

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE DOS MÉTODOS DE SECADO
EN LA CALIDAD DE LA HARINA OBTENIDA A PARTIR DEL
PLÁTANO ROJO (*Musa acuminata* 'Red Dacca')

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

Autores : Bach. Cordova Bellasmin Manuelito
Bach. Puelles Huaman Emerson

Asesores : Dra. Bazán Tantaleán Delicia Liliana
Dr. Hernández Martínez Ernesto

JAÉN – PERÚ, AGOSTO, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**T_PUELLES HUAMAN Y CORDOVA BELL
ASMIN_IIA_O_2023.pdf**

AUTOR

**Manuelito y Emerson Cordova Bellasmin
y Puelles Huaman**

RECUENTO DE PALABRAS

22482 Words

RECUENTO DE CARACTERES

97889 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

101 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.2MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 24, 2023 1:52 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 24, 2023 1:54 PM GMT-5**● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 31 de AGOSTO del año 2023, siendo las 9:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : DR. LENIN QUINONES HUATANGARI
Secretario : Mg. SEGUNDO ALVARO CRUZ HOYOS
Vocal : JOSEPH CAMPOS RUIZ, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

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

Titulado: "EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE DOS METODOS DE SECADO EN LA CALIDAD DE LA HARINA OBTENIDA A PARTIR DE PLATANO ROJO (MUSA ACUMINATA 'REO Dacca")



Presentado por estudiante/egresado o Bachiller... Manuelito Gordoza Bellasmin Emerson Puelles Human, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

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

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 10:20 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Presidente


Secretario


Vocal

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo general.....	13
2.2. Objetivos específicos.	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Materia prima.....	14
3.3. Máquinas y equipos, materiales, insumos y reactivos	14
3.5. Métodos	18
3.6. Procedimiento experimental	21
3.7. Diseño experimental	24
3.8. Análisis de datos	24
IV. RESULTADOS	26
4.1. Análisis fisicoquímicos, sensorial y microbiológico del plátano rojo	26
4.2. Evaluación estadística de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la harina	28
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	67
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
IX. DEDICATORIA.....	72
X. AGRADECIMIENTO.....	74
XI. ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de elaboración de harina	22
Figura 2. Análisis de humedad en cada tratamiento	28
Figura 3. Análisis de proteína en cada tratamiento	31
Figura 4. Análisis de grasas en cada tratamiento.....	34
Figura 5. Análisis de cenizas en cada tratamiento.....	37
Figura 6. Análisis de carbohidratos en cada tratamiento.....	40
Figura 7. Análisis del pH para cada tratamiento	43
Figura 8. Análisis de acidez para cada tratamiento	46
Figura 9. Análisis de mohos y levaduras para cada tratamiento	49
Figura 10. Evaluación del color para cada tratamiento	52
Figura 11. Evaluación del olor para cada tratamiento	55
Figura 12. Evaluación de la textura para cada tratamiento.....	57
Figura 13. Análisis de aceptabilidad para cada uno de los tratamientos	60
Figura 14. Recolección del plátano.....	79
Figura 15. Plátano recolectado.....	79
Figura 16. Lavado manual del plátano rojo.....	79
Figura 17. Pesado de los plátanos rojos.....	79
Figura 18. Pelado del plátano rojo.....	80
Figura 19. Cortado en rodajas de plátano rojo.....	80
Figura 20. Plátano cortado en rodajas	80
Figura 21. Vista frontal del prototipo de secado	80
Figura 22. Rodajas de plátano al final del secado.....	80
Figura 23. Rodajas de plátano deshidratado	80
Figura 24. Molido de rodajas de plátano	81
Figura 25. Rodaja molida de plátano.....	81
Figura 26. Tamizado de la rodaja molida	81
Figura 27. Envasado de harina de plátano rojo	81
Figura 28. Harina de plátano rojo envasada	81
Figura 29. Almacenado de la harina.....	81
Figura 30. Lavado manual del plátano rojo.....	82
Figura 31. Pesado de los plátanos rojos	82
Figura 32. Pelado del plátano rojo.....	82

Figura 33. Cortado de plátano rojo	82
Figura 34. Plátano cortado en rodajas	82
Figura 35. Muestras en el liofilizador	82
Figura 36. Rodajas de plátano al final del secado	83
Figura 37. Molido en molino de bolas	83
Figura 38. Plátano liofilizado molido	83
Figura 39. Tamizado de la harina.....	83
Figura 40. Envasado de la harina.....	83
Figura 41. Almacenado de la harina	83
Figura 42. Medidor de humedad	84
Figura 43. Humedad del plátano rojo	84
Figura 44. Humedad de la harina de plátano rojo.....	84
Figura 45. Titulación de acidez	84
Figura 46. Determinación de pH de plátano.....	84
Figura 47. Muestra en tubos de digestión	84
Figura 48. Ubicación de los tubos en el sistema de digestión.....	85
Figura 49. Proceso de digestión terminado	85
Figura 50. Destilación automática en destilador de nitrógeno	85
Figura 51. Destilación terminada	85
Figura 52. Titulación para determinar proteínas	85
Figura 53. Muestra titulada.....	85
Figura 54. Determinación de cenizas (crisoles en el desecador).....	86
Figura 55. Precalcinado de las muestras	86
Figura 56. Colocación de los crisoles en la mufla.....	86
Figura 57. Acondicionado de la muestra para determinación de grasas.....	86
Figura 58. Determinación de grasas	86
Figura 59. Pesado de los balones con grasa.....	86
Figura 60. Preparación de la muestra	87
Figura 61. Diluciones de la muestra	87
Figura 62. Autoclavado del medio de cultivo.....	87
Figura 63. Siembra en cabina de flujo laminar	87
Figura 64. Muestra para analizar	88
Figura 65. Panelistas analizando la harina	88

Figura 66. Análisis sensorial	88
figura 67. Pantalla del editor SPSS con resultados de cada variable.....	102
figura 68. Pantalla SPSS después del proceso de los resultados.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental de la investigación.....	25
Tabla 2. Análisis químico proximal de la fruta de plátano rojo	26
Tabla 3. Análisis químico proximal de la harina de plátano rojo.....	26
Tabla 4. Resultados de los análisis sensoriales de la harina de plátano rojo	27
Tabla 5. Resultados de los análisis sensoriales de la harina de plátano rojo	27
Tabla 6. Comparación de medias para la humedad por réplicas de tratamiento	29
Tabla 7. ANVA de humedad.....	29
Tabla 8. Prueba de Tukey para la humedad	30
Tabla 9. Comparación de medias de proteína por réplica de tratamiento	32
Tabla 10. ANVA de proteína	32
Tabla 11. Prueba de Tukey para las proteínas.....	33
Tabla 12. Comparación de medias de grasas por réplica de tratamiento	35
Tabla 13. ANVA de grasas.....	35
Tabla 14. Prueba de Tukey para las grasas.....	36
Tabla 15. Comparación de medias de ceniza por tratamiento.....	38
Tabla 16. ANVA de cenizas.....	38
Tabla 17. Prueba de Tukey para la ceniza.....	39
Tabla 18. Comparación de medias de carbohidratos por réplicas de tratamiento	41
Tabla 19. ANVA de carbohidratos.....	41
Tabla 20. Prueba de Tukey para los carbohidratos.....	42
Tabla 21. Comparación de medias de pH por réplicas de tratamiento	44
Tabla 22. ANVA de pH.....	44
Tabla 23. Prueba de Tukey para el pH.....	45
Tabla 24. Comparación de medias para la acidez por réplica de tratamiento	47
Tabla 25. ANVA de acidez	47
Tabla 26. Prueba de Tukey para la acidez.....	48
Tabla 27. Comparación de medias de mohos y levaduras por réplica de tratamiento.....	50
Tabla 28. ANVA de mohos y levaduras.....	50
Tabla 29. Prueba de Tukey para mohos y levaduras	51

Tabla 30. Comparación de medias de color por réplicas de tratamiento.....	53
Tabla 31. ANVA del color	53
Tabla 32. Prueba de Tukey para el color	54
Tabla 33. Comparación de medias de olor por réplica de tratamiento	56
Tabla 34. ANVA del olor	56
Tabla 35. Comparación de medias para la textura por réplicas de tratamiento	58
Tabla 36. ANVA de la textura.....	58
Tabla 37. Prueba de Tukey para la textura	59
Tabla 38. Comparación de medias para la aceptabilidad por réplicas de tratamiento.....	61
Tabla 39. ANVA de aceptabilidad	61
Tabla 40. Prueba de Tukey para la aceptabilidad.....	62
Tabla 41. Análisis de humedad	89
Tabla 42. Análisis de proteínas	89
Tabla 43. Análisis de grasas	90
Tabla 44. Análisis de cenizas	90
Tabla 45. Análisis de carbohidratos	91
Tabla 46. Análisis de pH.....	91
Tabla 47. Análisis de acidez.....	92
Tabla 48. Análisis de mohos y levaduras	93
Tabla 49. Análisis del color.....	94
Tabla 50. Análisis del olor	96
Tabla 51. Análisis de textura.....	98
Tabla 52. Análisis de aceptabilidad.....	100

RESUMEN

Se evaluó la influencia de dos métodos de secado en la calidad de la harina obtenida a partir de plátano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca'). Para ello se obtuvo la harina, en la cual se realizó en un secador de bandejas a temperatura de 60°C y velocidad de aire de 3 m/s, luego se realizó mediante liofilizado, en la cual, se congelaron las muestras a una temperatura de -84°C y luego se llevó las muestras al liofilizador. Las muestras fueron molidas, tamizadas y analizadas, sus respectivos resultados fueron procesados aplicándose una estadística inferencial, empleando los estadísticos paramétricos ANVA, realizando la prueba de comparaciones múltiples, la prueba de Tukey al 95% de confianza, utilizando el paquete estadístico software IBM SPSS Statistics 23. El mejor tratamiento es el secado mediante liofilizado, en donde se obtuvo que los parámetros fisicoquímicos son; humedad (5.56%), pH (5.46), acidez (0.06%), cenizas (2.62%), carbohidratos (86.97%), grasas (0.61%) y proteínas (4.24%), en la evaluación sensorial se obtuvo los promedios; color (8 puntos), olor (7 puntos), textura (8 puntos) y aceptabilidad (8 puntos).

Palabras clave: musáceas, deshidratado, aire forzado, liofilización

SUMMARY

The influence of two drying methods on the quality of flour obtained from red plantain (*Musa acuminata* 'Red Dacca') was evaluated. For this, the flour was obtained, in which it was carried out in a tray dryer at a temperature of 60 ° C and an air velocity of 3 m/s, then it was carried out by lyophilization, in which the samples were frozen at a temperature -84°C and then the samples were taken to the lyophilizer. The samples were ground, sieved and analyzed, their separate results were processed by applying a statistical inference, using the ANVA parametric statistics, performing the multiple comparisons test, the Tukey test at 95% confidence, using the IBM SPSS statistical package. Statistics 23. The best treatment is lyophilized drying, where it was obtained that the physicochemical parameters are; humidity (5.56%), pH (5.46), acidity (0.06%), ashes (2.62%), carbohydrates (86.97%), fats (0.61%) and proteins (4 ,24%), in the sensory evaluation the averages were obtained; color (8 points), odor (7 points), texture (8 points) and acceptability (8 points).

Keywords: Banana, dried, flour, forced air, freeze-drying

I. INTRODUCCIÓN

Las musáceas (plátanos), *Musa* spp., son frutas tropicales que se cultivan en el mundo con fines comerciales o de autoconsumo humano (Hernández *et al.*, 2009). Además, existen diversas variedades de plátano, de las cuales la mayoría procede exclusivamente de *Musa acuminata*. Según INFOAGRO (2015) las más importantes son: pisang Jari Buaya, gros Michel, lacatan, Cavendish, manzana, y FHIA 21. Según Pacheco y Delahaye (2005) el plátano *Musa*, Grupo AA, es la cuarta fuente de energía para países en vías de desarrollo después del maíz, el arroz y el trigo; en cuanto al alto contenido de almidón resistente en frutos verdes de banano y plátano, el conocimiento actual de los efectos positivos para la salud del consumo de almidón resistente, ha incrementado el interés de determinar las propiedades físicas, químicas y funcionales de la harina de banano (Madrigal *et al.*, 2007).

El plátano rojo es un subgrupo red que junto al Green Red no son comercialmente importantes, pero son conocidos debido a su amplia difusión. Estas variedades son en realidad clones de jardín o huertos de traspatio cultivados para consumo familiar, y la tasa de cosecha es baja. Red (Rojo) presenta un fruto rojo a partir del cual un clon se ha producido por mutación, Green Red (Rojo verde) de un color verde (Robinson y Victor, 2012). Esta variedad de plátano tiene una piel de color rojo-purpura, los frutos son pequeños, su color interno varía de amarillo a rosa, el sabor es dulce y en ocasiones ligeramente a frambuesa. En América se le conoce como; Banana roja, Tafetan, Guineo morado, Plátano colorado, Plátano rosado, Plátano rojo o Banana roxa; En Europa se le llama: Banana rosa, Banane de Cuba, Figue rose, Banano de color clarete; en inglés se las conoce como Red Dacca o red bananas (De Orbaneja, 2014).

El plátano es utilizado para elaborar una variedad de productos que incluyen: patacones, patacones congelados, mezclas para concentrado animal; hojuelas de plátano, secas y/o fritas y harinas para consumo humano, harina de plátano (Rendon, 2009). La harina está hecha a partir de la pulpa verde o inmaduro que ha sufrido deshidratación sin que afecte a sus componentes (Pacheco *et al.*, 2008).

La producción de harina se considera un proceso que permite obtener productos con mejor vida útil, además elimina la mayor parte del agua de la fruta, reduce la actividad de agua (A_w) y permite el almacenamiento en un lugar adecuado a temperatura ambiente (Madrigal *et al.*, 2007).

En los alimentos el secado es un método de conservación lo cual consiste en disminuir la actividad de agua para reducir su deterioro, que es la principal razón para el uso de técnicas de conservación. Este método es uno de los más rentables para conservar los alimentos, el cual consiste en la remoción de agua a través de la aplicación de calor (Jangam *et al.*, 2010). El secado incluye varios procesos físicos, químicos y sensoriales, estos dependen de su composición y severidad del método de secado. Su forma cambia a menudo; se encoge, cristaliza, despolimeriza y también cambia sus características sensoriales; color, sabor, textura, viscosidad, valor nutritivo y estabilidad en el almacenamiento (Dueñas y Vidal, 2016).

Para la elaboración de harina se realiza un proceso de secado, uno de estos es el secado de bandejas que funciona en régimen intermitente. El equipo se conforma por una cámara de metal rectangular que posee unos soportes móviles encima de los que se apoyan los bastidores. Cada uno de los bastidores contiene un cierto número de bandejas poco profundas las cuales están montadas unas sobre otras con una separación adecuada que se cargan con el material a secar (Fito *et al.*, 2001). Orrego (2008) obtuvo harina por liofilización, el cual es un proceso que se inicia con la congelación del alimento a bajas temperaturas, seguido de la evaporación al vacío, eliminando el agua del alimento por sublimación, concluyendo que al final del proceso de liofilización se obtiene un polvo o sustancia porosa y muy higroscópica.

Melgar (2016) en su investigación evaluó el proceso de producción de harina de plátano (*musa paradisiaca l.*) en la cual, realizando el secado del plátano en un secador de bandejas de flujo transversal para la obtención de harina, a una temperatura de 70 °C, obteniendo: cenizas 3.07%, proteína 3.41%, contenido de grasa 0.24% y una humedad de 10.06%.

Del Aguila y Fernandez (2019) obtuvieron harina a partir de michuche (*Xanthosoma spp.*), realizando el secado en un secador de bandejas a una temperatura de 65°C por un tiempo de 5 horas, obteniendo como resultados: proteína 6.04%, carbohidratos 81.7%, lípidos 5.44%, cenizas 1.7%, fibra 9.5% y humedad 6.88%.

Alza y Aurora (2019) evaluaron el efecto del secado en bandeja, liofilización y secado solar en la capacidad antioxidante de la harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) var. green GLobe y var. imperial star, obteniendo, que la liofilización conserva el 90% de su capacidad antioxidante, mientras que el secado de bandeja y

secado solar conservan el 80% y el 70%, respectivamente; debido a las altas temperaturas (55°C en secador de bandeja y 40°C en promedio en el secador solar) y los tiempos de secado (8 horas para el secado de bandeja, 4 y 5 días para secado solar).

Valiente y Pazos (2014) compararon la calidad de harina de lúcuma (*Pouteria lúcuma*) deshidratada por liofilización y deshidratación por aire caliente, donde evaluaron propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harina deshidratada de lúcuma, con la finalidad de evaluar su variabilidad con respecto a la materia prima. Los resultados obtenidos para el liofilizado fueron: cenizas 2.17%, pH 5.59, contenido de grasa 2.16%; para Aire Caliente: cenizas 2.04%, pH 6.23, contenido de grasa 2.18%; siendo los valores esperados, en cuanto al análisis sensorial se obtuvo una mejor harina deshidratada de Lúcuma con el método de secado por liofilización, con escaldado y $p=3 \text{ kg/m}^2$.

Ortega (2016) realizó la caracterización fisicoquímica y funcional de la harina de banano (*Musa acuminata* AAA), realizado por el secado de bandejas, donde evaluó el contenido de almidón total, amilosa y fibra cruda en las harinas, lo cual obtuvo como resultado 67.48 – 78.21%, 12.82 – 17.98% y 1.15 – 3.50 %, respectivamente, influyendo mucho en las propiedades funcionales de la harina de banano a 80°C.

Montoya *et al.* (2016) estudiaron las características fisicoquímicas de la harina de plátano (*Musa paradisiaca*) dominico hartón con tendencia funcional, obteniendo como resultados un contenido de humedad (8.25%), ceniza (2.65%), proteína (3.01%), grasa (0.18%), fibra cruda (1.73%), carbohidratos (84.18%), valor calórico (350.38kcal/100 g).

Guadalupe (2022) Investigó las propiedades fisicoquímicas y nutricionales del pan de plátano sin gluten elaborado con harina liofilizada y secada en bandejas, y se concluyó que la harina resultante influye significativamente las propiedades físicas del pan y, por lo tanto, determina su calidad. También en términos de color, el pan HBSB mostró más dorado, ya que la harina secada en bandejas era más oscura que la harina liofilizada debido a la exposición al oxígeno y al calor. Por otro lado, la correlación estadística también permitió concluir que a mayores propiedades de hidratación de las HDL, mayor pegajosidad, elasticidad, firmeza y masticabilidad del pan.

La accesibilidad a la materia prima y la importante composición nutricional, hacen que el desarrollo de la investigación se proponga como alternativa para realizar harina a partir de la pulpa de plátano rojo, aportando gran importancia en el mercado comercial y sobre todo incentivar a los agricultores a producir este fruto, permitiendo conocer sus importantes características fisicoquímicas y sensoriales, además darle un mejor aprovechamiento a este fruto y mediante el proceso de secado generando mayor valor agregado

Asimismo, para elaborar harina se puede realizar mediante el secado por bandejas, y también el método de liofilización siempre buscando mantener óptima la calidad nutricional y sensorial. El secado de bandejas es alternativa para el proceso de secado del plátano para elaboración de harina y también existe la liofilización, lo cual es de interés como método de conservación que permite extender la vida útil conservando significativamente las propiedades físicas y físico-químicas asociadas a la calidad.

Por lo tanto se puede asumir que el secado por liofilización mantendrá en mayor medida la calidad de la harina de plátano rojo, ya que no existe un registro de cuanta es la influencia en relación a los tipos de secado, y con esta investigación generar un importante valor en esta variedad de plátano, debido a que esta variedad de plátano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca') es escasamente estudiada.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

Evaluar la influencia de dos métodos de secado en la calidad de la harina obtenida a partir del plátano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca').

2.2. Objetivos específicos.

- Realizar la caracterización fisicoquímica, sensorial y microbiológica de la harina obtenida a partir de plátano rojo por cada tipo de secado
- Evaluar estadísticamente las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de las harinas obtenidas empleando dos métodos de secado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materia prima

El plátano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca') fue recolectado en estado de madurez fisiológica provenientes del distrito de San José de Lourdes, provincia de San Ignacio, región Cajamarca, ubicado a 1 400 m.s.n.m aproximadamente, con un clima tropical y húmedo.

a) Muestra

La muestra recolectada fue de 10 kg de plátano rojo en el Caserío Alto Perú, de la provincia de San Ignacio del año 2022.

b) Muestreo

Las unidades de plátano rojo se recolectaron en óptimas condiciones para la elaboración de harina.

3.2. Laboratorios donde se llevó a cabo la ejecución de la investigación:

- Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Jaén (Jaén)
- Laboratorio de Post-cosecha de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (Chachapoyas)

3.3. Máquinas y equipos, materiales, insumos y reactivos

Maquinas y Equipos

➤ Horno mufla

Marca :Thermconcept
Modelo : KC 16/13
Capacidad : 16 L
Potencia : 2,6 kW
Temperatura : 1300°C
Procedencia : ALEMANIA

➤ Anemómetro digital

Marca : Pyle
Modelo : PMA90
Procedencia : Estados Unidos

- Balanza analítica
 - Marca : OHAUS
 - Modelo : PIONEER PX
 - Capacidad : 82 gr x 0.00001 gr
 - Procedencia : Estados Unidos

- Congeladora
 - Marca : Haier
 - Modelo : DW-86L959BP
 - Rango : -40 °C a -86 °C
 - Procedencia : China

- Liofilizador
 - Marca : Labconco FreeZone
 - Capacidad : 4.5 L
 - Procedencia : México

- pH-metro
 - Marca : Metrhom
 - Modelo : 27 pH
 - Procedencia : España

- Analizador de humedad
 - Marca : Mettler Toledo
 - Modelo : HX204
 - Temperatura : 50°-160°
 - Capacidad : 200g
 - Procedencia : México

- Extractor de grasa Soxhlet
 - Marca : DAIHAN – KR
 - Modelo : VHM-6P
 - Temperatura : °C 450
 - Potencia (W) : 840
 - Capacidad : 6 kg
 - Procedencia : Korea

- Destilador de nitrógeno
 - Marca : TECNAL
 - Modelo : TE-0364-127V
 - Capacidad : 18 mL/minuto
 - Potencia : 1500 Watts
 - Procedencia : Brasil

- Bloque digestor
 - Modelo : Bloc Digest 20
 - Capacidad :20 plazas
 - Temperatura :45-450 °C
 - Procedencia : España
- Cabina de flujo de aire
 - Marca : Telsta
 - Modelo : Aeolus V
 - Velocidad : 0.36 m/s
 - Procedencia: Japón
- Secador de bandejas (prototipo realizado en la Universidad Nacional de Jaen)
- Equipo de cómputo
- Equipo de titulación

Materiales

- Tubo digestor sin graduar de fondo redondo
- Placas petri
- Pipeta de 100 ml
- Pipeta de 10 ml
- Pipeta de 1 ml
- Tubos de ensayo de 10 ml
- Matraz Erlenmeyer (250 ml)
- Tamiz n° 70 de malla 220 micrones
- Bandeja de malla metálica
- Soporte universal
- Balanza analítica
- Cuchillos
- Guantes
- Bolsas de polietileno
- Papel filtro
- Papel filtro libre de nitrógeno
- Papel aluminio
- Papel toalla
- Hilo pabilo

Insumos y reactivos

- Peptone Water Buffered - 500g
- Sabouraud Dextrose Agar
- Éter de petróleo
- Hidróxido de sodio (50 %)
- Ácido sulfúrico
- Catalizador
- Indicador mixto N° 5 para valoraciones de amoniacó
- Ácido bórico al 4 %
- Ácido clorhídrico a 0.25 N
- Peróxido de hidrógeno

3.4. Variables de estudio

3.4.1. Variable independiente

Tipo de secado. Los niveles de variable son:

- Secado por bandeja
- Secado por liofilización

3.4.2. Variable dependiente

Fisicoquímicas

Humedad, proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos, pH y acidez

Sensoriales

Color, olor, textura y aceptabilidad

Microbiológicos

Número de mohos y levaduras

3.5. Métodos

3.5.1. Métodos de análisis de las variables dependientes

3.5.1.1. Evaluación fisicoquímica

- **Humedad:** Se realizó en un analizador de humedad profesional Mettler Toledo la cual tiene capacidad de 200 g.

Fundamento: Se inició creando una carpeta para muestra de harina de plátano, donde se programó un tiempo de 30 minutos y programa de secado estándar, luego se colocó un gramo de muestra, esparcido uniformemente por toda el área y luego se realizó la lectura de la humedad.

- **Proteínas**

Se realizó la determinación de proteínas mediante el método Kjeldahl

Fundamento: Se pesó con precisión 1 g de harina de plátano rojo, se cubrió en papel libre de nitrógeno para ser trasladada al tubo digestor y luego se añadió 6 g de catalizador luego se añadió 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se procedió a la digestión por aproximadamente 2 horas y media; el calentamiento inicial estuvo a 150 °C y luego aumentó gradualmente hasta alcanzar los 450 °C.

Luego se agregó 50 ml de agua destilada. Luego se conectó el tubo al destilador Kjeldahl. Como contenedor de destilado se usó un matraz Erlenmeyer de 250 ml que contenía 50 ml de ácido bórico al 4% con 8 a 10 gotas de indicador mixto. Se añadió con cuidado aproximadamente 45 ml de NaOH al 50 % al frasco destilador y después de recoger 100 ml de destilado se retiró el matraz Erlenmeyer del equipo. Finalmente, mediante la titulación se valoró el amoníaco recogido con disolución de ácido clorhídrico al 0.25 N.

- **Grasas**

Se realizó mediante el método de Soxhlet

Fundamento: Se colocó 5 g de muestra en papel filtro para ser colocada dentro del sifón, seguidamente se añade 100 ml de disolvente (éter de petróleo) para que a través de la sifonada el éter de petróleo baje hacia el balón. Lo que sucede en el equipo es que el disolvente contenido en el matraz alcanza su punto de ebullición

por efecto de la fuente de calor, sube en forma de vapor por el cuello de éste, pasa por el sifón y llega al refrigerante. Aquí, se condensa y regresa al sifón en forma líquida. Al terminar este proceso se retiraron los balones del equipo para realizar la medición del peso.

➤ Cenizas

Se realizó por el método gravimétrico, siguiendo el método de la PRT-701.02-20111.

Fundamento: Se realizó el análisis por triplicado, obteniendo el promedio de las tres mediciones, referente al porcentaje (100 g de muestra inicial). Se secaron los crisoles en la estufa a 100 °C por un tiempo de 30 minutos, con el objetivo de quitar la humedad, luego se pesaron los crisoles seguidamente se colocaron en un desecador para evitar humedecer los crisoles, se pesó 2 g de muestra original de harina de plátano rojo en un crisol previamente pesado.

Seguidamente se pre calcinó previamente la muestra para evitar la inflación en una placa calefactora luego fue llevado a la mufla a incinerar a una temperatura de 500 °C por 8 horas. Al terminar se retiraron los crisoles de la mufla para luego colocarlos en un desecador por unos minutos y efectuar la medición de su peso.

➤ Carbohidratos

Se estimaron por diferencia, como se muestra en la ecuación (1).

$$\% \text{ Carbohidratos totales} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ grasas} + \% \text{ ceniza}) \dots \dots \dots (1)$$

El valor de la fibra se encuentra considerada como parte de los carbohidratos

➤ pH

Se realizó por el método potenciométrico (AOAC 981.12, 2005) según lineamientos de Rojas y Chumacero (2019), la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en la muestra se realizó mediante un equipo medidor de pH previamente calibrado con buffer de pH 4, 7 y 10.

Fundamento: Se pesó 5 g de muestra, se diluyó en 45 ml de agua destilada y finalmente se llevó al potenciómetro.

➤ **Acidez:**

Para la determinación de la acidez se llevó a cabo mediante el método de titulación (AOAC 11.042/84.962.12/90) según los lineamientos de Rojas y Chumacero, (2019). Se utilizó el equipo de titulación, utilizando una solución alcalina estandarizada (NaOH) a 0.1N y un indicador (fenolftaleína).

Fundamento: Se pesó 2 gr de muestra y se disolvió con 100 ml de agua destilada, luego se colocó en un matraz Erlenmeyer y luego se añadió 3 gotas de fenolftaleína y luego se realizó la titulación hasta que la muestra tome un color de rosa pálida, finalmente se tomó lectura del volumen gastado.

3.5.1.2.Evaluación microbiológica.

La muestra de polvo de plátano rojo se contó en una placa con una profundidad de recuento de mohos y levadura según el método descrito por el Organismo Nacional Regulador (DIGESA, 2008)

Procedimiento.

- Para evaluar los mohos y levaduras se esterilizaron la placa y pipeta en la estufa, con una temperatura de 180°C por 2 horas.
- Luego se pesó el agar papa Glucosado y el agar peptona, se mezcló con agua destilada en un matraz Erlenmeyer, y se colocó en la cocina eléctrica hasta que hierva.
- Luego se tapó y se colocó en una autoclave con un paño de algodón durante una hora y luego se enfrió con agua una vez finalizado.
- Se dejó enfriar y se colocó en los tubos de ensayo con la ayuda de pipetas previamente esterilizadas, seguidamente se agregó el caldo peptona a todas las muestras.
- Se pipeteó por triplicado en placas Petri, mediante alícuotas de 1 ml de diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} .

- Se vertió 10 ml de agar papa dextrosa fundido en la placa Petri y acompañado de un mechero para elevar la temperatura, inmediatamente se mezcló el inóculo con el medio fundido, inclinándolo y girando las placas.
- El agar papa dextrosa con las alícuotas se mezclaron realizando movimientos de vaivén y girando las placas.
- Una vez solidificado el agar se invirtió en las placas y se dejó en la incubadora a una temperatura de 30 °C por 5 días.
- Finalmente, las colonias de moho y levadura se cuantificaron mediante recuento en placa.

3.5.1.3. Evaluación sensorial.

Para evaluar el color, olor, textura y aceptabilidad se llevó a cabo con 60 panelistas, los cuales fueron ejecutados en el laboratorio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, teniendo en cuenta la escala hedónica de 1 a 9 puntos, siendo que 1 considera “Me disgusta extremadamente”, 2 “Me disgusta mucho”, 3 “Me disgusta moderadamente”, 4 “Me disgusta levemente”, 5 “No me gusta ni me disgusta”, 6 “Me gusta levemente”, 7 “Me gusta moderadamente”, 8 “Me gusta mucho” y 9 “Me gusta extremadamente”. La muestra se colocó en copas acrílicas, cada panelista identificó el color, olor, textura y aceptabilidad de cada muestra, luego se procedió a llenar la Ficha de Evaluación Sensorial, ver Anexo 1.

3.6. Procedimiento experimental

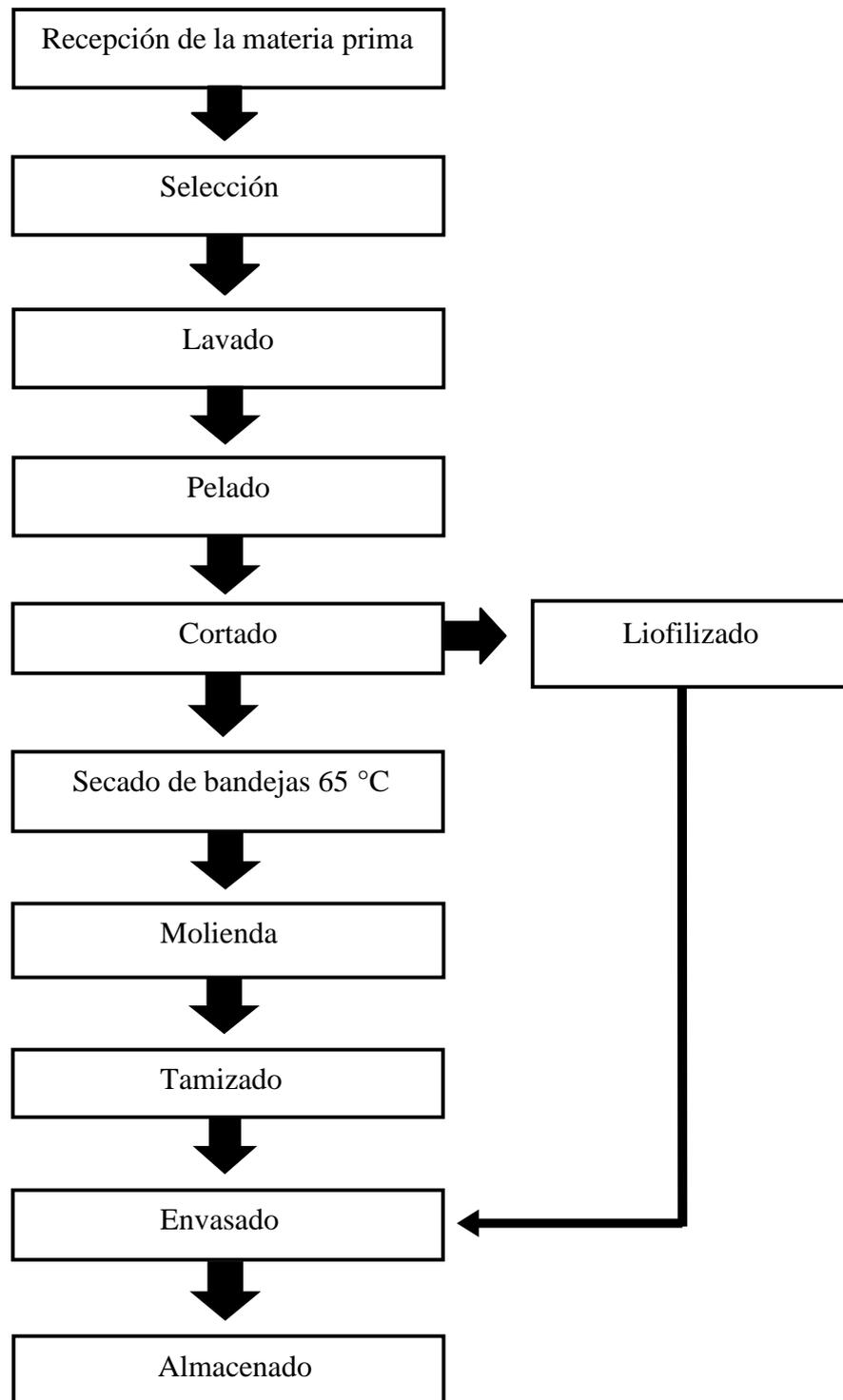
En la Figura 1, se presenta el flujograma para la obtención de la harina bajo los dos métodos de estudio y las operaciones unitarias descritas.

a) Recepción y selección de la materia prima

La materia prima utilizada fue plátano rojo, en estado fresco y en buenas condiciones de conservación, teniendo en cuenta que esté fresco y en buenas condiciones para su proceso, se realizó el descarte de los plátanos que presenten ataque de insectos, hongos, enfermedades y manchas extrañas visibles.

Figura 1

Flujograma de elaboración de harina



b) Lavado y pelado

Se procedió a lavar los plátanos con agua potable para así eliminar impurezas, materias orgánicas y microorganismos presentes. El pelado se hizo manualmente con ayuda de un cuchillo.

c) Cortado del plátano.

Se realizó el pelado con la ayuda de un cuchillo fino para cortar el plátano pelado en trozos pequeños, en forma de rodajas. Este paso fue necesario para facilitar el proceso de secado.

d) Secado

Para el proceso de secado de las rodajas de plátano, se realizó mediante un proceso de secado por bandeja y liofilizado.

Para el secado de aire forzado a través de bandejas se colocaron rodajas de plátano de forma ordenada en las bandejas de malla metálica del secador con flujo de aire caliente. El aire es conducido a la cámara de secado, donde es calentado por una resistencia de 1000 W a una temperatura de operación de 65°C, el sensor de temperatura en la cámara de secado es controlado por una caja de control que permite regular y estabilizar la temperatura. El pesado de cada bandeja se realizó cada 10 minutos hasta que el peso de las muestras no varió (equivalente a peso constante). Este procedimiento se realizó para una velocidad de aire de 3 m/s, ver Anexo 2.

Para el secado mediante liofilización se realizó en un equipo liofilizador de escala de laboratorio, las muestras antes de ser liofilizadas se congelaron en una ultracongeladora a -80°C durante un tiempo de 72 horas, luego fueron trasladadas en una caja térmica con hielo para evitar que se descongelen, con el fin de lograr una mayor eficiencia de liofilización y evitar la oxidación de los bananos, que provoca una mala apariencia del producto final. De esta forma, se reduce el tiempo de trabajo del equipo para extraer el contenido de agua. Luego de ello dentro del equipo liofilizador se programó a una temperatura de -84 °C, por un tiempo de 48 horas aproximadamente, habiéndose terminado el proceso de liofilizado, se llevó al proceso de molienda ver Anexo 3.

e) Molienda

Después de obtener el producto por el método de secado por bandejas se realizó la molienda en un molino artesanal (marca corona, acero inoxidable), y las muestras liofilizadas se realizó la molienda en un molino de bolas (RETSCH MM200).

f) Tamizado

Se realizó el tamizado en un tamiz para separar las partículas sólidas de diferente tamaño.

g) Envasado

Se envasó en bolsas de polietileno de alta densidad, en forma aséptica, al producto; después se realizó los análisis fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos de acuerdo al diseño experimental para determinar la calidad del producto.

h) Almacenado

Se almacenó en envases de vidrio para su posterior uso.

3.7. Diseño experimental

Diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos con 5 réplicas, ver Tabla 1 a cada uno de las réplicas se hicieron los ensayos fisicoquímicos (humedad, pH, acidez, ceniza, carbohidratos, grasas y proteínas), así también los ensayos sensoriales (color, olor, textura y aceptabilidad), así como análisis microbiológicos (mohos y levaduras).

3.8. Análisis de datos

Se utilizó una estadística inferencial, una vez recopilado los datos de las variables dependientes de naturaleza fisicoquímica, sensoriales y microbiológicas, se procedió a evaluar los supuestos para emplear los estadísticos paramétricos ANVA, que nos permitió evaluar las diferencias significativas entre el tipo de secado (secado por bandejas y liofilizado), en donde se determinó que si existe una diferencia significativa, por lo cual se utilizó la prueba de comparaciones múltiples, la prueba de Tukey al 95% de confianza, utilizando el paquete estadístico software IBM SPSS Statistics 23.

Los experimentos se realizaron con 5 repeticiones, ver Tabla 1.

Tabla 1*Diseño experimental de la investigación*

Tipo de secado	Secado de bandejas					Liofilizado				
Réplicas	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
Análisis fisicoquímicos										
Humedad	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
pH	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Acidez	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cenizas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Carbohidratos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Grasas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Proteínas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Análisis microbiológicos										
Mohos y levaduras	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Análisis sensorial										
Color	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Olor	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Textura	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aceptabilidad	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis fisicoquímicos, sensorial y microbiológico del plátano rojo

4.1.1. Análisis fisicoquímico de la fruta del plátano rojo

La Tabla 2, muestra los valores obtenidos en cuanto a la composición química proximal, en la investigación la fibra se encuentra incluida como un tipo de carbohidrato. En cuanto a la acidez y el pH del plátano en estado fresco, se encontró a un valor de 0.14% y 5.75 respectivamente.

Tabla 2.

Análisis químico proximal de la fruta de plátano rojo

Parámetros	%
Humedad	64.88
proteínas	0.63
Grasas	0.60
Cenizas	0.85
Carbohidratos	33.05

4.1.2. Análisis fisicoquímicos de la harina

En el Anexo 4 se muestran las imágenes de elaboración de los análisis fisicoquímicos de la harina. En la Tabla 3 se muestran los resultados promedios de las réplicas para cada uno de los dos tratamientos de secado aplicados. En cuanto al pH y la acidez de la harina de plátano, el secado por aire forzado con bandejas obtuvo 5.61 y 0.07% y el secado por liofilización obtuvo 5.46 y 0.06% respectivamente.

Tabla 3

Análisis químico proximal de la harina de plátano rojo

Tipo de secado	Secado de bandejas	Liofilizado	
Muestra	MB (%)	ML (%)	
Análisis fisicoquímico	Humedad	7.59	5.56
	Proteínas	3.02	4.24
	Grasas	0.50	0.61
	Cenizas	3.64	2.62
	Carbohidratos	85.24	86.97

4.1.3. Análisis sensorial de la harina

En el Anexo 6 se muestran las imágenes de elaboración de los análisis sensoriales de la harina de plátano. En la Tabla 4 se muestran los resultados promedios de los dos tratamientos de secado, así también incluidas las cinco réplicas de cada uno.

Tabla 4

Resultados de los análisis sensoriales de la harina de plátano rojo

Tipo de secado		Secado de bandejas		Liofilizado	
Muestra		MB		ML	
Análisis sensorial	Color	7 puntos		8 puntos	
	Olor	7 puntos		7 puntos	
	Textura	7 puntos		8 puntos	
	Aceptabilidad	7 puntos		8 puntos	

4.1.4. Análisis microbiológico de la harina

En el Anexo 5 se muestran las imágenes de elaboración de los análisis microbiológicos de la harina. En la Tabla 5 se muestran los análisis microbiológicos promedio expresado en logaritmo para cada uno de los dos tratamientos de secado analizados.

Tabla 5

Resultados de los análisis sensoriales de la harina de plátano rojo

Tipo de secado		Secado de bandejas		Liofilizado	
Muestra		MB (ufc/g)	(log)	ML (ufc/g)	(log)
Análisis microbiológicos	Mohos y Levaduras	9.35 x10 ²	2.971	3.88 x10 ²	2.589

4.2. Evaluación estadística de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la harina

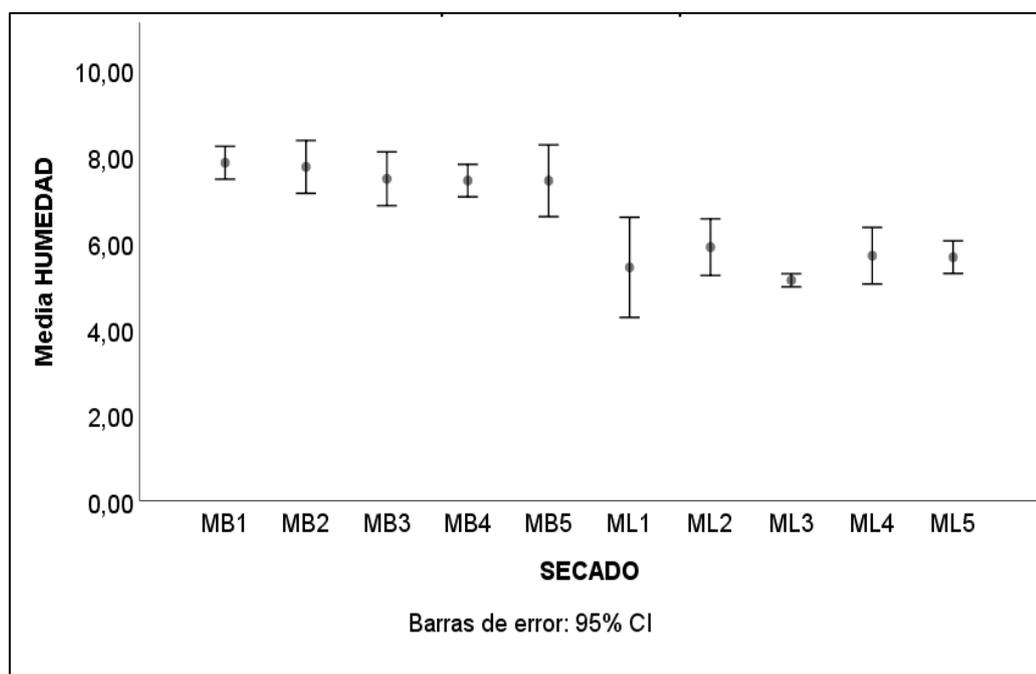
4.2.1. Características fisicoquímicas

4.2.1.1. Evaluación estadística de la humedad entre tratamientos

En la Figura 2 se muestran los valores de humedad de los dos tratamientos según tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que el menor porcentaje de humedad corresponde a las réplicas del tratamiento ML correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5, resultando ser el tratamiento que cuenta mayor estabilidad, permitiendo tener un mayor tiempo de vida al tener menor valor de humedad.

Figura 2

Análisis de humedad en cada tratamiento



En cada una de las réplicas fueron realizada los análisis de humedad por triplicado, ver Tabla 41, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 6, se observa que la comparación de medias de la humedad para cada réplica de tratamiento, que son las correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5

obtuvieron menor porcentaje de humedad a comparación de las MB1, MB2, MB3, MB4, MB5.

Tabla 6

Comparación de medias para la humedad por réplicas de tratamiento

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	3	7.850	0.153	0.088	7.467	8.232	7.68	7.98
MB2	3	7.753	0.247	0.142	7.139	8.367	7.49	7.98
MB3	3	7.476	0.251	0.145	6.851	8.101	7.21	7.71
MB4	3	7.436	0.151	0.087	7.059	7.813	7.30	7.60
MB5	3	7.433	0.335	0.193	6.599	8.267	7.11	7.78
ML1	3	5.420	0.468	0.270	4.255	6.584	4.89	5.78
ML2	3	5.890	0.264	0.152	5.232	6.547	5.69	6.19
ML3	3	5.120	0.060	0.035	4.968	5.271	5.08	5.19
ML4	3	5.690	0.264	0.152	5.032	6.347	5.39	5.89
ML5	3	5.656	0.152	0.088	5.277	6.036	5.49	5.79
Total	30	6.572	1.081	0.197	6.168	6.976	4.89	7.98

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 7 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 7

ANVA de humedad

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	32.559	9	3.618	53.958	0.000
Dentro de grupos	1.341	20	0.067		
Total	33.900	29			

En la Tabla 8 se muestran los resultados de humedad mediante la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los grupos para los dos subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 8*Prueba de Tukey para la humedad*

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD	ML3	3	5.120		
Tukey ^a	ML1	3	5.420	5.420	
	ML5	3	5.656	5.656	
	ML4	3	5.690	5.690	
	ML2	3		5.890	
	MB5	3			7.4333
	MB4	3			7.4367
	MB3	3			7.4767
	MB2	3			7.7533
	MB1	3			7.8500
	Sig.			0.240	0.474

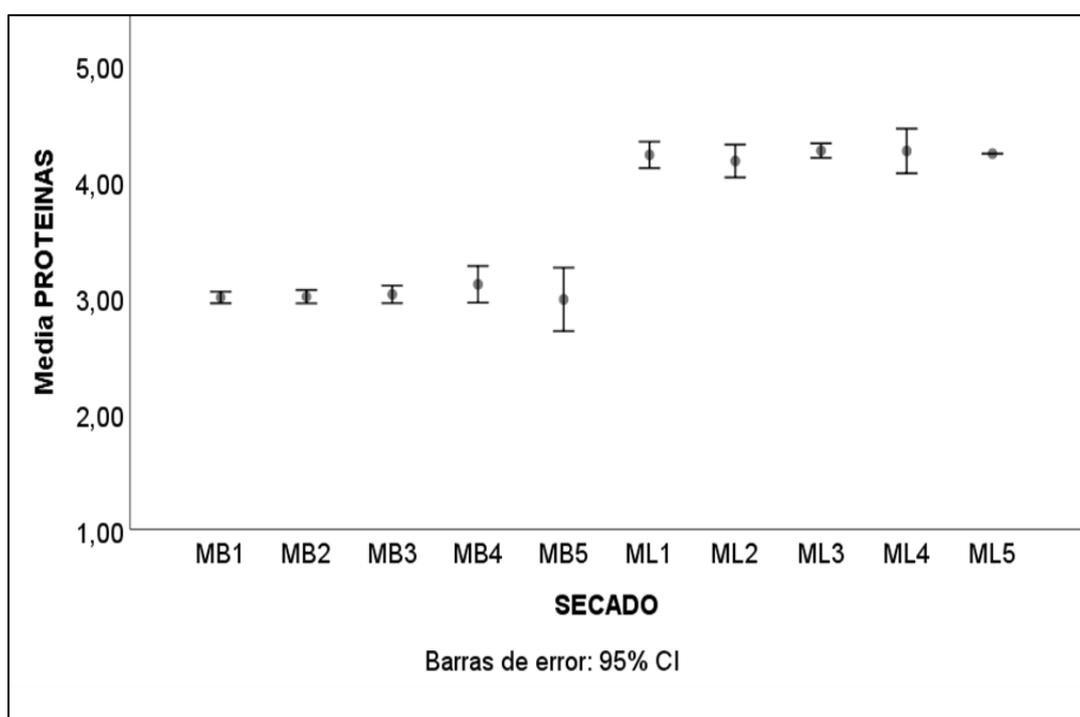
Se observa que las réplicas de los tratamientos determinados por el secado en bandejas que conforman el subgrupo 3, en cuanto a las réplicas del tratamiento secado por liofilización como son más higroscópicas son más sensibles por lo que la estadística ha sido capaz de diferenciar dos subgrupos 1 y 2, por lo que estadísticamente son diferentes las réplicas del secado por bandejas con todas las réplicas de secado por liofilización.

4.2.1.2. Evaluación estadística de la proteína entre tratamientos

En la Figura 3 se muestran los valores de proteína de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que el mayor porcentaje de proteína, corresponde a las réplicas del tratamiento ML correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5, resultando ser el tratamiento que mejor conserva las proteínas.

Figura 3

Análisis de proteína en cada tratamiento



Cada una de las réplicas fueron realizada los análisis de proteína por triplicado, ver Tabla 42, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 9, se observa que la comparación de medias de la proteína para cada réplica de tratamiento, que son las correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5 obtuvieron mayor porcentaje de proteína a comparación de las MB1, MB2, MB3, MB4, MB5.

Tabla 9*Comparación de medias de proteína por réplica de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	3	3.000	0.020	0.011	2.950	3.049	2.980	3.020
MB2	3	3.006	0.023	0.013	2.949	3.064	2.980	3.020
MB3	3	3.026	0.030	0.017	2.950	3.102	3.000	3.060
MB4	3	3.113	0.063	0.036	2.955	3.271	3.040	3.150
MB5	3	2.983	0.110	0.063	2.709	3.257	2.910	3.110
ML1	3	4.230	0.045	0.026	4.116	4.343	4.180	4.270
ML2	3	4.176	0.056	0.032	4.035	4.317	4.130	4.240
ML3	3	4.266	0.025	0.014	4.204	4.329	4.240	4.290
ML4	3	4.263	0.077	0.044	4.070	4.456	4.200	4.350
ML5	3	4.240	0.000	0.000	4.240	4.240	4.240	4.240
Total	30	3.631	0.618	0.113	3.399	3.861	2.910	4.350

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 10 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa.

Tabla 10*ANVA de proteína*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11.016	9	1.224	407.544	0.000
Dentro de grupos	0.060	20	0.003		
Total	11.076	29			

En la Tabla 11 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los grupos para los dos subconjuntos homogéneos formados.

Tabla 11*Prueba de Tukey para las proteínas*

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD	MB5	3	2.983		
Tukey ^a	MB1	3	3.000		
	MB2	3	3.006		
	MB3	3	3.026		
	MB4	3	3.113		
	ML2	3		4.176	
	ML1	3		4.230	
	ML5	3		4.240	
	ML4	3		4.263	
	ML3	3		4.266	
	Sig.			0.168	0.601

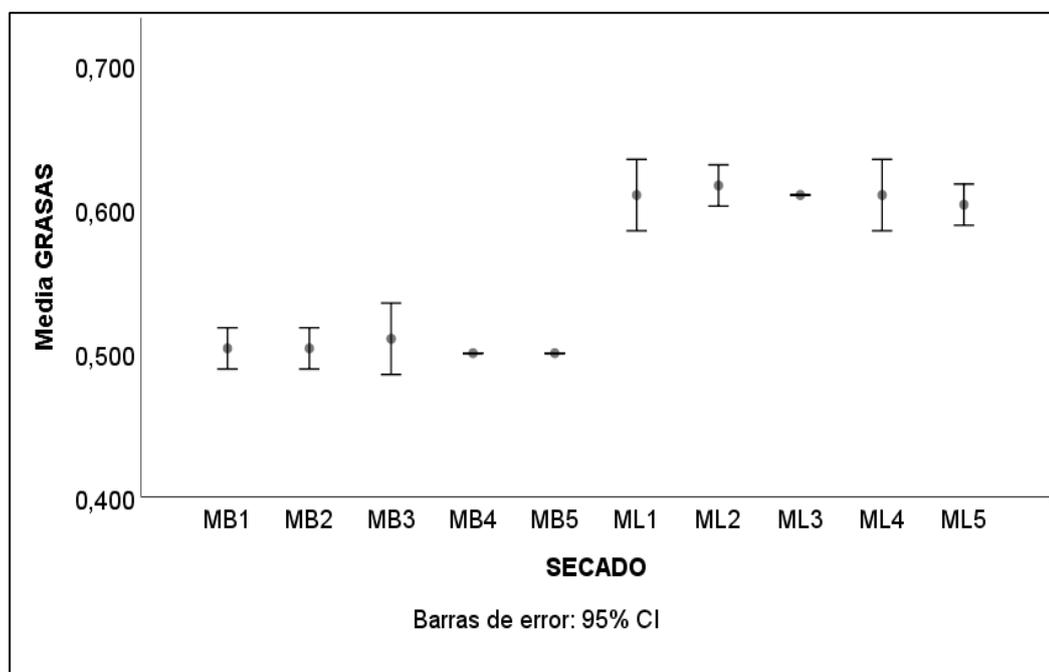
Se observa en la Tabla 11 que todas las réplicas de los tratamientos determinados por el secado en bandejas han conformado el subgrupo 1, en cuanto a las réplicas del tratamiento secado por liofilización están conformado el subgrupo 2, por lo que a través de la prueba Tukey se demuestra la diferencia significativa entre los dos tratamientos con respecto a las proteínas.

4.2.1.3. Evaluación estadística de las grasas entre tratamientos

La figura 4 muestra los valores de grasas de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que el mayor porcentaje de grasas, corresponde a las réplicas del tratamiento ML correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5, resultando ser el tratamiento que mejor conserva las grasas.

Figura 4

Análisis de grasas en cada tratamiento



En cada una de las réplicas fueron realizada sus análisis de grasas por triplicado, ver Tabla 43, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 12, se observa que la comparación de medias de las grasas para cada réplica de tratamiento, que son las correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5 obtuvieron mayor porcentaje de proteína a comparación de las MB1, MB2, MB3, MB4, MB5.

Tabla 12*Comparación de medias de grasas por réplica de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	3	0.503	0.005	0.003	0.489	0.517	0.50	0.51
MB2	3	0.503	0.005	0.003	0.489	0.517	0.50	0.51
MB3	3	0.510	0.010	0.005	0.485	0.534	0.50	0.52
MB4	3	0.500	0.000	0.000	0.500	0.500	0.50	0.50
MB5	3	0.500	0.000	0.000	0.500	0.500	0.50	0.50
ML1	3	0.610	0.010	0.005	0.585	0.634	0.60	0.62
ML2	3	0.616	0.005	0.003	0.602	0.631	0.61	0.62
ML3	3	0.610	0.000	0.000	0.610	0.610	0.61	0.61
ML4	3	0.610	0.010	0.005	0.585	0.634	0.60	0.62
ML5	3	0.603	0.005	0.003	0.589	0.617	0.60	0.61
Total	30	0.556	0.054	0.009	0.536	0.577	0.50	0.62

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 13 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 13*ANVA de grasas*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.086	9	0.010	220.000	0.000
Dentro de grupos	0.001	20	0.000		
Total	0.087	29			

En la Tabla 14 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los grupos para los dos subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 14*Prueba de Tukey para las grasas*

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD	MB4	3	0.500		
Tukey ^a	MB5	3	0.500		
	MB1	3	0.503		
	MB2	3	0.503		
	MB3	3	0.510		
	ML5	3		0.603	
	ML1	3		0.610	
	ML3	3		0.610	
	ML4	3		0.610	
	ML2	3		0.616	
	Sig.			0.693	0.334

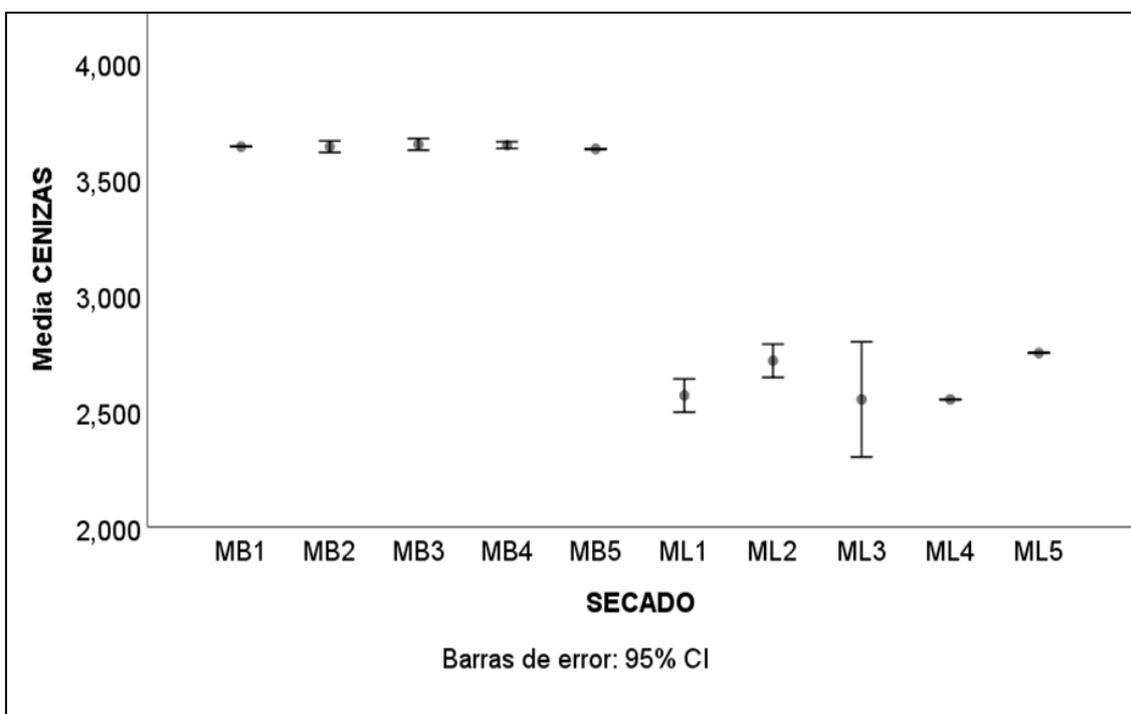
Se observa que las réplicas de los tratamientos diferenciados por el tipo de secado forman dos subgrupos completamente diferenciados en cuanto a su valor de grasas, en donde, las réplicas del secado por bandejas conforman el subgrupo 1 y las réplicas de secado por liofilización están conformando el subgrupo 2.

4.2.1.4. Evaluación estadística de cenizas entre tratamientos

En la Figura 5 se muestran los valores de cenizas de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que el menor porcentaje de cenizas, corresponde a las réplicas del tratamiento ML correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5, resultando ser el tratamiento que más estables son, permitiendo tener un mayor tiempo de vida al tener menor valor de cenizas.

Figura 5

Análisis de cenizas en cada tratamiento



En cada una de las réplicas fueron realizados sus análisis de cenizas por triplicado, ver Tabla 44, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 15, se observa que la comparación de medias de las cenizas para cada réplica de tratamiento, que son las correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5 obtuvieron menor porcentaje de cenizas a comparación de las MB1, MB2, MB3, MB4, MB5.

Tabla 15*Comparación de medias de ceniza por tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	3	3.641	0.001	0.000	3.638	3.644	3.64	3.64
MB2	3	3.642	0.006	0.003	3.625	3.658	3.63	3.64
MB3	3	3.649	0.009	0.005	3.625	3.673	3.64	3.66
MB4	3	3.644	0.003	0.002	3.635	3.652	3.64	3.64
ML5	3	3.632	0.003	0.002	3.623	3.640	3.62	3.63
ML6	3	2.566	0.028	0.016	2.494	2.638	2.55	2.60
ML7	3	2.716	0.028	0.016	2.644	2.788	2.70	2.75
ML8	3	2.550	0.100	0.057	2.301	2.798	2.45	2.65
ML9	3	2.550	0.000	0.000	2.550	2.550	2.55	2.55
ML10	3	2.750	0.000	0.000	2.750	2.750	2.75	2.75
Total	30	3.134	0.520	0.095	2.939	3.328	2.45	3.66

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 16 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 16*ANVA de cenizas*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7.846	9	0.872	737.046	0.000
Dentro de grupos	0.024	20	0.001		
Total	7.870	29			

En la Tabla 17 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los grupos para los dos subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 17*Prueba de Tukey para la ceniza*

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD	ML3	3	2.550		
Tukey ^a	ML4	3	2.550		
	ML1	3	2.566		
	ML2	3		2,716	
	ML5	3		2,750	
	MB5	3			3,632
	MB1	3			3,641
	MB2	3			3,642
	MB4	3			3,644
	MB3	3			3,649
	Sig.			1,000	0,966

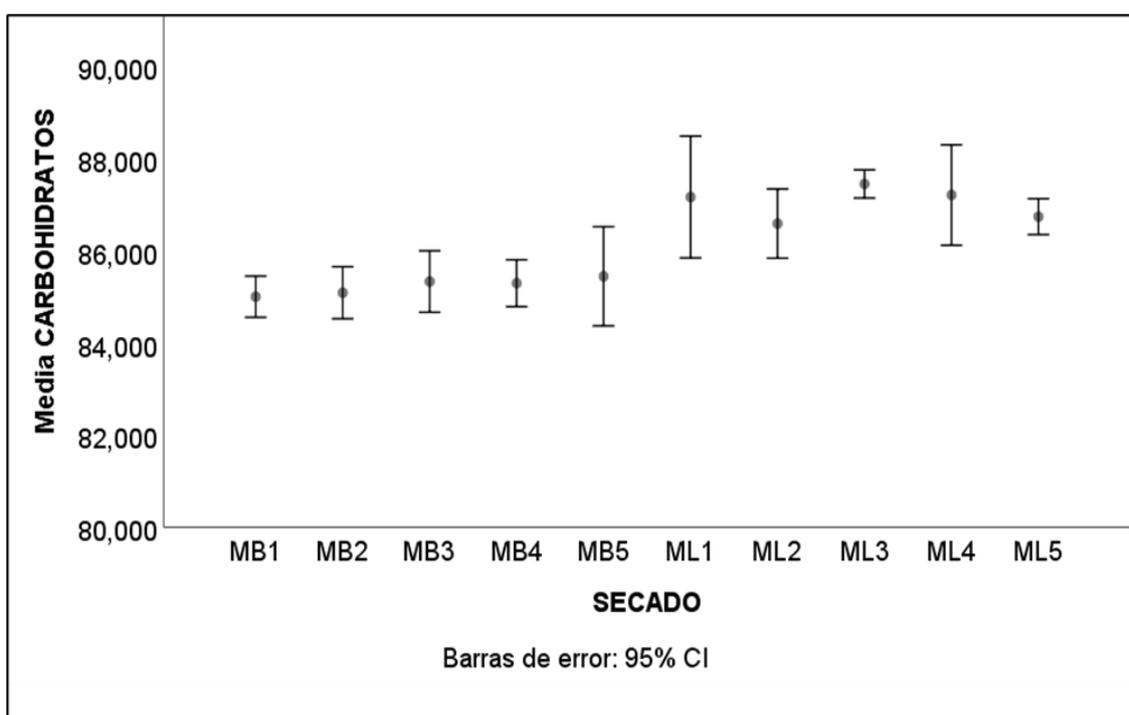
En la Tabla 17 se observa en el subgrupo 3 que todas las réplicas del tipo de tratamiento secado por bandejas conforman un subgrupo estadísticamente independiente, en cambio las réplicas del secado por liofilización con valores próximos, la prueba de Tukey los ha diferenciado estadísticamente, por lo que están conformando un solo subgrupo independiente a las réplicas del otro tratamiento.

4.2.1.5. Evaluación estadística de los carbohidratos entre tratamientos

En la Figura 6 se muestran los valores de carbohidratos de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que el mayor porcentaje de proteína, corresponde a las réplicas del tratamiento ML correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5, resultando ser el tratamiento que mejor conserva las proteínas.

Figura 6

Análisis de carbohidratos en cada tratamiento



En cada una de las réplicas fueron realizada sus análisis de carbohidratos por triplicado, ver Tabla 45, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 18, se observa que la comparación de medias de los carbohidratos para cada réplica de tratamiento, que son las correspondientes a ML1, ML2, ML3, ML4, ML5 obtuvieron mayor porcentaje de carbohidratos a comparación de las MB1, MB2, MB3, MB4, MB5.

Tabla 18*Comparación de medias de carbohidratos por réplicas de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	3	85.043	0.144	0.083	84.684	85.401	84.96	85.21
MB2	3	85.096	0.227	0.131	84.532	85.661	84.89	85.34
MB3	3	85.340	0.269	0.155	84.671	86.008	85.12	85.64
MB4	3	85.303	0.205	0.118	84.794	85.812	85.10	85.51
MB5	3	85.453	0.433	0.250	84.375	86.531	84.99	85.85
ML1	3	87.176	0.532	0.307	85.853	88.499	86.74	87.77
ML2	3	86.600	0.303	0.175	85.846	87.353	86.25	86.78
ML3	3	87.460	0.122	0.070	87.154	87.765	87.37	87.60
ML4	3	86.886	0.191	0.110	86.411	87.362	86.71	87.09
ML5	3	86.750	0.157	0.090	86.359	87.140	86.61	86.92
Total	30	86.111	0.943	0.172	85.758	86.463	84.89	87.77

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 19 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa.

Tabla 19*ANVA de carbohidratos*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	24.158	9	2.684	32.453	0.000
Dentro de grupos	1.654	20	0.083		
Total	25.812	29			

En la Tabla 20 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los grupos para los tres subconjuntos homogéneos formados.

Tabla 20

Prueba de Tukey para los carbohidratos

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
HSD	MB1	3	85.043			
Tukey ^a	MB2	3	85.096			
	MB4	3	85.303			
	MB3	3	85.340			
	MB5	3	85.453			
	ML2	3		86.600		
	ML5	3		86.750	86.750	
	ML4	3		86.886	86.886	
	ML1	3		87.176	87.176	
	ML3	3			87.460	
		Sig.		0.759	0.347	0.136

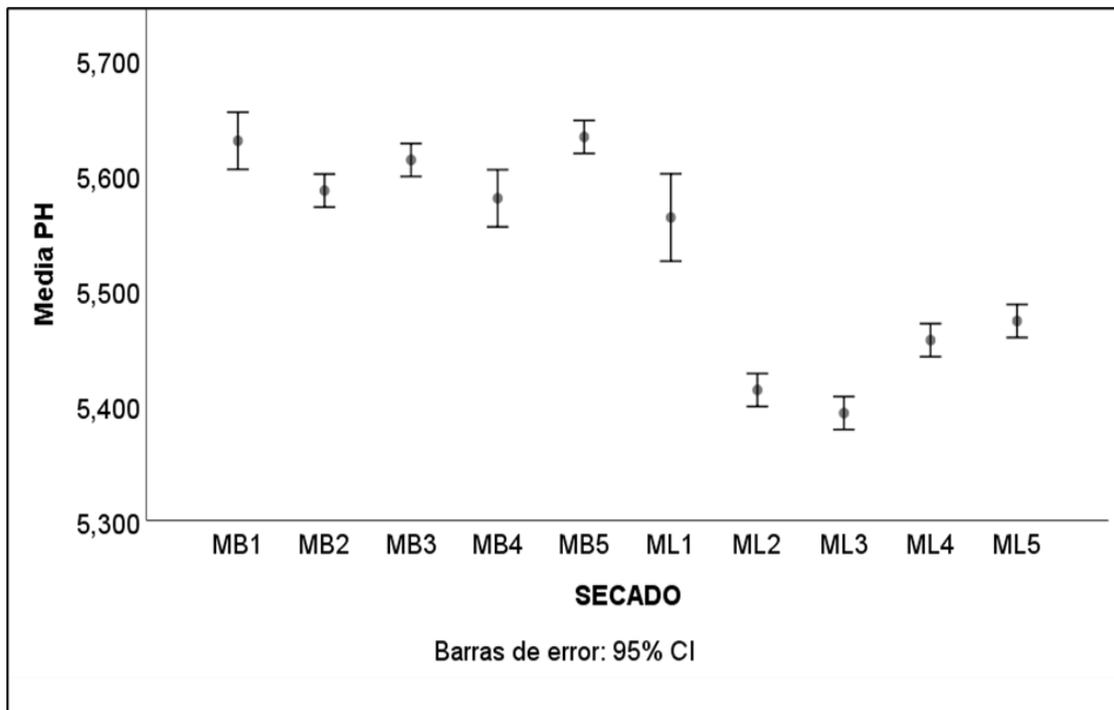
Se observa en la Tabla 20 que en las réplicas del plátano secado bajo liofilización hay dos subgrupos, en las cuales hay diferencias estadísticas entre ML2 y ML3, pero aun así todas las réplicas del tratamiento con liofilizado no son parte del subgrupo del secado por bandejas, por lo que los tratamientos correspondientes a ambos métodos de secado tienen diferencias significativas en cuanto al valor de los carbohidratos.

4.2.1.6. Evaluación estadística del pH entre cada tratamiento

En la Figura 7 se muestran los valores de pH de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Seis puntos con los mayores valores de pH, las que corresponden a las réplicas de secado por bandeja y una de liofilización.

Figura 7

Análisis del pH para cada uno de los tratamientos



Cada una de las réplicas fueron realizadas los análisis de pH por triplicado, ver Tabla 46, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 21, se observa la estadística inferencial de cada una de las réplicas.

Tabla 21*Comparación de medias de pH por réplicas de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	3	5.630	0.010	0.005	5.605	5.654	5.62	5.64
MB2	3	5.586	0.005	0.003	5.572	5.601	5.58	5.59
MB3	3	5.613	0.005	0.003	5.599	5.627	5.61	5.62
MB4	3	5.580	0.010	0.005	5.555	5.604	5.57	5.59
MB5	3	5.633	0.005	0.003	5.619	5.647	5.63	5.64
ML6	3	5.563	0.015	0.008	5.525	5.601	5.55	5.58
ML7	3	5.413	0.005	0.003	5.399	5.427	5.41	5.42
ML8	3	5.393	0.006	0.003	5.379	5.407	5.39	5.40
ML9	3	5.456	0.005	0.003	5.442	5.471	5.45	5.46
ML10	3	5.473	0.005	0.003	5.459	5.487	5.47	5.48
Total	30	5.534	0.088	0.016	5.501	5.567	5.39	5.64

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 22 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 22*ANVA de pH*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.225	9	0.025	375.672	0.000
Dentro de grupos	0.001	20	0.000		
Total	0.227	29			

En la Tabla 23 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los grupos para los cuatro subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 23

Prueba de Tukey para el pH

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
HSD	ML3	3	5.393			
Tukey ^a	ML2	3	5.413			
	ML4	3		5.456		
	ML5	3		5.473		
	ML1	3			5.563	
	MB4	3			5.580	
	MB2	3			5.586	
	MB3	3				5.613
	MB1	3				5.630
	MB5	3				5.633
	Sig.			0.142	0.325	0.054

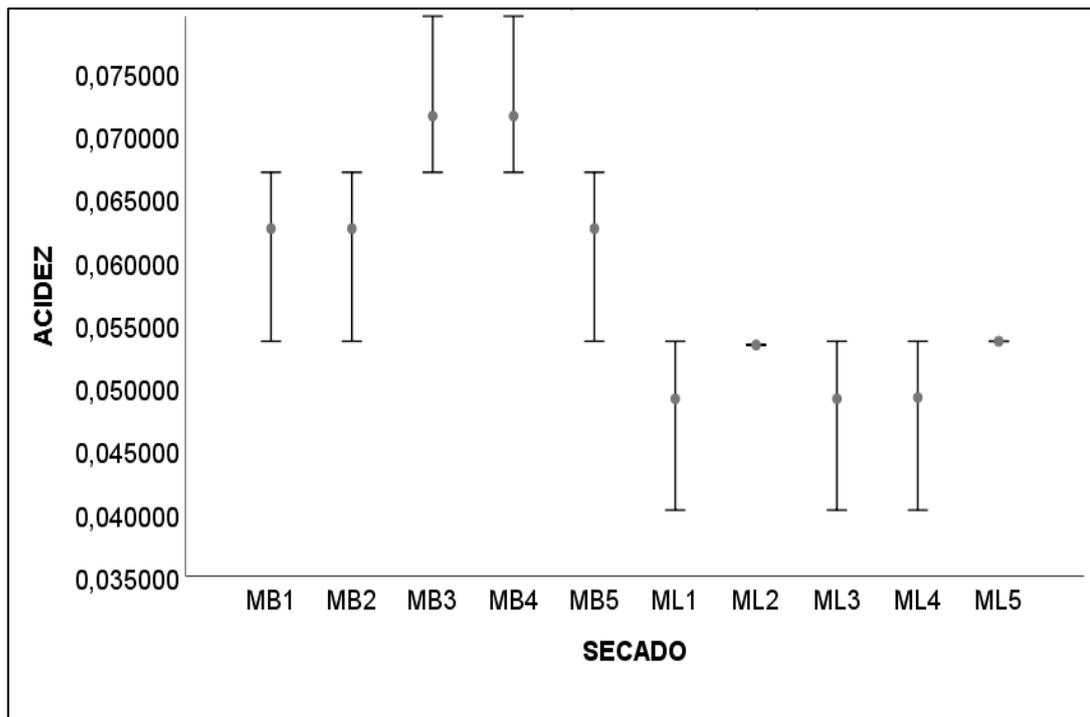
Se observa que las réplicas de los tratamientos, se han formado cuatro subgrupos, los dos primeros que comprenden para muestras liofilizadas (subgrupo 1: ML3 y ML2, subgrupo 2: ML4 y ML5), en el subgrupo 3 hay un réplica de liofilizado (ML1) que tiene equivalencia estadística con dos réplicas (MB4 y MB2) del tratamiento secado por bandejas; así finalmente hay un subgrupo 4 que comprende tres réplicas de secado por bandejas (MB3, MB1 y MB5); por lo que se puede deducir que la mayoría de las réplicas de secado por liofilización (ML3, ML2, ML4 y ML5) son diferentes estadísticamente a las réplicas del secado por bandejas, pudiendo interpretarse como en un 80% de diferentes en cuanto al pH.

4.2.1.7. Evaluación estadística de la acidez entre cada tratamiento

En la Figura 8 se muestran los valores de acidez de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que los cinco primeros puntos correspondientes al secado por bandeja presentan mayores valores de acidez.

Figura 8

Análisis de acidez para cada uno de sus tratamientos



En cada una de las réplicas fueron realizados los análisis de acidez por triplicado, ver Tabla 47, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 24, se observa la estadística inferencial de cada una de las réplicas.

Tabla 24*Comparación de medias para la acidez por réplica de tratamiento*

	N	Media	Desviación Estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	3	0.062	0.007	0.004	0.043	0.081	0.05	0.06
MB2	3	0.062	0.007	0.004	0.043	0.081	0.05	0.06
MB3	3	0.071	0.007	0.004	0.052	0.090	0.06	0.08
MB4	3	0.071	0.007	0.004	0.052	0.090	0.06	0.08
MB5	3	0.062	0.007	0.004	0.043	0.081	0.05	0.06
ML1	3	0.049	0.007	0.004	0.030	0.068	0.04	0.05
ML2	3	0.053	0.000	0.000	0.053	0.053	0.05	0.05
ML3	3	0.049	0.007	0.004	0.030	0.068	0.04	0.05
ML4	3	0.049	0.007	0.004	0.029	0.068	0.04	0.05
ML5	3	0.053	0.000	0.000	0.053	0.053	0.05	0.05
Total	30	0.058	0.010	0.001	0.054	0.062	0.04	0.08

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 25 que, para un valor de significancia de 0.001, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 25*ANVA de acidez*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.002	9	0.000	4.921	0.001
Dentro de grupos	0.001	20	0.000		
Total	0.003	29			

En la Tabla 26 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los dos subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 26

Prueba de Tukey para la acidez

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD	ML1	3	0.049	
Tukey ^a	ML3	3	0.049	
	ML4	3	0.049	
	ML2	3	0.053	0.053
	ML5	3	0.053	0.053
	MB1	3	0.062	0.062
	MB2	3	0.062	0.062
	MB5	3	0.062	0.062
	MB3	3		0.071
	MB4	3		0.071
	Sig.			0.377

Se observa que las réplicas de los tratamientos, que forman dos subgrupos, al menos dos réplicas del secado por liofilización (ML2 y ML5), así como tres réplicas del secado por bandejas (MB1, MB2 y MB5), pueden formar parte de cualquiera de los dos subgrupos formados, dado que las 5 muestras representan el 50% de las réplicas, un 50% de posibilidad de diferencias entre ellas. Se podría afirmar también que hay la misma posibilidad para mencionar que las réplicas son iguales o diferentes con respecto a la acidez.

4.2.2. Evaluación estadística de los análisis microbiológicos de la harina de plátano

4.2.2.1. Evaluación estadística de mohos y levaduras

En la Figura 9 se muestran los valores logarítmicos de mohos y levaduras de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que los cinco primeros puntos correspondientes al secado por bandeja presentan mayores valores de mohos y levaduras.

Cada una de las réplicas fueron realizadas los análisis de mohos y levaduras por triplicado, ver Tabla 48, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 27 y la estadística inferencial de cada una de las réplicas.

Figura 9

Análisis de mohos y levaduras para cada uno de los tratamientos

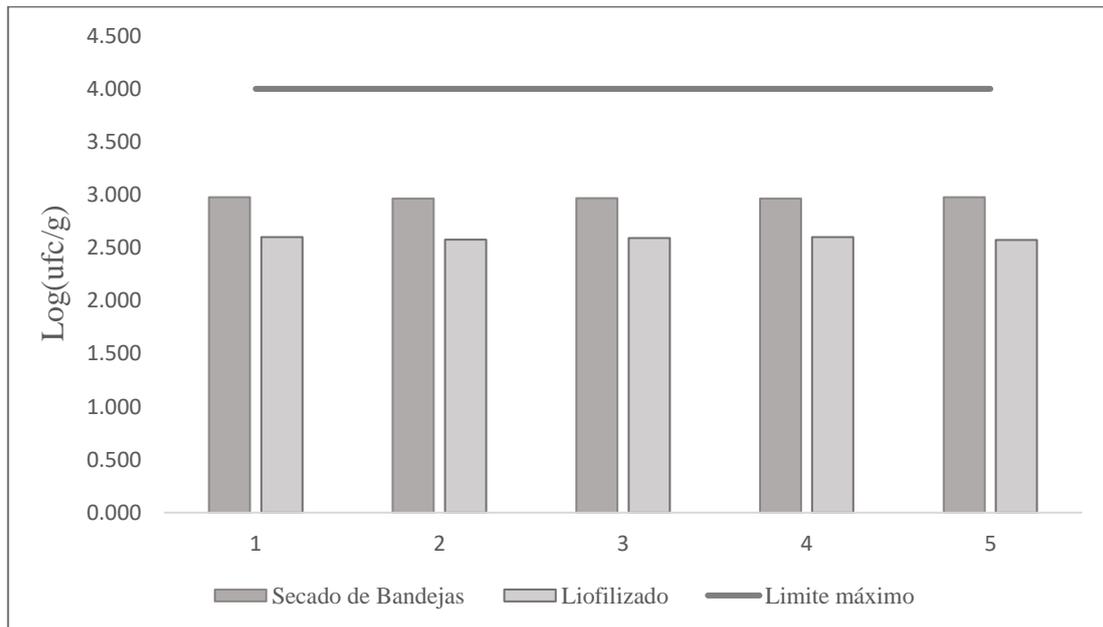


Tabla 27*Comparación de medias de mohos y levaduras por réplica de tratamiento*

	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
MB1	2,9767	0.020	0.012	2.925	3.028	2.96	3.00
MB2	2,9667	0.037	0.021	2.872	3.060	2.94	3.01
MB3	2,9700	0.043	0.025	2.861	3.078	2.94	3.02
MB4	2,9667	0.028	0.016	2.895	3.038	2.95	3.00
MB5	2,9767	0.037	0.021	2.882	3.070	2.95	3.02
ML1	2,6000	0.020	0.011	2.550	2.649	2.58	2.62
ML2	2,5767	0.028	0.016	2.505	2.648	2.56	2.61
ML3	2,5933	0.055	0.031	2.456	2.730	2.54	2.65
ML4	2,6000	0.030	0.017	2.525	2.674	2.57	2.63
ML5	2,5733	0.015	0.008	2.535	2.611	2.56	2.59
Total	2,7800	0.196	0.035	2.706	2.853	2.54	3.02

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 28 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 28*ANVA de mohos y levaduras*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.101	9	0.122	106.952	0.000
Dentro de grupos	0.023	20	0.001		
Total	1.123	29			

En la Tabla 29 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los dos subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 29

Prueba de Tukey para mohos y levaduras

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD	ML5	3	2.573	
Tukey ^a	ML2	3	2.576	
	ML3	3	2.593	
	ML4	3	2.600	
	ML1	3	2.600	
	MB2	3		2.966
	MB4	3		2.966
	MB3	3		2.970
	MB1	3		2.976
	MB5	3		2.976
		Sig.		0.991

Se observa en la Tabla 29 que las réplicas de los tratamientos diferenciados por el tipo de secado forman dos subgrupos completamente diferenciados en cuanto a su valor de mohos y levaduras, en donde, las réplicas del liofilizado conforman el subgrupo 1 y las réplicas de secado de bandejas están conformando el subgrupo 2, por lo que a través de la prueba Tukey se demuestra la diferencia significativa entre los dos tratamientos con respecto a las mohos y levaduras.

4.2.3. Características sensoriales

A continuación, la interpretación de cada uno de los atributos sensoriales evaluados

4.2.3.1. Evaluación estadística del color entre cada tratamiento

En la Figura 10 se muestran los valores de color de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que los cinco primeros puntos correspondientes al secado por bandeja presentan menores valores con respecto al olor.

Cada una de las réplicas fueron realizadas los análisis de color sensorial por 60 panelistas consumidores, ver Tabla 49 cuyos valores medios se muestran en la Tabla 30, la estadística inferencial de cada una de las réplicas.

Figura 10

Evaluación del color para cada uno de sus tratamientos

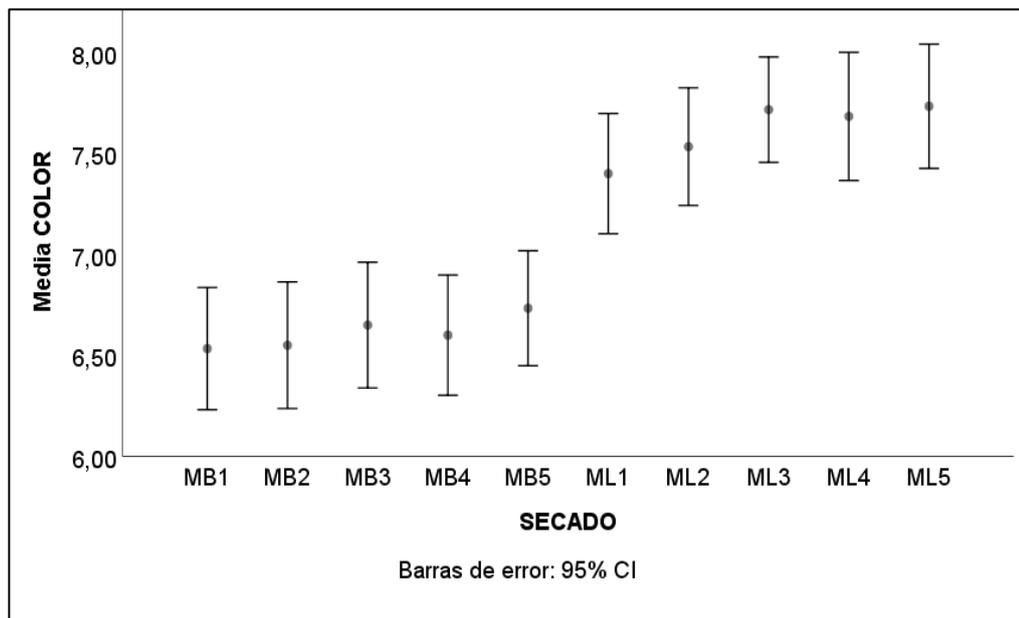


Tabla 30*Comparación de medias de color por réplicas de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	60	6.533	1.171	0.151	6.230	6.835	2.00	9.00
MB2	60	6.550	1.213	0.156	6.236	6.863	3.00	8.00
MB3	60	6.650	1.204	0.155	6.338	6.961	3.00	9.00
MB4	60	6.600	1.152	0.148	6.302	6.897	4.00	9.00
MB5	60	6.733	1.102	0.142	6.448	7.018	4.00	9.00
ML1	60	7.400	1.152	0.148	7.102	7.697	3.00	9.00
ML2	60	7.533	1.126	0.145	7.242	7.824	4.00	9.00
ML3	60	7.716	1.009	0.130	7.455	7.977	4.00	9.00
ML4	60	7.683	1.228	0.158	7.366	8.000	3.00	9.00
ML5	60	7.733	1.191	0.153	7.425	8.041	3.00	9.00
Total	600	7.113	1.256	0.051	7.012	7.214	2.00	9.00

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 31 que, para un valor de significancia de 0.001, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 31*ANVA del color*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	156.493	9	17.388	12.989	0.000
Dentro de grupos	789.800	590	1.339		
Total	946.293	599			

En la Tabla 32 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los tres subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 32

Prueba de Tukey para el color

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD	MB1	60	6.533		
Tukey ^a	MB2	60	6.550		
	MB4	60	6.600		
	MB3	60	6.650		
	MB5	60	6.733	6.733	
	ML1	60		7.400	7.400
	ML2	60			7.533
	ML4	60			7.683
	ML3	60			7.716
	ML5	60			7.733
	Sig.			0.995	0.053

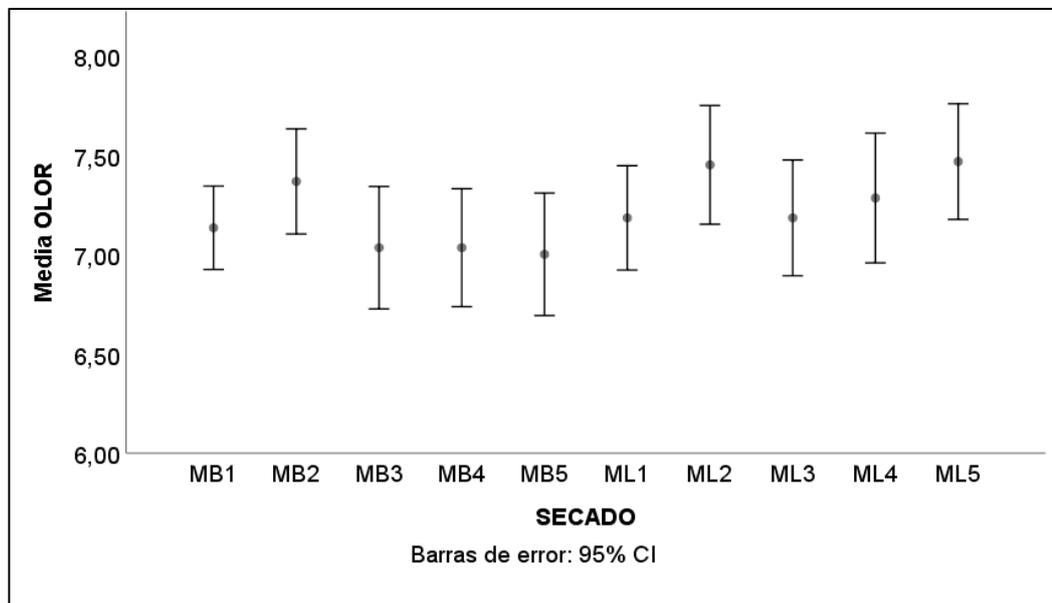
Se observa que el subgrupo 1 conformado por todas las réplicas del secado por bandeja (MB1, MB2, MB4, MB3 y MB5) con un valor de significancia de 0.995 tiene un alto grado de asociación, así como el subgrupo 3 (ML1, ML2, ML4, ML3 y ML5) con un valor de significancia de 0.858 que comprende a todas las réplicas del secado por 45 liofilización, en cambio el subgrupo 2 tiene un valor de significancia muy bajo de 0.053 por tanto no relevante. Se puede considerar que todas las réplicas de cada uno de los tratamientos confirman la diferencia en cuanto al color reconocida por 60 panelistas, siendo que las réplicas de secado por liofilización tienen valores del color más altos de preferencia.

4.2.3.2. Evaluación estadística Análisis del olor entre cada tratamiento

En la Figura 11 se muestran los valores de olor de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que los cinco primeros puntos correspondientes al secado por bandeja presentan mayores valores de olor.

Figura 11

Evaluación del olor para cada uno de los tratamientos



Cada una de las réplicas fueron realizadas los análisis de olor por 60 personas, ver Tabla 50, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 33, la estadística inferencial de cada una de las réplicas.

Tabla 33*Comparación de medias de olor por réplica de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	60	7.133	0.812	0.104	6.923	7.343	5.00	9.00
MB2	60	7.366	1.024	0.132	7.102	7.631	4.00	9.00
MB3	60	7.033	1.192	0.153	6.725	7.341	4.00	9.00
MB4	60	7.033	1.149	0.148	6.736	7.330	4.00	9.00
MB5	60	7.000	1.193	0.154	6.691	7.308	4.00	9.00
ML1	60	7.183	1.016	0.131	6.920	7.446	5.00	9.00
ML2	60	7.450	1.156	0.149	7.151	7.748	5.00	9.00
ML3	60	7.183	1.127	0.145	6.892	7.474	5.00	9.00
ML4	60	7.283	1.263	0.163	6.956	7.609	4.00	9.00
ML5	60	7.466	1.126	0.145	7.175	7.757	5.00	9.00
Total	600	7.213	1.116	0.045	7.123	7.302	4.00	9.00

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 34 que, para un valor de significancia de 0.168, que se encuentra por encima del límite de confianza de 0.05, concluyendo que no existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas, no siendo necesario realizar la prueba de Tukey.

Tabla 34*ANVA del olor*

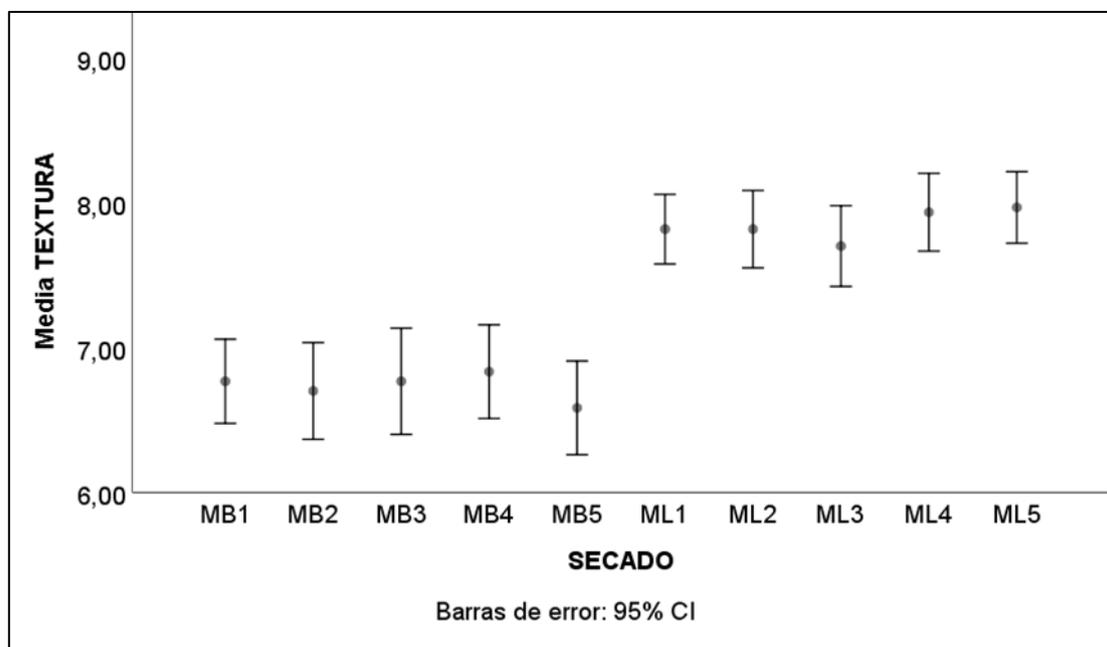
	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	16.027	9	1.781	1.438	0.168
Dentro de grupos	730.667	590	1.238		
Total	746.693	599			

4.2.3.3. Evaluación estadística de la textura entre cada tratamiento

En la Figura 12 se muestran los valores de textura de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que los cinco primeros puntos correspondientes al secado por bandeja presentan menores puntajes en cuanto a la textura.

Figura 12

Evaluación de la textura para cada uno de los tratamientos



Cada una de las réplicas fueron realizadas los análisis de textura por sesenta personas, ver Tabla 51, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 35, se observa la estadística inferencial de cada una de las réplicas.

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 36 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que sí existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 35*Comparación de medias para la textura por réplicas de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	60	6.766	1.125	0.145	6.475	7.057	4.00	9.00
MB2	60	6.700	1.292	0.166	6.366	7.034	4.00	9.00
MB3	60	6.766	1.418	0.183	6.400	7.133	3.00	9.00
MB4	60	6.833	1.250	0.161	6.510	7.156	3.00	9.00
MB5	60	6.583	1.252	0.161	6.259	6.906	3.00	9.00
ML1	60	7.816	0.929	0.120	7.576	8.056	6.00	9.00
ML2	60	7.816	1.033	0.133	7.549	8.083	5.00	9.00
ML3	60	7.700	1.078	0.139	7.421	7.978	5.00	9.00
ML4	60	7.933	1.039	0.134	7.664	8.201	5.00	9.00
ML5	60	7.966	0.956	0.123	7.719	8.213	5.00	9.00
Total	600	7.288	1.271	0.051	7.186	7.390	3.00	9.00

Tabla 36*ANVA de la textura*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	191.902	9	21.322	16.186	0.000
Dentro de grupos	777.217	590	1.317		
Total	969.118	599			

En la Tabla 37 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los dos subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 37

Prueba de Tukey para la textura

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD	MB5	60	6.583	
Tukey ^a	MB2	60	6.700	
	MB1	60	6.766	
	MB3	60	6.766	
	MB4	60	6.833	
	ML3	60		7.700
	ML1	60		7.816
	ML2	60		7.816
	ML4	60		7.933
	ML5	60		7.966
	Sig.			0.973

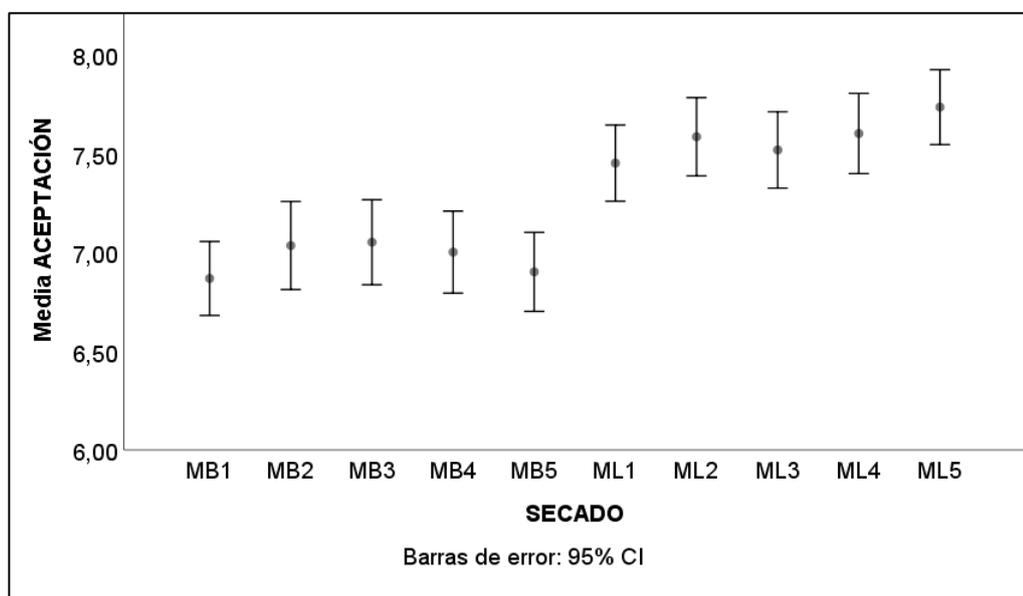
Se observa que existen dos subgrupos diferenciados con altos valores de significancia, el primer subgrupo corresponde a todas las réplicas del secado por bandejas (MB5, MB2, MB1, MB3 Y MB4) con un valor de significancia de 0.973, y el segundo subgrupo corresponde a todas las réplicas del secado por liofilización (ML3, ML1, ML2, ML4 y ML5) con un alto valor de significancia de 0.959; es decir con respecto a la textura los tratamientos son muy diferenciados.

4.2.3.4. Evaluación estadística de aceptabilidad de cada tratamiento

En la Figura 13 se muestran los valores de aceptabilidad de los dos tipos de secado realizados, secado por bandejas (MB) y secado por liofilizado (ML); para cada tipo de secado se realizaron 5 réplicas, es por ello que la gráfica muestra diez puntos. Se aprecia que los cinco primeros puntos correspondientes al secado por bandeja presentan menores valores de aceptabilidad.

Figura 13

Análisis de aceptabilidad para cada uno de los tratamientos



Cada una de las réplicas fueron realizadas los análisis de aceptabilidad por 60 consumidores, ver Tabla 52, cuyos valores medios se muestran en la Tabla 38, se observa la estadística inferencial de cada una de las réplicas.

En cuanto a la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las cinco réplicas de cada uno de los dos tratamientos, se muestra en la Tabla 39 que, para un valor de significancia de 0.000, que se encuentra debajo del límite de confianza de 0.05, concluyendo que sí existe diferencia significativa entre los valores de todas las réplicas.

Tabla 38*Comparación de medias para la aceptabilidad por réplicas de tratamiento*

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MB1	60	6.866	0.724	0.093	6.679	7.053	6.00	8.00
MB2	60	7.033	0.862	0.111	6.810	7.256	5.00	8.00
MB3	60	7.050	0.832	0.107	6.835	7.265	5.00	9.00
MB4	60	7.000	0.802	0.103	6.792	7.207	5.00	8.00
MB5	60	6.900	0.774	0.100	6.699	7.100	5.00	9.00
ML1	60	7.450	0.746	0.096	7.257	7.642	6.00	9.00
ML2	60	7.583	0.765	0.098	7.385	7.781	5.00	9.00
ML3	60	7.516	0.747	0.096	7.323	7.709	6.00	9.00
ML4	60	7.600	0.785	0.101	7.397	7.802	5.00	9.00
ML5	60	7.733	0.733	0.094	7.543	7.922	5.00	9.00
Total	600	7.273	0.834	0.034	7.206	7.340	5.00	9.00

Tabla 39*ANVA de aceptabilidad*

	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	59.507	9	6.612	10.907	0.000
Dentro de grupos	357.667	590	0.606		
Total	417.173	599			

En la Tabla 40 se muestran los resultados de la prueba de Tukey en la que se observan ordenados de menor a mayor los tres subconjuntos homogéneos formados que han sido determinados.

Tabla 40*Prueba de Tukey para la aceptabilidad***Tabla 40.** *Prueba de Tukey para la aceptabilidad*

Réplicas de secado		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD	MB1	60	6.866		
Tukey ^a	MB5	60	6.900		
	MB4	60	7.000	7.000	
	MB2	60	7.033	7.033	
	MB3	60	7.050	7.050	
	ML1	60		7.450	7.450
	ML3	60			7.516
	ML2	60			7.583
	ML4	60			7.600
	ML5	60			7.733
	Sig.			0.956	0.052

Se observa en la Tabla 40 que el subgrupo 1 conformado por todas las réplicas del secado por bandeja (MB1, MB5, MB4, MB2 y MB3) con un valor de significancia de 0.956 mantiene un alto grado de asociación, así como el subgrupo 3 (ML1, ML3, ML2, ML4 y ML5) con un valor de significancia de 0.604 que comprende a todas las réplicas del secado por liofilización, en cambio el subgrupo 2 tiene un valor de significancia muy bajo de 0.052 por tanto no relevante. Se puede considerar que todas las réplicas de cada uno de los dos tratamientos confirman la diferencia entre ellos en cuanto a la aceptabilidad reconocida por 60 panelistas, resultando que las réplicas de secado por liofilización tienen valores de aceptabilidad más altos de preferencia.

V. DISCUSIÓN

- En la caracterización fisicoquímica los valores de grasa, pH y acidez mediante secado de bandejas, fueron de 0.50%, 5.61 y 0.07% respectivamente, y mediante liofilizado, valores de 0.61%, 5.46 y 0.06% respectivamente, comparando estos valores con Velásquez (2010) en su investigación sobre la caracterización de los análisis fisicoquímicos de la harina de plátano morado (plátano rojo), mediante secado en estufa, obtuvo como resultados de grasa, pH y acidez valores de 0.51%, 4.97 y 0.07% respectivamente, se determina que el porcentaje de grasa obtenido mediante secado de bandejas es muy similar al obtenido por Velásquez, (2010); en el caso del pH y acidez existe una ligera diferencia, lo cual se puede deber al tipo de secado y a las zonas de donde proviene el plátano. Al realizar la comparación se obtiene que el porcentaje de grasas mediante liofilizado es mayor que el secado de bandejas y mayor a los resultados obtenidos por Velásquez (2010). En cuanto al valor de porcentaje de proteína de mayor cuantía fue obtenido mediante el liofilizado, dando un valor promedio de 4.23% y el menor puntaje fue mediante el secado de bandejas donde se obtuvo un puntaje de 3.02% menor a la del liofilizado, comparando estos resultados con el valor de 3.41% obtenido por Chevez (2019) utilizando un secador de bandejas de flujo transversal, lo cual el que más asemeja es el secado de bandejas, esto debido a que la variedad de plátano es la misma y el equipo de secado es similar. Así mismo, el porcentaje obtenido de los carbohidratos de la harina mediante liofilizado y secado en bandejas fue de 86.97% y 85.25% respectivamente, lo cual indica que valores porcentuales mayores se obtuvieron en el liofilizado; Montoya *et al.* (2016) en su estudio obtuvo que la harina de plátano dominico hartón tiene 84.18 % de carbohidratos, el cual es semejante a los datos obtenidos en nuestra investigación, mas aun que la variedad de plátano no es la misma. Con respecto a la humedad para ambos tratamientos es de 4.89 % mediante liofilizado y 7.98 % mediante secado de bandejas, estos datos son similares a lo encontrado por Barrena (2011) en su estudio determinó que la humedad de lúcuma, por secado de bandejas, obtuvo el 10 %. Por su parte Falla y Ramón (2018) manifiestan que es de suma importancia no exceder el contenido de

humedad máximo permisible en la harina de trigo, que según CODEX ALIMENTARIUS (1995) es de 15,5% como contenido de humedad máximo permisible. Por otro lado, se obtuvo un contenido de cenizas de 2.62% en el tratamiento de liofilizado y 3.64% en secado de bandejas. En la investigación de Tuárez. *et al* (2020) obtuvieron que el mayor promedio de ceniza en base seca se presentó en los tratamientos T1a1 (Mocache/verde) y T2a1 (La Mana/Verde) con una media en común de 3.18%, por lo que se determina que nuestra investigación tiene valores próximos con lo encontrado por los autores citados dado que se encuentran dentro del mismo rango de estudio.

- Los valores obtenidos en los análisis microbiológicos fueron para levaduras 9.36×10^2 ufc/g en la harina obtenida mediante secado de bandejas y 3.88×10^2 ufc/g en la harina liofilizada, estos resultados son similares a los registrados por Macías (2020) en su estudio del análisis microbiológico de la harina de plátano morado, donde obtiene 3.85×10^2 ufc/g, asimismo Espinoza et al. (2018) en su investigación obtiene 3.9×10^2 ufc/g, lo cual indica que de los resultados mencionados anteriormente, la harina obtenida mediante liofilizado es la que más similitud tiene con los resultados de los autores citados. Estos resultados están dentro de los límites permisibles de calidad microbiológica establecidas, según norma microbiológica peruana, DIGESA (2008) la cual indica que se utilizó una adecuada temperatura y correctos métodos de secado, así como también durante el proceso de elaboración y empaquetado de la harina una correcta higiene y manipulación.
- Para los análisis sensoriales en la tabla 29 muestra la media del puntaje asignado por los 60 panelistas a los dos tratamientos elegidos al azar para la evaluación del color, olor, textura y aceptabilidad en donde los panelistas evaluaron a la MB con una puntuación de 7, 7, 7 y 7 respectivamente y para la ML con una puntuación de 8,7, 8 y 8 respectivamente, lo cual se determina que para los panelistas la harina mediante el secado de bandejas indican que les gusta moderadamente, tanto el color, olor, textura, y para la harina mediante el liofilizado, indican que les gusta mucho el color, la textura, y el olor les gusta moderadamente, en cuanto a la aceptabilidad para ambos secados son aceptables, pero los panelistas indicaron un puntaje mayor para el secado por liofilizado. Los resultados del color y la textura mediante liofilizado son idénticos a los

resultados de la harina de michuche obtenidos por Del Aguila y Fernandez (2019) en la cual los panelistas indicaron que les gusta mucho el color y la textura, y moderadamente el olor, por lo tanto, estos parámetros de la harina de plátano rojo con la harina de michuche son semejantes. Se observa que con respecto al olor los panelistas lo consideran igual, pero en la aceptabilidad, que considera la percepción integra de color, olor y textura, es mayor el criterio en la harina liofilizada

VI. CONCLUSIONES

- Los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, indicaron mayores valores para el tratamiento del liofilizado, como resultados fisicoquímicos se obtuvo; humedad (5.56%), pH (5.46), acidez (0.06%), cenizas (2.62%), carbohidratos (86.97%), grasas (0.61%); proteínas (4.24%), en los resultados microbiológicos para mohos y levaduras se obtuvo 3.88×10^2 y en los resultados de la evaluación sensorial se obtuvo; color (8 puntos), olor (7 puntos), textura (8 puntos) y aceptabilidad (8 puntos).
- De acuerdo a la evaluación de los resultados de las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas con la estadística ANVA, la prueba de comparaciones múltiples, y empleando la prueba de Tukey al 95% de confianza, con el paquete estadístico software IBM SPSS Statistics 23, se determinó que, si existe diferencia significativa en cuanto a los dos métodos de secado, en la cual se obtuvo mayores valores para el secado mediante liofilizado.
- Se determinó que el secado mediante liofilizado y el secado de bandejas influyen significativamente en la calidad de la harina, siendo que el liofilizado es el mejor método de secado, ya que mantuvo mejor sus parámetros de calidad, la cual permitió prolongar el tiempo de vida útil manteniendo significativamente las propiedades fisicoquímicas relacionadas con su calidad, asimismo es el método más inocuo, y sensorialmente debido a que sus bajas temperaturas impidió la alteración del producto e inhibió el deterioro del color y olor, además mantuvo una adecuada textura de la harina, gracias a esto la harina mediante secado por liofilizado obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los panelistas.

VII. RECOMENDACIONES

- A los docentes realizar estudios sobre las propiedades del plátano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca'), a fin de determinar la calidad de la harina para el uso en la industria alimentaria.
- A los agricultores y empresas provechar los residuos del plátano como la cáscara y raquis, en la elaboración de harinas o en la elaboración de diversos productos a partir del plátano rojo.
- A los estudiantes de ingeniería de industrias alimentarias realizar investigaciones acerca de la influencia de la harina de plátano rojo, en la industria panificadora con el fin de demostrar el efecto de sustitución de la harina de plátano por harina de trigo, para crear un mecanismo alternativo de sustitución parcial a través de la mezcla de dicha harina con otros cereales y vegetales con alto contenido de almidón, generando un ahorro en los cereales importados (trigo); y mejor aún si se considera un producto de consumo masivo como es el pan, que es un alimento básico en las familias peruanas y es consumido en mayor cantidad.
- Al Ministerio de Agricultura promover la producción, comercialización de plátano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca'), en fruto y producto terminado (harina) al mercado nacional e internacional, con el objetivo de brindar gran importancia en el mercado a esta fruta y sobre todo incentivando a las personas a producir este fruto dando a conocer sus importantes características.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alza, A., y Aurora, Y. (2019). *Efecto del secado en bandeja, liofilización y secado solar en la capacidad antioxidante de la harina de brácteas de alcachofa (cynara scolymus) var. green globe y var. imperial star*". [Tesis Pre-grado, Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería].
- Barrena, M. (2011). *Modelamiento de la cinética de secado de lúcuma*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Posgrado, Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8185>
- Chevez, H. (2020). *Caracterización Físicoquímica del Banano Maqueño Red Dacca (Mussa acuminata)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5244/1/T-UTEQ%20-093.pdf>
- Chevez, H. H. (2019). *Caracterización físico-química del banano Muñeco Red Dacca (Musa Acuminata)*. [Tesis Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de ciencias pecuarias.] <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5244/1/T-UTEQ%20-093.pdf>
- CODEX ALIMENTARIUS. (1995). Codex Stan 152-1985 (Rev. 1 - 1995). https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf
- De Orbaneja, J. (2014). *LaReserva.com*. https://www.lareserva.com/plátano_rojo
- Del Aguila, E., y Fernandez, S. (2019). *Obtención de harina a partir de michuche (Xanthosoma spp.)*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Ingeniería de Industrias Alimentarias.] http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/51/1/Del%20Aguila_OE_Fernandez_FSX.pdf
- Del Aguila, E., y Fernandez, S. X. (2019). *Obtención de harina a partir de michuche (Xanthosoma spp.)*. Pregrado, Universidad Nacional de Jaén , Ingeniería de Industrias Alimentarias .
- DIGESA. (2008). Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Lima. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/Expedientes/Leyes-Reglamentos.aspx>

- Dueñas, E., y Vidal, V. (2016). *Diseño e implementación de un secador infrarrojo*. [Tesis Pre-Grado, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica].
- Espinoza, J., Centurion, D., Mayo, A., García, C., Martínez, A., García, P., y Lagunes, L. M. (31 de Marzo de 2018). Calidad de harina de tres cultivares de banano (*Musa spp.*) resistentes a la enfermedad sigatoka negra en tabasco. *AGROCIENCIA*, 52(2), 217-229. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n2/2521-9766-agro-52-02-217.pdf>
- Falla, F., y Ramón, M. (2018). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Lambayeque]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3970/BC-TEST-TMP-2731.pdf?sequence=1>
- Fito, P., Andres, A., y Jose, B. A. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. [Universidad Politécnica de Valencia]. https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true
- Guadalupe, R. (2022). *Estudio de las propiedades fisicoquímicas y nutricionales del pan de banano libre de gluten a partir de harina obtenida por liofilización y secado en bandejas*. [Tesis de postgrado, Escuela superior politécnica del litoral, Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/56655/1/T-112926%20Ver%20c3%b3nica%20Rafaela%20Guadalupe%20Moyano.pdf>
- Hernández, J. B., Cañizares, A. E., Blanco, G., Arrieche, I., Pérez, A., Salazar, C., y Gonzáles, M. (2009). Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en harinas de clones de musáceas comestibles (*Musa spp.*). *UDO agrícola*, 9(2), 449-457.
- INFOAGRO. (2015). *El cultivo del plátano*. El cultivo del plátano: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/plátano.htm
- Jangam, S. V., Lim, L. C., y S., M. A. (2010). *Drying of Foods, Vegetables and Fruits*. ISBN: 978-981-08-6759-1. <https://arunmujumdar.com/wp-content/uploads/2020/03/Drying-of-Foods-Vegetables-and-Fruits-Volume-1.pdf>
- Macías, Y. G. (2020). *Características físicas, químicas y microbiológicas de la harina del banano morado (*Musa Acuminata*) Red Dacca, producidos en los cantones mocache, el empalme y la maná*. [Tesis pre-grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5250>
- Madrigal, A., Guzmán, A., Bautista, J., García, D., Vázquez, G., Rodríguez, M., & Moreno, R. (2007). *Producción y Caracterización Físico-química de Harinas de Bananos FHIA-17, FHIA-23 y Plátano FHIA-20, para su incorporación en panificación*. [Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Químicas]. <https://1library.co/document/zk0o8lpyproducci%C3%B3ncaracterizaci%C3%B3>

n-f%C3%ADsico-qu%C3%ADmica-harinas-pl%C3%A1tano-
incorporaci%C3%B3n-panificaci%C3%B3n.html

- Melgar, A. (2016). *Evaluación del proceso de producción de harina de plátano (musa paradisiaca l.) para la preparación de atol y su caracterización proximal y sensorial*. [Tesis Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería].
- Montoya, J. L., Rodríguez, S., y Giraldo, G. G. (2016). Características Fisicoquímicas de la harina de plátano (Musa Paradisiaca) Dominico hartón y harina de trigo comercial con tendencias funcionales. *Vitae*. <https://www.proquest.com/openview/599ffa7209ea0703eb2d7ec61dc3256a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1806352>
- Orrego, C. (2008). *Congelación y Liofilización de Alimentos* (Segunda ed.). https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Orrego-4/publication/288824364_CONGELACION_Y_LIOFILIZACION_DE_ALIMENTOS/links/56840ae208ae197583937707/CONGELACION-Y-LIOFILIZACION-DE-ALIMENTOS.pdf
- Pacheco, E., y Delahaye, G. T. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia*. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33910410.pdf>
- Ramírez, J. S. (2012). *ANÁLISIS SENSORIAL: PRUEBAS ORIENTADAS AL CONSUMIDOR*. [Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería]. ReCiTeIA. https://www.academia.edu/28353054/AN%C3%81LISIS_SENSORIAL_PRUEBAS_ORIENTADAS_AL_CONSUMIDOR
- Rendon, C. (2009). *Producción y comercialización de productos derivados del plátano como alternativa nutricional para los ecuatorianos*. [Tesis Posgrado, Universidad Politécnica Salesiana].
- Robinson, J. C., y Victor, S. (2012). *Plátanos y Bananos* (2012 ed.). Mundi-Prensa. <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484765424/platanos-y-bananas>
- Tuárez, D., Erazo, C., Torres, Y., y Moreno, J. (16 de Julio de 2020). Características físicas, químicas y microbiológicas de la harina de banano morado (*Musa acuminata*) red dacca, producidos en los cantones Mocache, El Empalme y La Maná. *Revista Ingeniería e Innovación*. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2418/3083>
- Valiente, K., y Pazos, Y. (2014). *Estudio comparativo de la calidad de la harina de lucuma (Pouteria Lúcumá) deshidratada mediante liofilización y aire caliente*. [Tesis Pre-grado, Universidad Nacional del Santa, Ingeniería Agroindustrial].

Velásquez, M. K. (2010). *Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde (Musa acuminata AA y Musa acuminata AAA) y su enriquecimiento para la elaboración de panes cachitos*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la selva , Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Alimentos]. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/265/FIA-186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IX. DEDICATORIA

A Dios que me ha dado la vida, paciencia y sabiduría para enfrentar todas las adversidades, y sobre todo me ha permitido vivir este momento con salud y capacidad para cumplir este gran sueño.

A mis padres, Ventura Puelles y Zulema Huaman, quienes me criaron y me inculcaron buenos hábitos y valores; y me acompañaron incondicionalmente a lo largo de mi carrera profesional.

A mis hermanos, Frank Puelles y Gledy Puelles, quienes son parte de este logro, gracias a su confianza, aliento y apoyo incondicional que me brindaron durante mi etapa de formación profesional.

Emerson Puelles Huaman

Agradezco a Dios en primer lugar por permitirme culminar mi carrera, por iluminar mi camino y fortalecer todos los días para lograr mis objetivos.

Más que una dedicación quisiera entregar este trabajo a las dos personas más importantes de mi vida, mis padres, Alcides Cordova Quispe y Rosario Bellasmin Quenema, este trabajo es fruto del esfuerzo, sacrificios, a su entrega, a sus consejos y lucha para lograr mis objetivos.

A mis hermanos, Yordinio Cordova Bellasmin, Alex Cordova Bellasmin, Edin Cordova Bellasmin y Estefani Josenid Cordova Bellasmin, quienes me incentivaron y apoyaron para superarme académicamente.

Manuelito Cordova Bellasmin

X. AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Jaén y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrias Alimentarias por todos sus conocimientos brindados, de manera especial a la Dra. Liliana Bazán Tentalean por su asesoría y el Dr. Ernesto Hernández Martínez, brindándonos su apoyo y orientación para llevar a cabo la ejecución de la tesis.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, en especial al Dr. Amstrong Fernández, Decano de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, por haber permitido realizar nuestros análisis en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial. Asimismo, a la Ingeniera Marleny Ángeles Trauco, Marleni Medina Mendoza y la Ingeniera Lloisi Calampa Guivin, por haber apoyado y orientado en realizar el análisis correspondiente a la ejecución de nuestra tesis.

A nuestros padres por su amor y apoyo económico y moral que nos ha permitido alcanzar este gran logro que también forman parte de ello. Muchas gracias.

XI. ANEXOS

ANEXO 1

Correspondiente a la ficha de evaluación sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL DE HARINA DE PLÁTANO DESHIDRATADO

Estimados panelistas, tengan un cordial saludo, mediante esta encuesta estamos realizando el análisis sensorial de la harina de plátano rojo, por lo que necesitamos de su colaboración en la evaluación sensorial de la harina.

Para evaluar el **color**, el panelista deberá observar las muestras e indicar que puntaje llega a tener la muestra. Para evaluar el **olor** deberá acercarse hacia la muestra y mediante el olfato indicar el puntaje. Para evaluar la **textura**, el panelista debe tocar la harina suavemente e indicar su respectivo puntaje

Para evaluar la aceptabilidad, el panelista deberá tener en cuenta todos los atributos sensoriales, al momento de juzgar.

Nombre:.....

Edad:..... Sexo:.....

Las muestras colocadas en copas acrílicas, cada panelista identificará el color, olor y textura de cada muestra y procederá a llenar la ficha de evaluación, para ello utilice la siguiente escala hedónica de 9 puntos:

+	9	Me gusta extremadamente
↑	8	Me gusta mucho
	7	Me gusta moderadamente
	6	Me gusta levemente
	5	No me gusta ni me disgusta
	4	Me disgusta levemente
	3	Me disgusta moderadamente
↓	2	Me disgusta mucho
-	1	Me disgusta extremadamente

ATRIBUTOS:	MUESTRA 835								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 726								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 245								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 378								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 621								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 143								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 673								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 346								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 536								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ATRIBUTOS:	MUESTRA 872								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Aceptabilidad									

ANEXO 2

Imágenes de la recolección de la materia prima y las operaciones para la obtención de la harina de plátano rojo mediante secado de bandejas

Figura 14

Recolección del plátano



Figura 15

Plátano recolectado



Figura 16

Lavado manual del plátano rojo



Figura 17

pesado de los plátanos rojos



Figura 18

Pelado del plátano rojo



Figura 19

Cortado en rodajas de plátano rojo



Figura 20

Plátano cortado en rodajas



Figura 21

Vista frontal del prototipo del secado



Figura 22

Rodajas de plátano al final del secado



Figura 23

Rodajas de plátano deshidratado



Figura 24

Molida de rodajas de plátano



Figura 25

Rodaja molida de plátano



Figura 26

Tamizado de la rodaja molida



Figura 27

Envasado de harina de plátano rojo



Figura 28

Harina de plátano rojo envasada



Figura 29

Almacenado de la harina



ANEXO 3

Imágenes de las operaciones para la harina de plátano rojo mediante liofilizado.

Figura 30

Lavado manual del plátano rojo



Figura 31

pesado de los plátanos rojos



Figura 32

Pelado del plátano rojo



Figura 33

Cortado de plátano rojo



Figura 34

Plátano cortado en rodajas



Figura 35

Muestras en el liofilizador

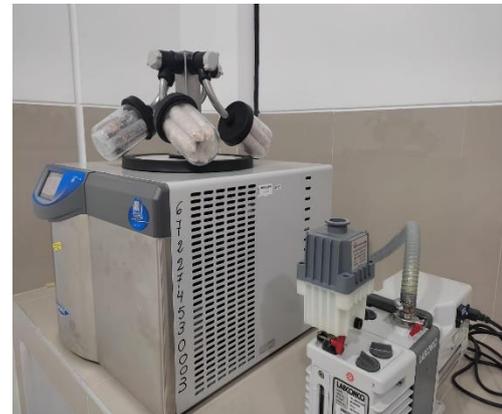


Figura 36

Rodajas de plátano al final del secado



Figura 37

Molido en molino de bolas



Figura 38

Plátano liofilizado molido

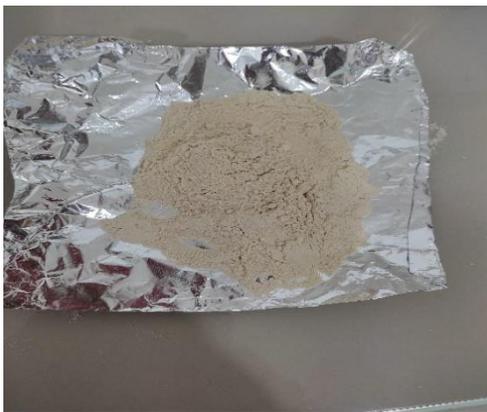


Figura 39

Tamizado de la harina



Figura 40

Envasado de la harina



Figura 41

Almacenado de la harina



ANEXO 4

Imágenes de los análisis físico-químicos de la harina plátano rojo

Figura 42

Medidor de humedad



Figura 43

Humedad del plátano rojo



Figura 44

Humedad de la harina de plátano rojo



Figura 45

Titulación de acidez



Figura 46

Determinación de pH de plátano



Figura 47

Muestra en tubos de digestión



Figura 48

Ubicación de los tubos en el sistema de digestión.



Figura 49

Proceso de digestión terminado



Figura 50

Destilación automática en destilador de nitrógeno



Figura 51

Destilación terminada



Figura 52

Titulación para determinar proteínas



Figura 53

Muestra titulada



Figura 54

Determinación de cenizas (crisoles en el desecador)



Figura 55

Precalcinado de las muestras



Figura 56

Colocación de los crisoles en la mufla



Figura 57

Acondicionado de la muestra para determinación de grasas



Figura 58

Determinación de grasas



Figura 59

Pesado de los balones con grasa



ANEXO 5

Imágenes de los análisis microbiológicos de la harina plátano rojo

Figura 60

Preparación de la muestra



Figura 61

Diluciones de la muestra



Figura 62

Autoclavado del medio de cultivo



Figura 63

Siembra en cabina de flujo laminar



ANEXO 6

Imágenes de los análisis sensoriales de la harina plátano rojo

Figura 64

Muestra para analizar



Figura 65

Panelistas analizando la harina



Figura 66

Análisis sensorial



ANEXO 7

Resultados de las variables dependientes

Tabla 41

Análisis de humedad

Muestra (MB)	Humedad (%)	Muestra (ML)	Humedad (%)
	7.680		4.89
MB1	7.890	ML1	5.59
	7.980		5.78
	7.490		5.79
MB2	7.980	ML2	5.69
	7.790		6.19
	7.210		5.08
MB3	7.710	ML3	5.09
	7.510		5.19
	7.300		5.89
MB4	7.410	ML4	5.39
	7.600		5.79
	7.780		5.79
MB5	7.410	ML5	5.49
	7.110		5.69

Tabla 42

Análisis de proteínas

Muestra (MB)	Proteínas (%)	Muestra (ML)	Proteínas (%)
	2.98		4.18
MB1	3.00	ML1	4.24
	3.02		4.27
	3.02		4.13
MB2	2.98	ML2	4.16
	3.02		4.24
	3.00		4.27
MB3	3.02	ML3	4.29
	3.06		4.24
	3.04		4.24
MB4	3.15	ML4	4.35
	3.15		4.20
	3.11		4.24
MB5	2.93	ML5	4.24
	2.91		4.24

Tabla 43*Análisis de grasas*

Muestra (MB)	Grasas (%)	Muestra (ML)	Grasas (%)
MB1	0.50	ML1	0.61
	0.51		0.60
	0.50		0.62
MB2	0.50	ML2	0.61
	0.51		0.62
	0.50		0.62
MB3	0.52	ML3	0.61
	0.50		0.61
	0.51		0.61
MB4	0.50	ML4	0.61
	0.50		0.62
	0.50		0.60
MB5	0.50	ML5	0.61
	0.50		0.60
	0.50		0.60

Tabla 44*Análisis de cenizas*

Muestra (MB)	Cenizas (%)	Muestra (ML)	Cenizas (%)
MB1	3.641	ML1	2.55
	3.643		2.55
	3.641		2.60
MB2	3.648	ML2	2.70
	3.643		2.75
	3.635		2.70
MB3	3.641	ML3	2.45
	3.648		2.65
	3.660		2.55
MB4	3.646	ML4	2.55
	3.640		2.55
	3.646		2.55
MB5	3.628	ML5	2.75
	3.635		2.75
	3.633		2.75

Tabla 45*Análisis de carbohidratos*

Muestra (MB)	Carbohidratos (%)	Muestra (ML)	Carbohidratos (%)
MB1	85.21	ML1	87.77
	84.96		87.02
	84.86		86.74
MB2	85.34	ML2	86.77
	84.89		86.78
	85.06		86.25
MB3	85.64	ML3	87.60
	85.12		87.37
	85.26		87.41
MB4	85.51	ML4	86.71
	85.30		87.09
	85.10		86.86
MB5	84.99	ML5	86.61
	85.52		86.92
	85.85		86.72

Tabla 46*Análisis de pH*

Muestra (MB)	pH	Muestra (ML)	pH
MB1	5.64	ML1	5.58
	5.63		5.56
	5.62		5.55
MB2	5.58	ML2	5.41
	5.59		5.41
	5.59		5.42
MB3	5.61	ML3	5.39
	5.61		5.39
	5.62		5.40
MB4	5.57	ML4	5.45
	5.59		5.46
	5.58		5.46
MB5	5.64	ML5	5.47
	5.63		5.48
	5.63		5.47

Tabla 47*Análisis de acidez.*

Muestra (MB)	Acidez (%)	Muestra (ML)	Acidez (%)
MB1	0.067	ML1	0.054
	0.054		0.040
	0.067		0.054
MB2	0.067	ML2	0.054
	0.054		0.054
	0.067		0.054
MB3	0.080	ML3	0.054
	0.067		0.040
	0.067		0.054
MB4	0.067	ML4	0.054
	0.080		0.067
	0.067		0.067
MB5	0.067	ML5	0.067
	0.054		0.067
	0.067		0.067

Tabla 48*Análisis de mohos y levaduras*

Secado de bandejas	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	ufc/g	log
MB1	59	36	14	9.91 x10 ²	3.00
	52	31	18	9.18 x10 ²	2.96
	53	34	15	9.27 x10 ²	2.97
MB2	60	35	17	1.02 x10 ²	3.01
	49	35	14	8.91 x10 ²	2.95
	45	35	15	8.64 x10 ²	2.94
MB3	67	41	19	1.15 x10 ³	3.06
	48	37	13	8.91 x10 ²	2.95
	48	35	13	8.73 x10 ²	2.94
MB4	57	33	19	9.91 x10 ²	3.00
	47	37	14	8.91 x10 ²	2.95
	46	35	16	8.82 x10 ²	2.95
MB5	59	39	18	1.05 x10 ³	3.02
	52	39	8	9.00 x10 ²	2.95
	54	37	10	9.18 x10 ²	2.96
Liofilizado	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	ufc/g	log
ML1	30	11	3	4.00 x10 ²	2.60
	30	14	2	4.18 x10 ²	2.62
	30	12	0	3.82 x10 ²	2.58
ML2	31	9	5	4.09 x10 ²	2.61
	30	10	0	3.64 x10 ²	2.56
	30	10	0	3.64 x10 ²	2.56
ML3	30	6	2	3.45 x10 ²	2.54
	31	12	0	3.91 x10 ²	2.59
	32	14	3	4.45 x10 ²	2.65
ML4	32	12	3	4.27 x10 ²	2.63
	29	12	0	3.73 x10 ²	2.57
	29	13	2	4.00 x10 ²	2.60
ML5	29	10	4	3.91 x10 ²	2.59
	28	12	0	3.64 x10 ²	2.56
	29	10	2	3.73 x10 ²	2.57

Tabla 49*Análisis del color*

Panelistas	Secado de bandejas					Liofilizado				
	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
1	7	7	7	6	6	8	8	7	8	7
2	5	3	4	5	6	6	5	6	4	6
3	7	5	6	5	5	7	6	6	6	6
4	8	6	6	5	7	7	8	7	8	8
5	5	6	5	5	6	7	7	8	6	7
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	5	6	6	6	5	5	6	7	6	6
8	6	6	6	7	5	7	6	7	6	5
9	6	7	6	7	6	8	9	8	8	7
10	5	5	6	4	6	6	7	6	6	7
11	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
12	5	4	5	4	7	6	6	7	7	6
13	7	4	6	6	4	7	8	7	9	7
14	5	5	7	6	7	8	7	7	6	8
15	7	6	7	6	7	7	7	8	7	7
16	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3
17	7	7	6	7	6	7	7	8	9	7
18	8	7	6	9	9	8	9	8	9	9
19	6	8	7	7	8	8	9	8	7	8
20	6	8	7	8	7	8	7	8	8	7
21	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8
22	7	8	8	7	8	9	9	9	8	8
23	7	7	8	7	7	9	8	8	7	8
24	7	8	8	7	8	8	8	8	9	7
25	8	8	8	8	6	6	9	9	8	8
26	8	8	8	8	7	9	8	8	8	9
27	7	6	5	6	7	8	6	7	9	8
28	5	7	9	7	8	8	8	9	8	8
29	8	8	7	8	7	8	8	8	8	9
30	7	7	7	7	7	7	9	8	9	9
31	7	7	7	6	7	7	7	8	7	9
32	7	8	7	7	6	8	9	7	8	8
33	8	8	9	7	9	8	9	9	8	8
34	6	7	8	8	7	8	8	7	9	9
35	8	7	8	7	7	8	8	9	7	9
36	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7
37	6	6	6	6	8	9	8	9	9	8

38	6	6	6	6	6	8	7	7	7	8
39	8	8	8	8	6	8	8	9	8	9
40	7	7	6	7	7	9	7	9	8	9
41	7	7	8	8	7	8	9	9	8	9
42	7	8	8	8	8	8	8	7	9	9
43	5	6	5	5	5	6	7	8	7	7
44	7	7	6	6	7	9	8	7	8	8
45	6	6	7	6	6	8	7	8	7	7
46	6	6	6	7	9	7	8	7	8	8
47	7	8	8	8	8	9	9	9	9	8
48	7	6	6	6	7	7	8	8	8	8
49	2	5	6	7	6	9	8	7	9	8
50	7	7	6	5	7	5	5	9	8	6
51	7	7	7	8	7	8	7	8	9	9
52	8	7	7	8	8	8	8	9	8	9
53	9	8	9	8	7	8	9	8	9	9
54	6	5	5	5	7	7	7	8	8	8
55	7	7	7	7	8	7	9	7	8	8
56	6	6	7	7	8	7	7	9	9	9
57	6	6	7	7	7	8	8	9	8	9
58	7	7	6	6	6	7	8	8	8	8
59	6	6	5	6	5	6	7	8	9	9
60	6	7	6	7	6	6	7	7	8	8

Tabla 50*Análisis del olor*

Panelistas	Secado de bandejas					Liofilizado				
	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
1	7	6	6	7	5	6	7	7	8	8
2	6	6	5	7	5	6	6	8	9	8
3	7	7	6	5	7	7	8	8	9	9
4	7	6	6	7	8	8	9	8	8	9
5	6	7	7	7	8	8	9	9	9	9
6	8	8	6	6	8	8	8	8	9	9
7	7	6	5	6	6	6	6	6	6	9
8	9	8	9	7	8	7	8	8	9	6
9	7	7	8	8	7	8	8	7	7	7
10	8	9	5	7	6	6	5	5	7	8
11	8	8	5	7	8	7	6	7	7	6
12	7	8	7	9	7	6	9	8	9	6
13	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7
14	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9
15	8	7	6	7	8	8	7	9	8	8
16	7	7	6	8	7	6	7	7	6	8
17	8	7	7	8	9	7	7	8	8	7
18	8	7	6	7	8	6	6	6	8	7
19	7	8	8	7	7	9	8	6	9	9
20	7	8	8	7	6	8	9	9	9	9
21	7	8	8	7	9	7	8	7	7	7
22	8	7	7	8	7	9	9	9	9	9
23	7	8	7	6	6	8	7	7	7	7
24	7	8	7	7	6	8	9	9	8	9
25	7	7	7	6	8	8	7	6	7	7
26	8	8	7	8	6	9	8	8	7	9
27	6	8	7	8	7	7	6	7	6	6
28	8	7	9	6	9	7	7	6	6	7
29	8	9	8	8	5	7	5	8	5	7
30	7	9	8	7	7	6	8	6	6	7
31	7	8	7	9	8	7	9	8	9	9
32	7	7	8	7	8	9	8	7	7	7
33	7	7	9	8	7	6	8	7	8	6
34	6	8	6	7	6	7	6	6	9	7
35	7	8	8	8	6	8	8	8	6	8
36	8	8	9	8	7	7	8	6	7	6
37	7	8	8	7	8	7	8	7	7	8

38	7	8	8	7	7	7	8	8	7	8
39	8	9	7	9	7	9	8	7	8	8
40	7	6	8	8	8	8	9	8	7	8
41	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8
42	7	8	8	6	7	8	8	8	7	8
43	8	8	7	9	9	8	8	8	9	9
44	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
45	8	9	9	8	8	7	8	7	6	7
46	8	8	8	8	8	7	8	7	8	7
47	8	8	9	7	8	8	8	8	6	8
48	6	7	7	5	8	8	9	9	8	9
49	6	6	7	6	7	7	8	7	6	8
50	7	8	6	6	6	7	7	6	6	6
51	5	4	4	6	5	5	5	5	5	7
52	8	9	7	9	8	7	8	7	7	6
53	7	7	8	8	7	6	7	6	6	7
54	6	8	6	5	5	6	6	7	7	7
55	8	7	7	6	6	6	7	5	6	6
56	6	6	5	4	4	5	5	5	7	5
57	7	6	6	6	4	6	7	5	6	6
58	6	6	6	5	6	6	7	7	5	6
59	5	6	6	5	7	7	5	6	4	6
60	7	6	7	7	7	7	7	7	8	6

Tabla 51*Análisis de textura*

Panelistas	Secado de bandejas					Liofilizado				
	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2	4	4	4	5	5	6	5	6	6	6
3	6	7	6	6	5	8	7	6	7	7
4	8	6	6	7	6	8	8	7	8	8
5	6	6	6	5	5	7	8	7	6	7
6	7	6	7	5	5	7	7	6	7	7
7	7	5	6	7	5	7	6	7	8	8
8	6	5	6	7	6	7	8	7	7	7
9	6	7	7	7	6	7	8	7	6	7
10	6	6	6	5	6	6	7	6	7	8
11	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
12	6	6	5	4	4	7	5	6	5	7
13	6	5	6	6	5	7	9	8	6	6
14	5	6	8	7	8	8	8	8	7	7
15	8	9	9	9	7	9	9	9	9	9
16	5	4	5	6	6	6	6	6	6	5
17	8	9	9	8	7	9	9	9	9	9
18	7	8	8	9	9	8	8	9	9	9
19	8	7	8	9	8	9	9	7	8	8
20	8	8	9	8	8	9	8	9	9	8
21	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8
22	9	9	9	8	9	9	8	9	9	9
23	7	7	8	8	6	8	8	8	9	8
24	7	8	8	8	7	8	8	7	8	8
25	7	7	8	9	7	8	8	8	8	9
26	8	7	7	7	7	7	8	8	8	8
27	5	6	4	6	7	7	7	8	7	8
28	6	8	7	6	6	7	8	9	8	7
29	8	8	9	7	6	8	8	8	8	9
30	7	5	5	8	9	9	9	9	9	9
31	8	7	6	6	6	8	8	7	7	8
32	7	8	7	7	6	7	8	8	8	8
33	8	8	7	6	7	8	8	8	8	9
34	6	8	8	8	6	9	8	8	8	8
35	8	8	8	7	7	8	9	9	9	9
36	7	6	6	7	7	8	6	9	9	8
37	6	6	8	8	8	9	9	9	9	9

38	6	7	5	7	5	9	8	8	9	8
39	7	7	6	7	7	9	9	9	9	9
40	8	6	8	7	7	8	8	8	7	8
41	8	8	7	7	7	8	9	9	9	9
42	7	7	8	7	7	9	8	7	9	9
43	5	4	3	3	3	6	6	5	7	6
44	6	6	5	5	4	6	7	7	8	7
45	5	5	4	4	6	7	6	6	8	7
46	5	5	5	6	8	8	8	7	9	8
47	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9
48	7	7	6	7	7	8	8	7	7	7
49	8	6	7	8	6	8	9	6	9	8
50	7	6	7	6	6	8	7	7	8	8
51	7	8	6	7	7	9	8	7	7	8
52	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7
53	9	8	9	7	7	8	7	9	8	9
54	7	6	6	7	6	8	8	8	7	8
55	7	8	6	6	8	9	8	8	9	9
56	6	7	6	7	6	8	9	9	9	9
57	5	5	7	7	8	9	9	7	9	9
58	6	6	7	6	7	8	9	9	9	8
59	5	5	6	7	6	6	8	9	8	9
60	7	6	7	7	6	7	6	8	9	9

Tabla 52*Análisis de aceptabilidad*

Panelistas	Secado de bandejas					Liofilizado				
	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	ML1	ML2	ML3	ML4	ML5
1	7	8	8	7	7	7	8	7	8	8
2	6	5	5	6	6	6	5	7	6	7
3	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7
4	8	7	7	7	7	8	8	7	8	8
5	7	7	6	6	6	7	8	7	6	7
6	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7
7	6	6	7	7	6	6	6	7	7	7
8	7	6	7	6	7	7	7	7	6	6
9	6	7	7	7	7	6	8	7	7	7
10	6	7	7	5	6	7	7	6	7	8
11	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
12	6	6	6	6	7	6	6	7	6	7
13	7	5	6	6	5	7	8	7	7	7
14	6	6	8	7	8	8	8	8	7	8
15	8	8	8	7	7	8	8	9	8	8
16	6	5	5	6	6	7	6	6	5	5
17	8	8	7	8	7	8	8	8	9	8
18	8	7	6	8	9	7	8	8	9	8
19	7	8	8	8	8	9	9	7	8	8
20	7	8	8	8	7	8	8	9	9	8
21	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
22	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
23	7	7	8	7	6	8	8	8	8	8
24	7	8	8	7	7	8	8	8	8	8
25	7	7	8	8	7	7	8	8	8	8
26	8	8	7	8	7	8	8	8	8	9
27	6	7	7	5	7	7	7	6	7	7
28	6	7	8	7	8	7	8	8	7	7
29	8	8	8	8	7	8	7	8	7	8
30	7	7	7	7	8	8	8	9	8	8
31	7	7	7	7	7	7	8	8	8	9
32	7	8	7	7	7	8	8	7	8	8
33	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8
34	6	8	7	8	6	8	7	7	8	8
35	8	8	8	7	7	8	8	9	7	9
36	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7
37	6	7	7	7	8	8	8	8	8	8
38	6	7	6	7	6	8	8	7	8	8
39	8	8	7	8	7	9	8	8	8	9

40	7	6	7	7	7	8	7	8	7	8
41	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8
42	7	8	8	8	7	8	8	7	8	9
43	6	6	6	6	6	6	7	7	8	7
44	7	7	7	6	6	8	8	7	8	8
45	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7
46	6	6	6	7	8	7	8	7	8	8
47	7	8	8	8	8	9	9	9	8	8
48	7	7	7	7	7	8	8	7	8	8
49	6	7	7	8	6	8	8	7	8	8
50	7	7	6	6	6	7	6	7	7	7
51	7	8	7	7	7	8	7	7	7	8
52	8	8	7	8	8	8	8	8	8	7
53	8	8	9	8	7	7	8	8	8	8
54	6	6	6	6	7	7	7	8	7	8
55	7	7	7	6	7	7	8	7	8	8
56	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8
57	6	6	7	7	7	8	8	7	8	8
58	7	6	7	6	6	7	8	8	8	7
59	6	6	6	7	6	6	7	8	8	8
60	7	7	7	7	6	7	7	7	8	8

ANEXO 8

Imágenes de las corridas en el programa utilizando el paquete estadístico software IBM SPSS Statistics 23

Figura 67

Pantalla del editor SPSS con resultados de cada variable

	SECADO	HUMEDAD	ACIDEZ	PH	CENIZAS	CARBOHIDRATOS	GRASAS	PROTEINAS	var	var	var	var	var	var
1	MB1	7.680	.067	5.640	3.640	85.210	.500	2.98						
2	MB1	7.890	.054	5.630	3.640	84.960	.510	3.00						
3	MB1	7.980	.067	5.620	3.640	84.860	.500	3.02						
4	MB2	7.490	.067	5.580	3.650	85.340	.500	3.02						
5	MB2	7.980	.054	5.590	3.640	84.890	.510	2.98						
6	MB2	7.790	.067	5.580	3.630	85.060	.500	3.02						
7	MB3	7.210	.080	5.610	3.640	85.640	.520	3.00						
8	MB3	7.710	.067	5.610	3.650	85.120	.500	3.02						
9	MB3	7.510	.067	5.620	3.660	85.260	.510	3.06						
10	MB4	7.300	.067	5.570	3.650	85.510	.500	3.04						
11	MB4	7.410	.080	5.590	3.640	85.300	.500	3.15						
12	MB4	7.600	.067	5.580	3.650	85.100	.500	3.15						
13	MB5	7.780	.067	5.640	3.630	84.990	.500	3.11						
14	MB5	7.410	.054	5.630	3.630	85.520	.500	2.93						
15	MB5	7.110	.067	5.630	3.630	85.850	.500	2.91						
16	ML1	4.890	.054	5.580	2.550	87.770	.610	4.18						
17	ML1	5.590	.040	5.560	2.550	87.020	.600	4.24						
18	ML1	5.780	.053	5.550	2.600	86.740	.620	4.27						
19	ML2	5.790	.053	5.410	2.700	86.770	.610	4.13						
20	ML2	5.690	.053	5.410	2.750	86.780	.620	4.16						
21	ML2	6.190	.053	5.420	2.700	86.250	.620	4.24						
22	ML3	5.080	.053	5.390	2.450	87.600	.610	4.27						
23	ML3	5.090	.040	5.390	2.650	87.370	.610	4.29						

Figura 68

Pantalla SPSS después del proceso de los resultados

```
GET
  FILE='C:\Users\Usuario\Desktop\AÑO NUEVO-2023-TESIS\Sin titulo1.sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
GET
  FILE='C:\Users\Usuario\Desktop\AÑO NUEVO-2023-TESIS\HUMEDAD\LEVADURAS.sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos2 WINDOW=FRONT.
ONEWAY HUMEDAD ACIDEZ PH CENIZAS CARBOHIDRATOS GRASAS PROTEINAS BY SECADO
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=TUKEY DUNCAN ALPHA(0.05).
```