenoles totales



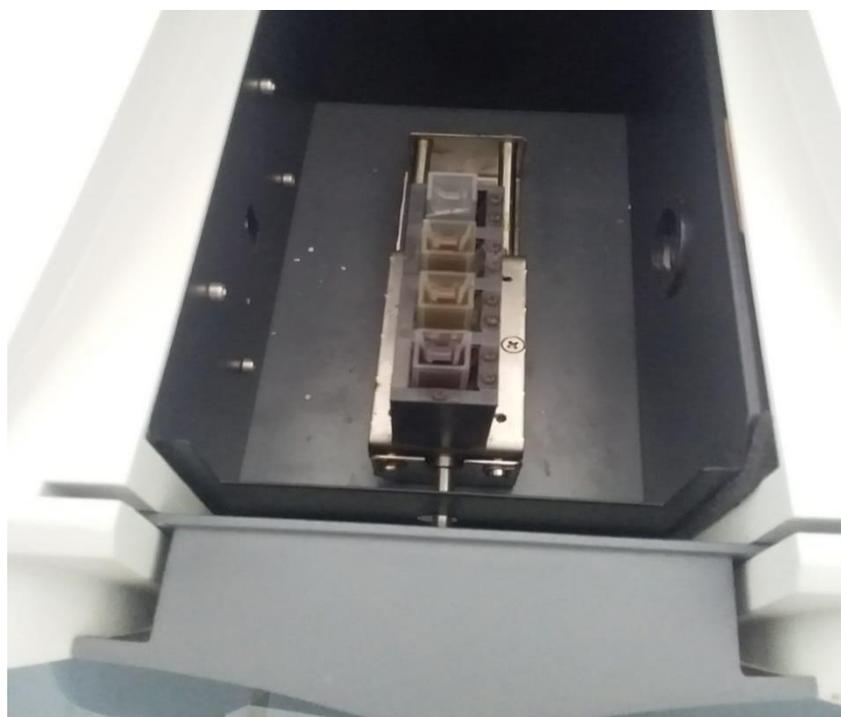
*Figura 27.* Muestras para determinar la capacidad antioxidante con DPPH



*Figura 28.* Muestras cubiertas con papel aluminio



*Figura 29.* Acomodo de muestras en la estufa por 5 minutos a una temperatura de 50°C



*Figura 30.* Puesto de 4 muestras en el espectrofotómetro



*Figura 31.* Determinación de fenoles totales en las muestras mediante espectrofotometría



*Figura 32.* Evaluación de las características organolépticas por panelistas

**Anexo 04. Instrumento utilizado para la evaluación de las características organolépticas de las flores de plátanos deshidratadas.**

**“TEST DE EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS PARA DETERMINAR EL GRADO DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO”**

**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

**PRODUCTO:** Efecto de la temperatura y antioxidantes sobre los fenoles totales en la deshidratación de la flor de plátano bellaco (*musa paradisiaca*) variedad Harthon

**NOMBRE.....FECHA .....**

Deguste cuidadosamente, el producto y por favor indique su grado de aceptabilidad de acuerdo a la siguiente escala

Marque con número el reglón que corresponde a la calificación para cada muestra

<b>ESCALA HEDÓNICA</b>	
Excelente	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

<b>FLOR DE PLÁTANO DESHIDRATADA</b>	<b>CONTROL (Agua destilada)</b>	<b>TRATAMIENTO (Metabisulfito de sodio)</b>	<b>TRATAMIENTO (Ácido cítrico)</b>
<b>AROMA</b>			
<b>SABOR</b>			
<b>COLOR</b>			
<b>TEXTURA</b>			

Modificado de (Anzaldúa Morales, 1994)

## Anexo 05. Datos obtenidos luego del análisis en laboratorio de las flores de plátanos deshidratadas

Tabla 11.

*Datos obtenidos de los compuestos fenólicos a diferentes temperaturas y tratamientos*

REPETICIONES	T°	TRATAMIENTO CON	ABSORBANCIA	Paso A (mg/l) $x=((y-0.1073)/0.0009)$	Paso B (mg/100 ml)	Paso C (mg/100 g de muestra sólida)	Paso D. (mg/g muestra sólida)
R1	40°C	Agua destilada	2.113	2228.56	2228.56	22285.56	222.86
R2	40°C	Agua destilada	2.074	2185.22	2185.22	21852.22	218.52
R3	40°C	Agua destilada	2.047	2155.22	2155.22	21552.22	215.52
R4	40°C	Agua destilada	2.112	2227.44	2227.44	22274.44	222.74
R5	40°C	agua destilada	2.075	2186.33	2186.33	21863.33	218.63
R6	40°C	agua destilada	2.034	2140.78	2140.78	21407.78	214.08
R1	40°C	Metabisulfito de sodio	2.737	2921.89	2921.89	29218.89	292.19
R2	40°C	Metabisulfito de sodio	2.723	2906.33	2906.33	29063.33	290.63
R3	40°C	Metabisulfito de sodio	2.683	2861.89	2861.89	28618.89	286.19
R4	40°C	Metabisulfito de sodio	2.721	2904.11	2904.11	29041.11	290.41
R5	40°C	Metabisulfito de sodio	2.521	2681.89	2681.89	26818.89	268.19
R6	40°C	Metabisulfito de sodio	2.431	2581.89	2581.89	25818.89	258.19
R1	40°C	Ácido cítrico	2.752	2938.56	2938.56	29385.56	293.86
R2	40°C	Ácido cítrico	2.732	2916.33	2916.33	29163.33	291.63
R3	40°C	Ácido cítrico	2.709	2890.78	2890.78	28907.78	289.08
R4	40°C	Ácido cítrico	2.231	2359.67	2359.67	23596.67	235.97
R5	40°C	Ácido cítrico	2.432	2583.00	2583.00	25830.00	258.30
R6	40°C	Ácido cítrico	2.89	3091.89	3091.89	30918.89	309.19
R1	50°C	Agua destilada	2.503	2661.89	2661.89	26618.89	266.19
R2	50°C	Agua destilada	2.708	2889.67	2889.67	28896.67	288.97
R3	50°C	Agua destilada	2.783	2973.00	2973.00	29730.00	297.30
R4	50°C	Agua destilada	2.505	2664.11	2664.11	26641.41	266.41
R5	50°C	Agua destilada	2.711	2893.00	2893.00	28930.00	289.30
R6	50°C	Agua destilada	2.789	2979.67	2979.67	29796.67	297.97
R1	50°C	Metabisulfito de sodio	2.816	3009.67	3009.67	30096.67	300.97

REPETICIONES	T°	TRATAMIENTO CON	ABSORBANCIA	Paso A (mg/l) $x=(y-0.1073)/0.0009$	Paso B (mg/100 ml)	Paso C (mg/100 g de muestra sólida)	Paso D. (mg/g muestra sólida)
R2	50°C	Metabisulfito de sodio	2.732	2916.33	2916.33	29163.33	291.63
R3	50°C	Metabisulfito de sodio	2.552	2716.33	2716.33	27163.33	271.63
R4	50°C	Metabisulfito de sodio	2.502	2660.78	2660.78	26607.78	266.08
R5	50°C	Metabisulfito de sodio	2.705	2886.33	2886.33	28863.33	288.63
R6	50° C	Metabisulfito de sodio	2.705	2993.00	2993.00	29930.00	299.30
R1	50°C	Ácido cítrico	2.670	2847.44	2847.44	28474.44	284.74
R2	50°C	Ácido cítrico	2.784	2974.11	2974.11	29741.11	297.41
R3	50°C	Ácido cítrico	2.834	3029.67	3029.67	30296.67	302.97
R4	50°C	Ácido cítrico	2.687	2866.33	2866.33	28663.33	286.63
R5	50°C	Ácido cítrico	2.782	2971.89	2971.89	29718.89	297.19
R6	50°C	Ácido cítrico	2.827	3021.89	3021.89	30218.89	302.19
R1	60°C	Agua destilada	2.816	3009.67	3009.67	30096.67	300.97
R2	60°C	Agua destilada	2.558	2723.00	2723.00	27230.00	272.00
R3	60°C	Agua destilada	2.429	2579.67	2579.67	25796.67	257.97
R4	60°C	Agua destilada	2.82	3014.11	3014.11	30141.11	301.41
R5	60°C	Agua destilada	2.561	2726.33	2726.33	27263.33	272.63
R6	60°C	Agua destilada	2.432	2583.00	2583.00	25830.00	258.30
R1	60°C	Metabisulfito de sodio	2.233	2361.89	2361.89	23618.89	236.19
R2	60°C	Metabisulfito de sodio	2.466	2620.78	2620.78	26207.78	262.08
R3	60°C	Metabisulfito de sodio	2.777	2966.33	2966.33	29663.33	296.63
R4	60°C	Metabisulfito de sodio	2.231	2359.67	2359.67	23596.67	235.97
R5	60°C	Metabisulfito de sodio	2.555	2719.67	2719.67	27196.67	271.97
R6	60°C	Metabisulfito de sodio	2.881	3081.89	3081.89	30818.89	308.89
R1	60°C	Ácido cítrico	2.068	2178.56	2178.56	21785.56	217.86
R2	60°C	Ácido cítrico	2.109	2224.11	2224.11	22241.11	222.41
R3	60°C	Ácido cítrico	2.197	2321.89	2321.89	23218.89	232.19
R4	60°C	Ácido cítrico	2.061	2170.78	2170.78	21707.78	217.08
R5	60°C	Ácido cítrico	2.118	2234.11	2234.11	22341.11	223.41
R6	60°C	Ácido cítrico	2.189	2313.00	2313.00	23130.00	231.30

Tabla 12.

*Absorbancias de la capacidad antioxidante a diferentes temperaturas*

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Dil_1</b>	<b>Dil_2</b>	<b>Dil_3</b>	<b>Dil_4</b>	<b>Dil_5</b>	<b>Blanco</b>	<b>Control</b>
40°C Agua destilada	R1	0.120	0.142	0.255	0.369	0.512	0.000	1.496
	R2	0.114	0.143	0.254	0.368	0.510	0.000	1.495
	R3	0.152	0.192	0.292	0.398	0.571	0.000	1.497
	R4	0.119	0.144	0.263	0.412	0.602	0.000	1.494
	R5	0.102	0.132	0.184	0.288	0.390	0.000	1.485
	R6	0.110	0.144	0.190	0.283	0.439	0.000	1.452
50°C Agua destilada	R1	0.081	0.099	0.153	0.267	0.314	0.000	0.854
	R2	0.073	0.083	0.184	0.314	0.403	0.000	0.856
	R3	0.076	0.098	0.214	0.314	0.456	0.000	0.854
	R4	0.084	0.101	0.122	0.186	0.265	0.000	0.848
	R5	0.072	0.092	0.218	0.311	0.502	0.000	0.851
	R6	0.078	0.099	0.123	0.189	0.285	0.000	0.861
60°C Agua destilada	R1	0.092	0.109	0.165	0.213	0.299	0.000	0.881
	R2	0.095	0.102	0.175	0.227	0.307	0.000	0.880
	R3	0.099	0.175	0.215	0.357	0.413	0.000	0.878
	R4	0.080	0.102	0.161	0.218	0.291	0.000	0.878
	R5	0.081	0.101	0.169	0.201	0.301	0.000	0.876
	R6	0.082	0.142	0.201	0.242	0.402	0.000	0.871

Tratamientos	Repeticiones	Dil_1	Dil_2	Dil_3	Dil_4	Dil_5	Blanco	Control
40°C Metabisulfito de sodio	R1	0.101	0.128	0.285	0.345	0.422	0.000	1.430
	R2	0.103	0.132	0.289	0.341	0.445	0.000	1.433
	R3	0.111	0.134	0.285	0.325	0.401	0.000	1.431
	R4	0.091	0.124	0.185	0.222	0.395	0.000	1.429
	R5	0.101	0.129	0.197	0.286	0.308	0.000	1.426
	R6	0.109	0.145	0.198	0.268	0.409	0.000	1.450
500°C Metabisulfito de sodio	R1	0.092	0.109	0.156	0.199	0.267	0.000	0.857
	R2	0.095	0.162	0.186	0.210	0.281	0.000	0.854
	R3	0.092	0.130	0.196	0.226	0.301	0.000	0.856
	R4	0.089	0.115	0.178	0.209	0.289	0.000	0.855
	R5	0.096	0.110	0.189	0.213	0.278	0.000	0.847
	R6	0.086	0.12	0.186	0.198	0.296	0.000	0.842
60°C Metabisulfito de sodio	R1	0.239	0.296	0.347	0.387	0.425	0.000	0.857
	R2	0.239	0.295	0.345	0.387	0.425	0.000	0.877
	R3	0.238	0.294	0.344	0.386	0.424	0.000	0.874
	R4	0.099	0.112	0.175	0.234	0.324	0.000	0.851
	R5	0.089	0.120	0.165	0.254	0.349	0.000	0.876
	R6	0.098	0.145	0.189	0.287	0.379	0.000	0.869

Tratamientos	Repeticiones	Dil_1	Dil_2	Dil_3	Dil_4	Dil_5	Blanco	Control
40°C Ácido cítrico	R1	0.109	0.142	0.181	0.289	0.319	0.000	1.263
	R2	0.109	0.152	0.174	0.269	0.336	0.000	1.261
	R3	0.117	0.162	0.204	0.269	0.379	0.000	1.260
	R4	0.108	0.134	0.184	0.272	0.389	0.000	1.262
	R5	0.102	0.149	0.171	0.256	0.369	0.000	1.258
	R6	0.099	0.156	0.201	0.268	0.398	0.000	1.256
50°C Ácido cítrico	R1	0.070	0.083	0.195	0.322	0.426	0.000	0.768
	R2	0.089	0.129	0.185	0.286	0.356	0.000	0.767
	R3	0.070	0.083	0.143	0.192	0.256	0.000	0.763
	R4	0.079	0.087	0.199	0.221	0.298	0.000	0.763
	R5	0.081	0.132	0.188	0.203	0.398	0.000	0.761
	R6	0.089	0.098	0.201	0.289	0.378	0.000	0.766
60°C Ácido cítrico	R1	0.090	0.099	0.156	0.172	0.229	0.000	0.808
	R2	0.091	0.093	0.156	0.192	0.245	0.000	0.809
	R3	0.090	0.106	0.176	0.198	0.279	0.000	0.804
	R4	0.089	0.095	0.145	0.189	0.289	0.000	0.801
	R5	0.098	0.103	0.182	0.298	0.329	0.000	0.806
	R6	0.095	0.101	0.166	0.299	0.359	0.000	0.807

Tabla 13.

*Porcentaje de inhibición de acuerdo a la capacidad oxidante obtenidos en la tabla 12, para cada tratamiento y repetición.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>%I1</b>	<b>%I2</b>	<b>%I3</b>	<b>%I4</b>	<b>%I5</b>
40°C Agua destilada	R1	91.9786096	90.5080214	82.9545455	75.3342246	65.7754011
	R2	92.3745819	90.4347826	83.0100334	75.3846154	65.8862876
	R3	89.8463594	87.1743487	80.494322	73.4134937	61.8570474
	R4	92.0348059	90.3614458	82.3962517	72.4230254	59.7054886
	R5	93.1313131	91.1111111	87.6094276	80.6060606	73.7373737
	R6	92.4242424	90.0826446	86.9146006	80.5096419	69.7658402
50°C Agua destilada	R1	90.5152225	88.4074941	82.0843091	68.735363	63.2318501
	R2	91.4719626	90.3037383	78.5046729	63.317757	52.9205607
	R3	91.1007026	88.5245902	74.941452	63.2318501	46.6042155
	R4	90.0943396	88.0896226	85.6132075	78.0660377	68.75
	R5	91.5393655	89.1891892	74.3830787	63.4547591	41.0105758
	R6	90.9407666	88.5017422	85.7142857	78.0487805	66.8989547
60°C Agua destilada	R1	89.5573212	87.6276958	81.2712826	75.8229285	66.061294
	R2	89.2045455	88.4090909	80.1136364	74.2045455	65.1136364
	R3	88.7243736	80.0683371	75.5125285	59.3394077	52.9612756
	R4	90.8883827	88.3826879	81.6628702	75.1708428	66.856492
	R5	90.7534247	88.4703196	80.7077626	77.0547945	65.6392694
	R6	90.5855339	83.6969001	76.9230769	72.2158439	53.8461538

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>%I1</b>	<b>%I2</b>	<b>%I3</b>	<b>%I4</b>	<b>%I5</b>
40°C Metabisulfito de sodio	R1	92.9370629	91.048951	80.0699301	75.8741259	70.4895105
	R2	92.8122819	90.7885555	79.8325192	76.2037683	68.9462666
	R3	92.2431866	90.6359189	80.0838574	77.2886094	71.977638
	R4	93.6319104	91.3226032	87.0538838	84.4646606	72.3582925
	R5	92.9172511	90.9537167	86.1851332	79.943899	78.401122
	R6	92.4827586	90	86.3448276	81.5172414	71.7931034
50°C Metabisulfito de sodio	R1	89.2648775	87.2812135	81.7969662	76.7794632	68.8448075
	R2	88.8758782	81.030445	78.2201405	75.4098361	67.0960187
	R3	89.2523364	84.8130841	77.1028037	73.5981308	64.8364486
	R4	89.5906433	86.5497076	79.1812865	75.5555556	66.1988304
	R5	88.6658796	87.012987	77.6859504	74.8524203	67.1782763
	R6	89.7862233	85.2731591	77.9097387	76.4845606	64.8456057
60°C Metabisulfito de sodio	R1	72.1120187	65.4609102	59.5099183	54.8424737	50.4084014
	R2	72.7480046	66.3625998	60.6613455	55.8722919	51.5393387
	R3	72.7688787	66.3615561	60.6407323	55.8352403	51.4874142
	R4	88.3666275	86.8390129	79.4359577	72.5029377	61.9271445
	R5	89.8401826	86.3013699	81.1643836	71.0045662	60.1598174
	R6	88.7226697	83.3141542	78.2508631	66.9735328	56.3866513

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>%I1</b>	<b>%I2</b>	<b>%I3</b>	<b>%I4</b>	<b>%I5</b>
40°C Ácido cítrico	R1	91.3697546	88.7569279	85.669042	77.1179731	74.7426762
	R2	91.3560666	87.9460745	86.2014274	78.667724	73.3544806
	R3	90.7142857	87.1428571	83.8095238	78.6507937	69.9206349
	R4	91.4421553	89.3819334	85.4199683	78.4469097	69.1759113
	R5	91.8918919	88.1558029	86.4069952	79.6502385	70.6677266
	R6	92.1178344	87.5796178	83.9968153	78.6624204	68.3121019
50°C Ácido cítrico	R1	90.8854167	89.1927083	74.609375	58.0729167	44.53125
	R2	88.3963494	83.1812256	75.8800522	62.7118644	53.5853977
	R3	90.8256881	89.1218873	81.2581913	74.836173	66.4482307
	R4	89.6461337	88.5976409	73.9187418	71.0353866	60.9436435
	R5	89.3561104	82.6544021	75.2956636	73.3245729	47.7003942
	R6	88.381201	87.2062663	73.7597911	62.2715405	50.6527415
60°C Ácido cítrico	R1	88.8613861	87.7475248	80.6930693	78.7128713	71.6584158
	R2	88.7515451	88.5043263	80.7169345	76.2669963	69.7156984
	R3	88.8059701	86.8159204	78.1094527	75.3731343	65.2985075
	R4	88.8888889	88.1398252	81.897628	76.4044944	63.9200999
	R5	87.8411911	87.2208437	77.4193548	63.0272953	59.1811414
	R6	88.228005	87.4845105	79.4299876	62.9491945	55.5142503

Tabla 14.

*Humedad de la flor de plátano deshidratada*

<b>Temperatura</b>	<b>Antioxidante</b>	<b>Resultados de humedad</b>
40°C	Agua destilada	9.5%
50°C	Agua destilada	9.6%
60°C	Agua destilada	8.6%
40°C	Ácido cítrico	9.5%
50°C	Ácido cítrico	9.9%
60°C	Ácido cítrico	9.6%
40°C	Metabisulfito de sodio	9-7%
50°C	Metabisulfito de sodio	9.2%
60°C	Metabisulfito de sodio	8.3%

## Anexo 06. Análisis estadístico de los datos

### A) ANÁLISIS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA FLOR DE PLÁTANO

#### A.1) FLOR DE PLÁTANO EN AGUA DESTILADA

Prueba de normalidad de los errores

Hipótesis a contrastar

H<sub>0</sub>: los errores siguen una distribución normal

H<sub>1</sub>: los errores no siguen una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha=0.05$

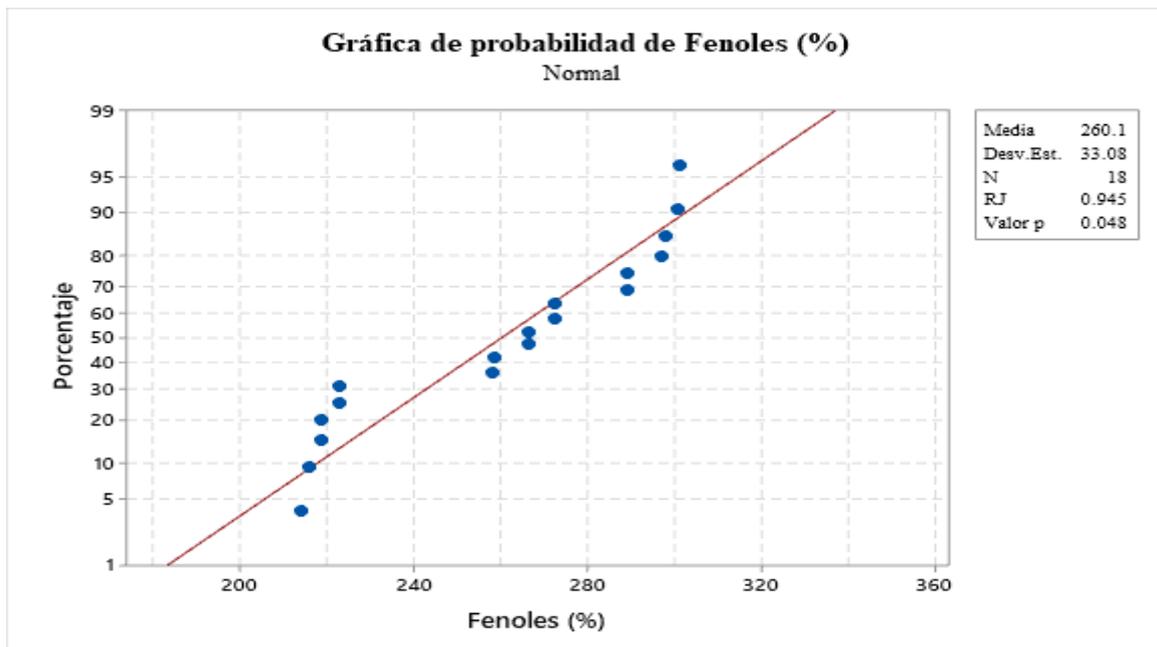


Figura 33. Probabilidad de residuo según Anderson-Darling.

Según la prueba de Ryan-Joiner (prueba de normalidad para muestras grandes) evidencia un valor  $p < 0.048$  por lo que se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que los errores no siguen una distribución normal, a un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 15.

*Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis de fenoles en la deshidratación de la flor de plátano en agua destilada*

Temperatura	N	Mediana	Clasificación de media	Valor Z
40°C	6	218.578	3.5	-3.37
50°C	6	289.133	12.8	1.87
60°C	6	272.467	12.2	1.5
General	18		9.5	

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : todas las medias son iguales

Hipótesis alterna  $H_1$ : al menos una media es diferente

GL	Valor H	Valor p
2	11.42	0.003

Para un valor  $p > 0.003$  se concluye que hay diferencias significativas entre las temperaturas, a un nivel de significancia de 0.05.

### A.2). FLOR DE PLÁTANO CON METABISULFITO DE SODIO

Prueba de normalidad de los errores

Hipótesis a contrastar

$H_0$ : los errores siguen una distribución normal

$H_1$ : los errores no siguen una distribución normal

nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

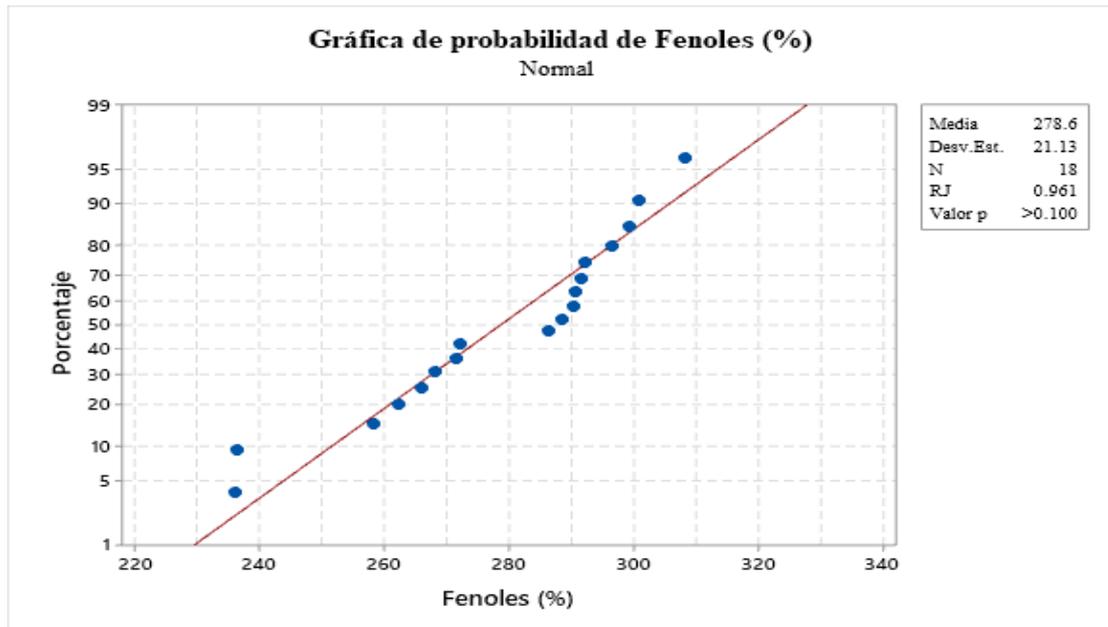


Figura 34. Probabilidad de residuos según Ryan.Joiner

Según la prueba de Ryan-Joiner (prueba de normalidad para muestras grandes) evidencia un valor  $p(0.100) > 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que los errores siguen una distribución normal, a un nivel de significancia de 0.05.

## PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

Hipótesis a contrastar

H0: Las varianzas por tratamientos son iguales

H1: Las varianzas por tratamientos son diferentes o por lo menos una es diferente

Nivel de significancia  $\alpha=0.05$

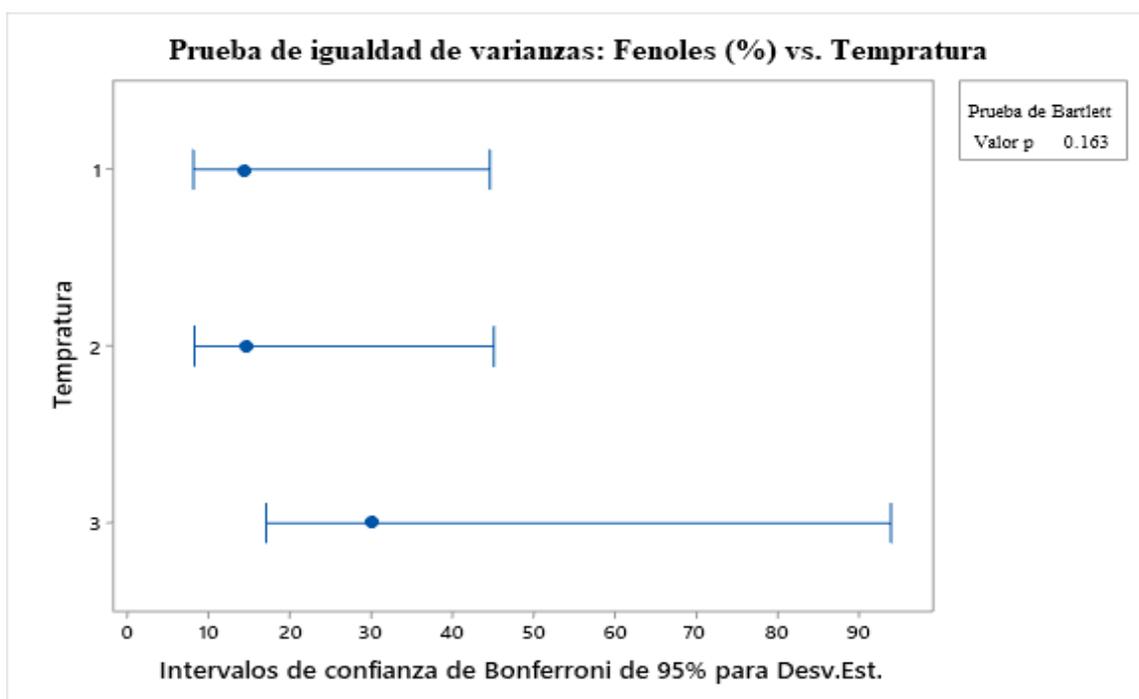


Figura 35. Igualdad de varianzas según Bartlett

Según la prueba de Bartlett (prueba de homogeneidad de varianzas) evidencia un valor p (0.163)  $>0.05$  por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que existes homogeneidad de varianzas por tratamiento, a un nivel de significancia de 0.05.

## ANÁLISIS VARIANZA

Tabla 16

*Análisis de varianza (ANVA) de fenoles en la deshidratación de flor de plátano con metabisulfito de sodio*

FUENTE	GL	SC. Ajust	MC. Ajust	Valor F	Valor P
Temperatura	2	1008.00	503.90	1.15	0.344
Error	15	6582.00	438.80		
Total	17	7590.00			

Tabla 17.

*Media y confianza de Bonferroni del 95% para desviación estándar*

Temperatura	N	Media	Desv. Est	IC de 95%
40°C	6	280.330	14.2685	(2.4104; 140,536)
50°C	6	285.754	14.4362	(5.1020; 67, 965)
60°C	6	265.718	30.0745	(15,2006; 99,006)

Para un valor  $p > 0.344$  se concluye que no hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos, a un nivel de significancia de 0.05.

### A.3) FLOR DE PLÁTANO CON ÁCIDO CÍTRICO

#### PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS ERRORES

Hipótesis a contrastar

H<sub>0</sub>: Los errores siguen una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los errores no siguen una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

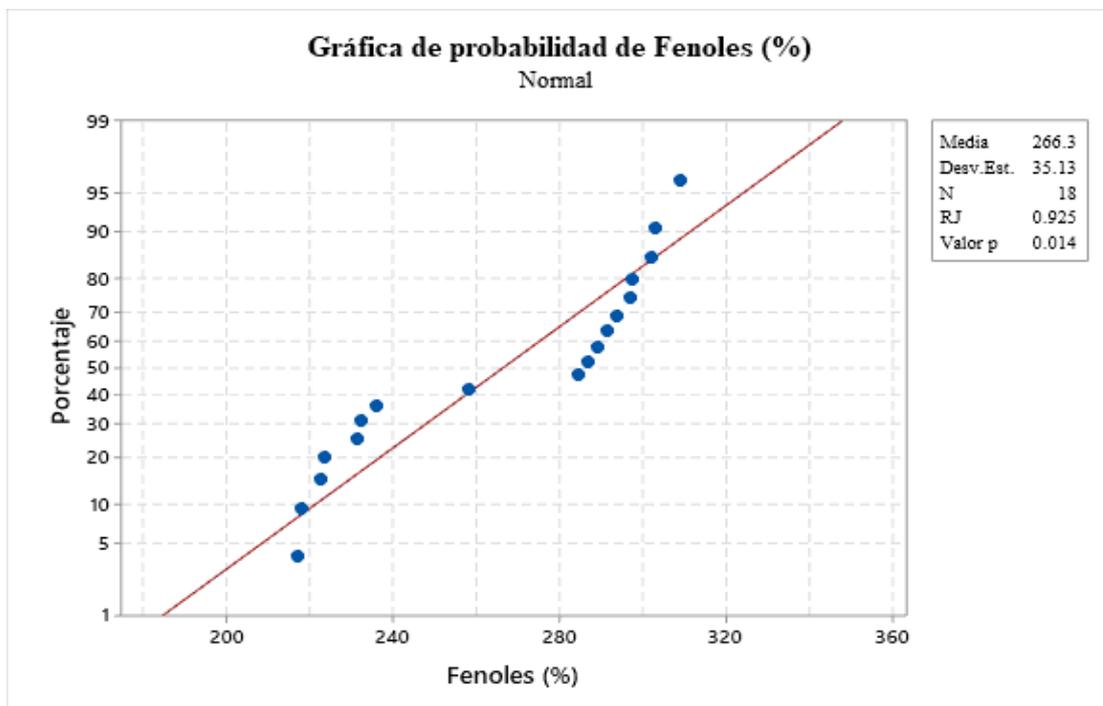


Figura 36. Probabilidad de residuos según prueba de Ryan- Joiner

Según la prueba de Ryan-Joiner (prueba de normalidad para muestras grandes) evidencia un valor  $p < 0.049$  por lo que se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que los errores no siguen una distribución normal, a un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 18.

*Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis sobre fenoles en la deshidratación de la flor de plátano con ácido cítrico*

Temperatura	N	Mediana	Clasificación de media	Valor Z
40°C	6	290.356	11.5	1.12
50°C	6	297.3	13.5	2.25
60°C	6	222.911	3.5	-3.37
General	18		9.5	

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : todas las medias son iguales

Hipótesis alterna  $H_1$ : al menos una media es diferente

GL	Volar H	Valor p
2	11.79	0.003

Para un valor  $p > 0.003$  se concluye que hay diferencias significativas entre las temperaturas, a un nivel de significancia de 0.05.

## B) ANÁLISIS PARA LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA FLOR DE PLÁTANO

### B.1) FLOR DE PLÁTANO DESHIDRATADA EN AGUA DESTILADA

#### Prueba de normalidad de los errores

Hipótesis a contractar

H<sub>0</sub>: los errores siguen una distribución normal

H<sub>1</sub>: los errores no siguen una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha=0.05$

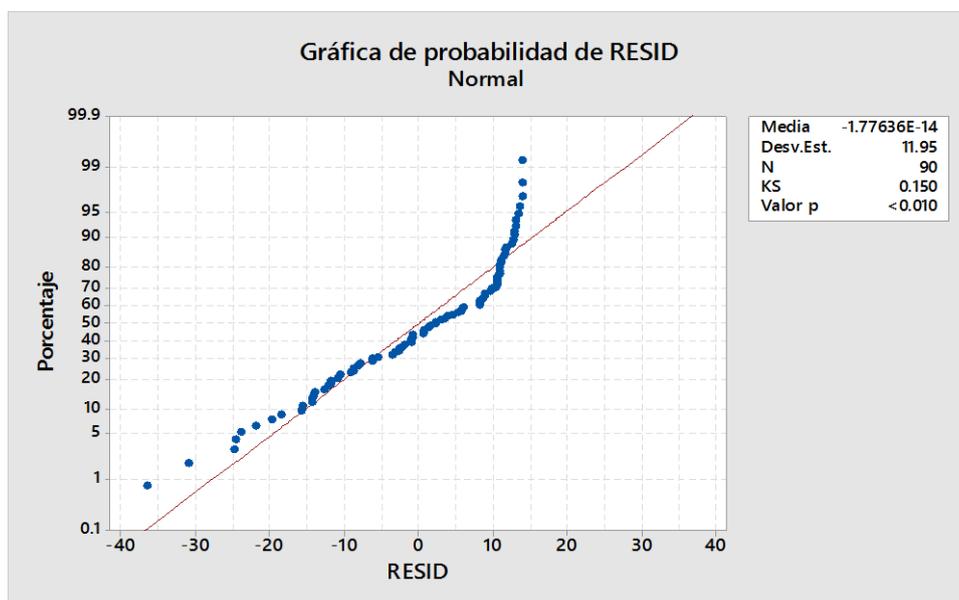


Figura 37. Probabilidad de residuos según Kolmogorov - Smirnov

Según la prueba de Kolmogorov y Smirnov (prueba de normalidad para muestras grandes) evidencia un valor  $p < 0.010$  por lo que se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que los errores no siguen una distribución normal, a un nivel de significancia de 0.05.

#### PRUEBA EN HOMOGENEIDAD DE VARIANZA

Hipótesis a contrastar

H<sub>0</sub>: las varianzas por tratamiento son iguales

H<sub>1</sub>: las varianzas por tratamiento son diferentes o por lo menos, una es diferente

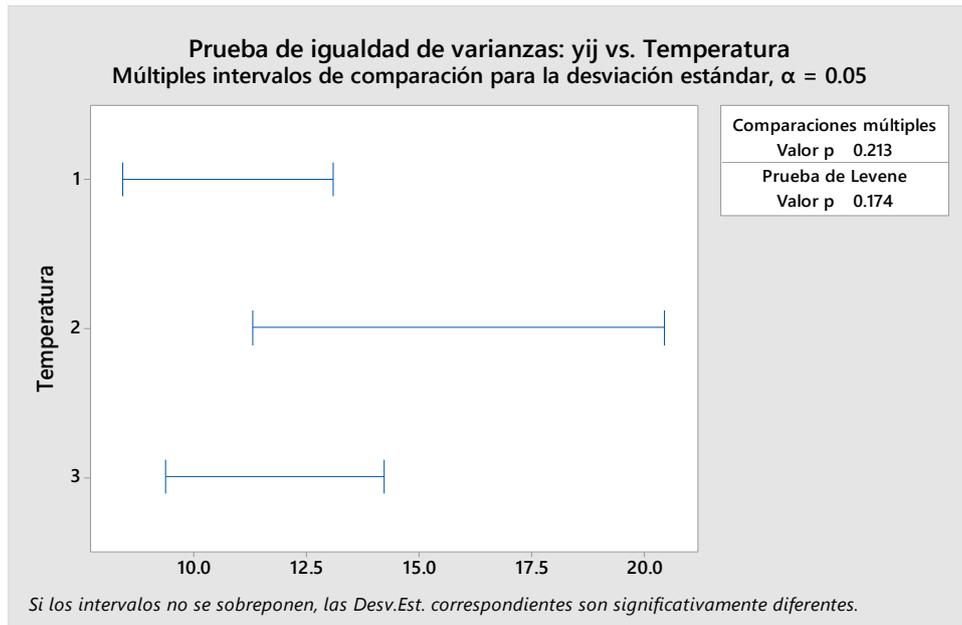


Figura 38. Igualdad de varianzas según Levene

Según la prueba de Levene (prueba de homogeneidad de varianzas) evidencia un valor p (0.174) > 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que existen homogeneidad de varianza por tratamiento, a un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 19.

*Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en capacidad antioxidante de la deshidratación de la flor de plátano en agua destilada*

Temperatura	N	Mediana	Clasificación de media	Valor Z
40°C	30	82.9823	50.2	1.39
50°C	30	83.8488	83.8488	-0.26
60°C	30	80.091	41.1	-1.13
General	90		45.5	

**Prueba**

Hipótesis nula  $H_0$ : todas las medias son iguales

Hipótesis alterna  $H_1$ : al menos una media es diferente

Método	GL	Volar H	Valor p
No ajuste para empates	2	2.18	0.337
Ajustes para empates	2	2.18	0.337

Para un valor  $p > 0.337$  se concluye que hay diferencias significativas entre las temperaturas, a un nivel de significancia de 0.05.

## B.2) FLOR DE PLÁTANO DESHIDRATADA CON METABISULFITO DE SODIO

### Prueba de normalidad de los errores

Hipótesis a contractar

H<sub>0</sub>: los errores siguen una distribución normal

H<sub>1</sub>: los errores no siguen una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha=0.05$

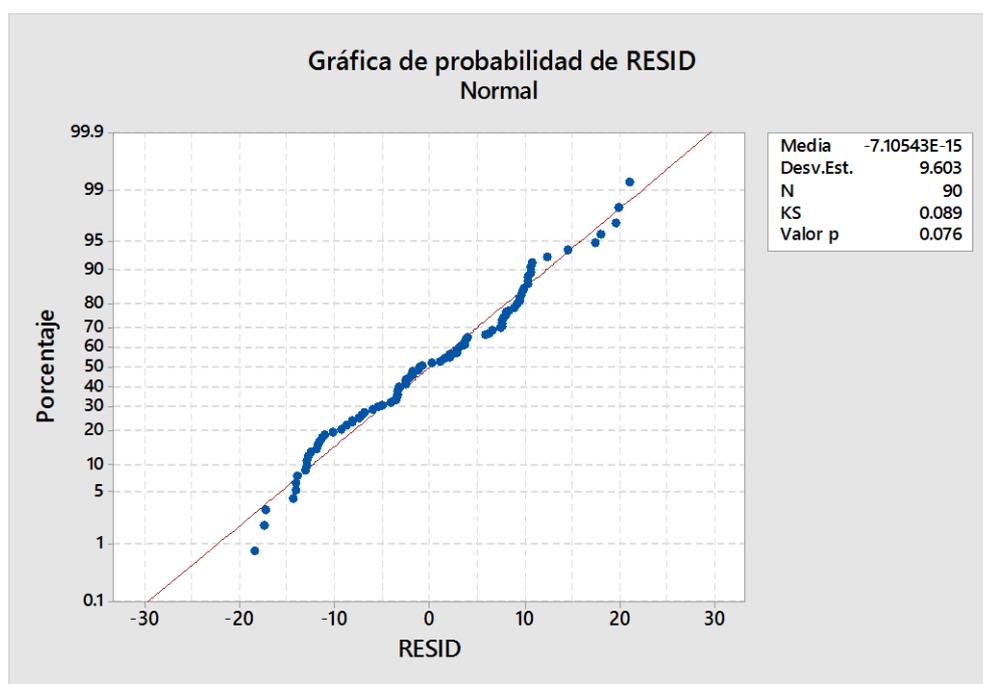


Figura 39. Probabilidad de residuos según prueba de Kolmogorov -Smirnov

Según la prueba de Kolmogorov y Smirnov (prueba de normalidad para muestras grandes) evidencia un valor  $p > 0.076$  por lo que se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que los errores no siguen una distribución normal, a un nivel de significancia de 0.05.

## PRUEBA EN HOMOGENIEDAD DE VARIANZA

Hipótesis a contrastar

H<sub>0</sub>: las varianzas por tratamiento son iguales

H<sub>1</sub>: las varianzas por tratamiento son diferentes o por lo menos, una es diferente

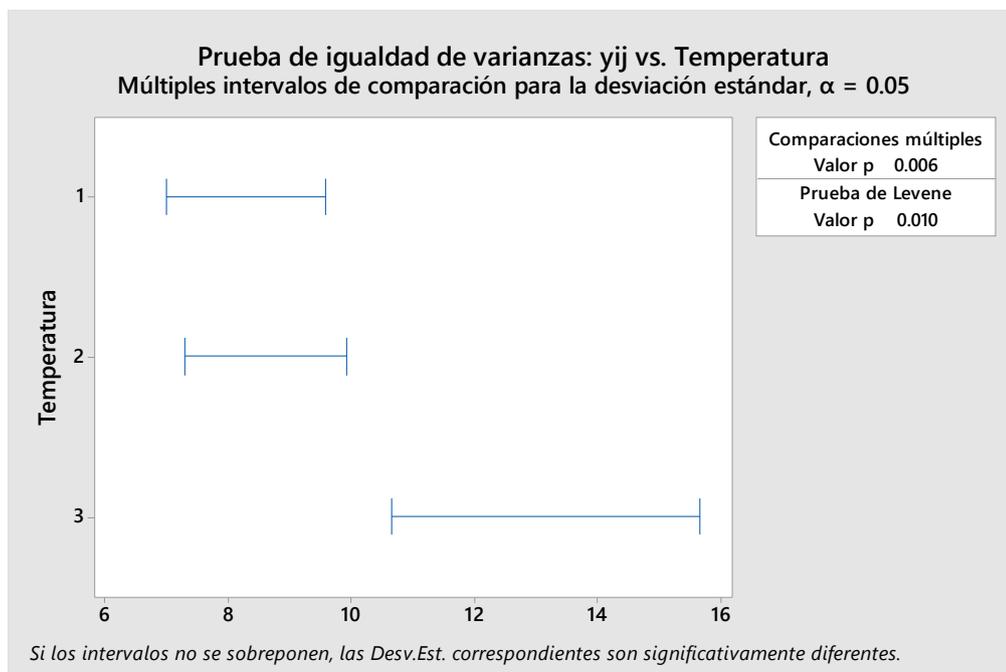


Figura 40. Igualdad de varianzas según prueba de Levene

Según la prueba de Levene (prueba de homogeneidad de varianzas) evidencia un valor p (0.010) > 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que existen homogeneidad de varianza por tratamiento, a un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 20.

*Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en capacidad antioxidante de la deshidratación de la flor de plátano con metabisulfito de sodio*

Temperatura	N	Mediana	Clasificación de media	Valor Z
40°C	30	84.6389	60.2	3.78
50°C	30	78.0649	47.8	0.59
60°C	30	66.6681	28.5	-4.37
General	90		45.5	

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : todas las medias son iguales

Hipótesis alterna  $H_1$ : al menos una media es diferente

Método	GL	Volar H	Valor p
No ajuste para empates	2	22.45	0.000
Ajustes para empates	2	22.45	0.000

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias significativas entre las temperaturas, a un nivel de significancia de 0.05.

### B.3) FLOR DE PLÁTANO DESHIDRATADA CON ÁCIDO CÍTRICO

#### Prueba de normalidad de los errores

Hipótesis a contractar

$H_0$ : los errores siguen una distribución normal

$H_1$ : los errores no siguen una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha=0.05$

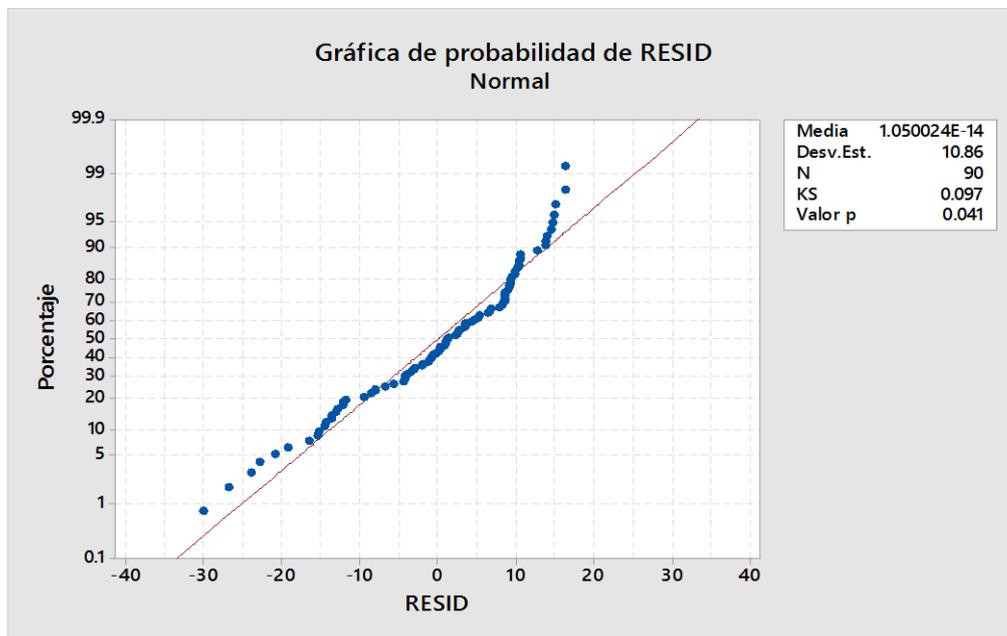


Figura 41. Probabilidad de residuos según Kolmogorov - Smirnov

Según la prueba de Kolmogorov y Smirnov (prueba de normalidad para muestras grandes) evidencia un valor  $p < 0.041$  por lo que se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que los errores no siguen una distribución normal, a un nivel de significancia de 0.05.

## PRUEBA EN HOMOGENEIDAD DE VARIANZA

Hipótesis a contrastar

$H_0$ : las varianzas por tratamiento son iguales

$H_1$ : las varianzas por tratamiento son diferentes o por lo menos, una es diferente

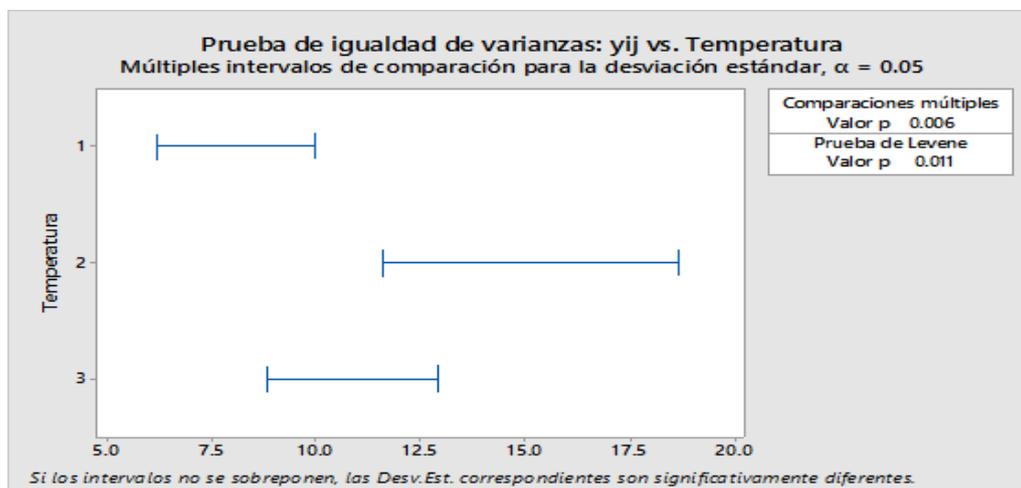


Figura 42. Igualdad de varianza según prueba Levene

Según la prueba de Levene (prueba de homogeneidad de varianzas) evidencia un valor  $p$  ( $0.011$ )  $> 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que existen homogeneidad de varianza por tratamiento, a un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 21

*Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en capacidad antioxidante de la deshidratación de la flor de plátano con ácido cítrico*

Temperatura	N	Mediana	Clasificación de media	Valor Z
40°C	30	85.5445	53.9	2.15
50°C	30	75.0659	39.1	- 1.64
60°C	30	80.0615	43.5	-0 51
General	90		45.5	

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : todas las medias son iguales

Hipótesis alterna H<sub>1</sub>: al menos una media es diferente

Método	GL	Volar H	Valor p
No ajuste para empates	2	5.06	0.08
Ajuste para empates	2	5.06	0.08

Para un valor  $p < 0.008$  se concluye que hay diferencias significativas entre las temperaturas, a un nivel de significancia de 0.05.

## ANEXO 07. Análisis estadístico de los datos obtenidos en la evaluación organoléptica

Tabla 22

*Prueba de Friedman: color vs. tratamiento, panelistas*

Tratamiento	Nº	Mediana	Suma de clasificaciones
1	30	1.11111	73
2	30	1.05556	88
3	30	1.11111	73
4	30	2	151
5	30	2.5	186.5
6	30	4.33333	267.5
7	30	1.27778	93.5
8	30	2.83333	210
9	30	2.77778	207.5
General	270	2.11111	

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna  $H_1$ : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi- cuadrado	Valor p
No ajusta para empates	8	181.96	0.0000
Ajusta para empates	8	210.08	0.0000

Tabla 23

*Prueba de Friedman: sabor vs. tratamiento, panelistas*

Tratamiento	N°	Mediana	Suma de clasificaciones
1	30	2	120
2	30	2	107.5
3	30	2.05556	135.5
4	30	2.16667	147.5
5	30	2	123.5
6	30	3.83333	262
7	30	2	123
8	30	2	123.5
9	30	2.94444	207.5
General	270	2.33333	

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna  $H_1$ : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi- cuadrado	Valor p
No ajusta para empates	8	92.92	0.0000
Ajusta para empates	8	175.32	0.0000

Tabla 24.

*Prueba de Friedman: textura vs. tratamiento, panelistas*

Tratamiento	Nº	Mediana	Suma de clasificaciones
1	30	3	149.5
2	30	3	158.5
3	30	3	158.5
4	30	3	140.5
5	30	3	118
6	30	4	226
7	30	3	113.5
8	30	3	140.5
9	30	3	145
General	270	3.11111	

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna  $H_1$ : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi- cuadrado	Valor p
No ajusta para empates	8	37.7	0.0000
Ajusta para empates	8	103.29	0.0000

Tabla 25.

*Prueba de Friedman: Aroma vs. tratamiento, panelistas*

Tratamiento	Nº	Mediana	Suma de clasificaciones
1	30	2	78.5
2	30	2	65.5
3	30	2	88.5
4	30	3	160
5	30	2.88889	147.5
6	30	3.94444	258
7	30	3	181
8	30	3.22222	216
9	30	2.94444	155
General	270	2.77778	

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna  $H_1$ : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi- cuadrado	Valor p
No ajusta para empates	8	147.32	0.0000
Ajusta para empates	8	189.07	0.0000