

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA CALIDAD
FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LA PITAHAYA
AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) LIOFILIZADA EN
TRES ESTADOS DE MADUREZ”**

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

Autor : Bach. JOYCI BRILLITHS VÁSQUEZ MARCELO

Asesores : Mg. NOLY CRISTÓBAL VÍLCHEZ PARRA

Mg. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA

JAÉN, PERÚ, DICIEMBRE, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



“EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) LIOFILIZADA EN TRES ESTADOS DE MADUREZ”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autor : Bach. JOYCI BRILLITHS VÁSQUEZ MARCELO

Asesores : Mg. NOLY CRISTÓBAL VÍLCHEZ PARRA

Mg. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA

JAÉN, PERÚ, DICIEMBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día viernes 20 de Diciembre del año 2019, siendo las 12:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: MS.c. Wagner Colmenares Mayanga
Secretario: MC.s . Adán Díaz Ruiz
Vocal: Mg. Martín Díaz Torres. Para evaluar la::

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

Titulado: **“Efecto de la Temperatura sobre la Calidad Fisicoquímica y Sensorial de la Pitahaya Amarilla (*Selenicereus Megalanthus*) Liofilizada en tres Estados de Madurez”**, presentado por la bachiller: Joyci Brilliths Vásquez Marcelo de la Carrera Profesional, de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén. Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (x) Unanimidad () Mayoría

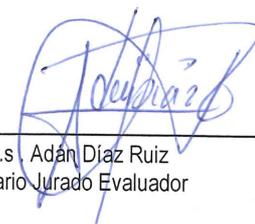
Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (05) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 12:50 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



MS.c. Wagner Colmenares Mayanga
Presidente Jurado Evaluador



MC.s. Adán Díaz Ruiz
Secretario Jurado Evaluador



Mg. Martín Díaz Torres
Vocal Jurado Evaluador

ÍNDICE	Pág.
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	8
II. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo general	10
2.2. Objetivos específicos	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Ubicación del Área de Estudio	11
3.2. Materiales	11
3.2.1. Material prima	11
3.2.2. Materiales de laboratorio	12
3.2.3. Equipos	12
3.2.4. Reactivos	12
3.2.5. Procedimiento para la elaboración de Pitahaya liofilizada	12
3.2.6. Diagrama para la obtención de pitahaya liofilizada	17
3.2.7. Diagrama de operaciones para la obtención de pitahaya liofilizada	18
3.3. Procedimiento para la determinación de los parámetros fisicoquímicos	19
3.3.1. Materia Prima	19
3.3.2. En el producto obtenido: Hojuelas Liofilizadas de pulpa de Pitahaya ...	20
3.3.3. Evaluación sensorial	21
3.4. Diseño Experimental	21
3.4.1. Tratamientos	23
3.4.2. Características del experimento	23
3.4.3. Unidad Experimental	23
3.4.4. Análisis de Varianza	23
IV. RESULTADOS	25

4.1. Características físico – química de la pitahaya amarilla	25
V. DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
AGRADECIMIENTO	52
DEDICATORIA	53
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos en estudio.....	23
Tabla 2. Esquema del ANOVA	24
Tabla 3. Características físico – química de la pitahaya amarilla fresca.....	25
Tabla 4. Sólidos solubles (° Brix) en el producto terminado	26
Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) ° Brix.....	26
Tabla 6. Prueba de TUKEY (5%): ° Brix en el producto terminado.....	27
Tabla 7. Porcentaje de acidez en el producto terminado	28
Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) porcentaje de acidez.....	28
Tabla 9. Pruebas de TUKEY (5%): Acidez (%) en el producto terminado.....	29
Tabla 10. Potencial Hidrógeno (pH) en el producto terminado	30
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) pH.....	30
Tabla 12. Prueba de TUKEY (5%): pH en el producto terminado.....	31
Tabla 13. Humedad (%) de la pitahaya amarilla liofilizada	32
Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) humedad pitahaya liofilizada	32
Tabla 15. Prueba de TUKEY (5%): Humedad de la pitahaya amarilla liofilizada	33
Tabla 16. Análisis de Varianza (ANOVA) peso (g) de la pitahaya al final del proceso.....	35
Tabla 17. Prueba de TUKEY (5%): Peso (g) de la pitahaya al final del proceso.....	35
Tabla 18. Estados de madurez de pitahaya amarilla.....	37
Tabla 19. Análisis de Varianza (ANOVA) del Color.....	38
Tabla 20. Prueba de TUKEY del color.....	38
Tabla 21. Análisis de Varianza (ANOVA) del sabor	39
Tabla 22. Prueba de TUKEY del sabor	40
Tabla 23. Análisis de Varianza (ANOVA) de la textura.....	41
Tabla 24. Prueba de TUKEY de la textura.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recepción de frutos de pitahaya amarilla.....	13
Figura 2. Clasificación de frutos de pitahaya amarilla.....	13
Figura 3. Lavado de frutos de pitahaya amarilla.....	13
Figura 4. Pesado de frutos de pitahaya amarilla	14
Figura 5. Pelado de frutos de pitahaya amarilla	14
Figura 6. Cortado de frutos de pitahaya amarilla.....	14
Figura 7. Pesado de pulpa de pitahaya amarilla.....	15
Figura 8. Congelado de frutos de pitahaya amarilla.....	15
Figura 9. Equipo para Liofilización	15
Figura 10. Pulpa liofilizada y pesada	16
Figura 11. Empacado de pitahaya liofilizada.....	16
Figura 12. Láminas de pitahaya almacenada	16
Figura 13. Diagrama de flujo para liofilización de frutos de pitahaya amarilla.....	17
Figura 14. Diagrama de operaciones para la obtención de pitahaya liofilizada.....	18
Figura 15. Diseño experimental para la evaluación de los factores en estudio.....	22
Figura 16. Análisis de sólidos solubles (°Brix) de pitahaya liofilizada	27
Figura 17. Análisis de porcentaje de acidez de pitahaya liofilizada	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	54
Anexo 2. Determinación de la acidez de muestra fresca.....	55
Anexo 3. Determinación de humedad de muestra fresca	65
Anexo 4. ICs simultáneos de 95% de Tukey para ° Brix en pitahaya liofilizada	68
Anexo 5. Medias del ° Brix en pitahaya amarilla liofilizada	68
Anexo 6. ICs simultáneos de 95% de Tukey para porcentaje de acidez en pitahaya liofilizada.....	69
Anexo 7. Medias del porcentaje de acides en pitahaya amarilla.....	70
Anexo 8. Determinación de acidez de muestra liofilizada.....	71
Anexo 9. ICs simultáneos de 95% de Tukey para pH en pitahaya liofilizada	75
Anexo 10. Medias del potencial de hidrógeno (pH) en pitahaya amarilla.....	76
Anexo 11. ICs simultáneos de 95% de Tukey para humedad de la pitahaya liofilizada ..	77
Anexo 12. Medias del contenido de humedad de la pitahaya amarilla liofilizada.....	78
Anexo 13. Determinación de humedad de muestra liofilizada	79
Anexo 14. ICs simultáneos de 95% de Tukey para peso (g) de la pitahaya liofilizada	80
Anexo 15. Medias del peso final de las muestras de pitahaya amarilla liofilizada.....	81
Anexo 16. Evaluación Test escala hedónica para color en pitahaya amarilla liofilizada .	82
Anexo 17. Análisis de Varianza de los factores: A*B para color	85
Anexo 18. Evaluación Test escala hedónica para sabor en pitahaya amarilla liofilizada.	88
Anexo 19. Análisis de Varianza de los factores: A*B para sabor.....	89
Anexo 20. Evaluación Test escala hedónica para textura en pitahaya amarilla liofilizada	90
Anexo 21. Análisis de Varianza de los factores: A*B para textura	91

RESUMEN

En la investigación se determinó el efecto de la temperatura sobre la calidad físico química y sensorial de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) liofilizada en tres estados de madurez, se congeló las muestras a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 9 horas y se ensayaron tres temperaturas de liofilización $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, en condiciones de vacío a una presión y temperatura por debajo del punto triple del agua ($P = 4,6\text{ Torr}$ y $T = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Los resultados se procesaron con Minitab 17 y SPSS 24.0, evidenciando al final del proceso diferencias significativas en la calidad físico química y características organolépticas de los tratamientos, la mejor temperatura de liofilización se dio a los $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el mejor estado de madurez fue la pintona al 80% de madurez con un peso de 1.79 g. En relación a la humedad inicial la fruta semi pintona alcanzó 79.9%, pintona 81.9% y madura 80.1%, la humedad final fue en la fruta semi pintona 5.06%, pintona 2.23% y madura 2.29%. Los resultados de la evaluación sensorial (color, sabor, textura) tuvieron resultados satisfactorios.

Palabras clave: pitahaya amarilla, liofilización y estados de madurez

ABSTRACT

In the investigation, the effect of temperature on the chemical and sensory physical quality of the yellow lyophilized pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) in three stages of maturity was determined, the samples were frozen at -10°C for 9 hours and three temperatures were tested. Freeze drying 45°C , 55°C and 65°C , under vacuum conditions at a pressure and temperature below the triple point of water ($P = 4.6\text{ Torr}$ and $T = 0^{\circ}\text{C}$). The results were processed with Minitab 17 and SPSS 24.0, evidencing at the end of the process differences in the chemical physical quality and organoleptic characteristics of the treatments, the best lyophilization temperature for the variable weight (g) is 45°C , the best state of maturity was the pintona at 80% maturity, paints with a weight of 1.79 g. In relation to the initial humidity, the semi-pintona fruit reached 79.9%, paints 81.9% and matures 80.1%, the final humidity was in the semi-pintona fruit 5.06%, paints 2.23% and matures 2.29%. The results of the sensory evaluation (color, taste, texture) had satisfactory results.

Keywords: yellow pitahaya, lyophilization and state of maturity

I. INTRODUCCIÓN

En el trabajo de investigación denominado “Efecto del tiempo de congelación en la capacidad de rehidratación de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) liofilizada, se determinó que la pitahaya fresca tuvo un pH de 5,19; porcentaje de acidez 2,59; °Brix 14,4; índice de madurez 5,56 y humedad 82,21%; el tiempo óptimo de congelación es de 9 horas a -10 °C para la liofilización de pitahaya amarilla, dando como resultado una capacidad de rehidratación de 2,832 (kg agua/kg m.s.) equivalente al 65,57% en relación al contenido de humedad inicial 4,319 (kg agua/kg m.s), conservando la calidad del producto. Asimismo, se determinó la evaluación sensorial de las características organolépticas (color, sabor y textura) y el resultado fue que la mejor aceptación del producto se obtiene procesando a -10 °C de temperatura de congelación por un tiempo de 9 horas (Huayama & Tirado, 2013).

En el departamento de Cajamarca y provincia de Jaén hay escasa producción de frutas promisorias o nativas como la pitahaya amarilla, debido al problema de manejo técnico del cultivo no solo en nuestro departamento, sino en todo el Perú, porque requiere polinización, la que es hecha por insectos que aparecen entre las 11 de la noche y las 3 de la mañana. La siembra de pitahaya empezó en Amazonas, luego en Áncash y Arequipa, siendo hasta ahora las únicas zonas productoras.

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es un cultivo no tradicional originario de América tropical: México, Centro América y El caribe (Suarez 2011, CORPOICA, 2013; Medina, 2012.); siendo Colombia el principal exportador de esta fruta exótica, fruta que tiene una gran capacidad comercial y aceptación en el mercado internacional como Estados Unidos, Europa y Japón, tanto por su contenido nutricional, sabor y aroma, como por sus propiedades biofuncionales y medicinales (Dueñas *et al.*, 2008).

En la actualidad existe una amplia tendencia por la investigación y desarrollo de conservación de alimentos. Entre estas técnicas que son objeto de investigación, se encuentra la liofilización. El proceso de liofilización es una alternativa de interés como método de

conservación de alimentos que permite prolongar el tiempo de vida útil conservando las propiedades físicas y fisicoquímicas relacionadas con la calidad. (Ayala, Serna & Mosquera, 2010).

La “pitahaya amarilla, es utilizada como materia prima para productos de cosmética, nutracéutica, farmacéutica y como alimento funcional que mejora la salud. Asimismo, se consume bajo presentaciones como yogurt, néctar, jugo, helado, dulce, salsa, almíbar, jalea, cremas, conservas, postre, productos de repostería, suplementos vitamínicos, trozos de pitahaya en almíbar, pitahaya deshidratada, pitahaya liofilizada. Sin embargo, existe baja tecnología para evaluar las cualidades nutricionales de la pitahaya en forma industrializada y que no permiten dar valor agregado, la misma que contribuye una desventaja competitiva de incursionar en el segmento de alimentos funcionales en mejores condiciones y ampliar el consumo per cápita de la población de Jaén.

A pesar de sus buenas propiedades nutricionales, no es muy conocida en el país, siendo destinada solo al consumo directo. En Perú no se dispone información suficiente sobre las cualidades nutricionales de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en forma industrializada, las universidades, instituciones de educación superior, empresas privadas realizan investigaciones insuficientes, haciendo que esta fruta no sea aprovechada en toda su potencialidad y con valor agregado.

En nuestro trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el nivel óptimo de temperatura de liofilización y el mejor índice de madurez que influyen sobre la calidad física química y sensorial de la pitahaya amarilla.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el nivel óptimo de temperatura de liofilización y el mejor índice de madurez que influyen sobre la calidad física química y sensorial de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar el índice de madurez comercial de la fruta para la obtención de pulpa de pitahaya.
2. Determinar las características fisicoquímicas de la fruta de pitahaya amarilla fresca.
3. Determinar los parámetros de liofilización para obtener hojuelas de pitahaya liofilizada.
4. Determinar la calidad del producto terminado mediante un análisis fisicoquímico y sensorial.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Área de Estudio

La ejecución de la investigación se realizó en el laboratorio Taller de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, se evaluaron las características fisicoquímicas de la pulpa de pitahaya fresca y el análisis sensorial del producto final, cumpliéndose con ello, la realización de los objetivos específicos 1, 2 y 4. La fase del proceso de liofilización, se realizó en el laboratorio de Ingeniería de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Chachapoyas, cumpliéndose con ello, la realización del objetivo específico 3.

3.2. Materiales

3.2.1. Material prima

Se utilizó 15 Kg de pulpa de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus*) del distrito de Pedro Ruíz, provincia de Bongará, Región Amazonas, ubicado a una altura de 1 935 m.s.n.m.

3.2.2. Materiales de laboratorio

- Pipeta serológica de 1,5
- Vasos de precipitación de 50, 100, 250 mL
- Probeta de 50 y 100 mL
- Pipeta volumétrica 1 y 25 mL
- Desecador de vidrio
- Jarra medidoras 1000 ml
- Pinza
- Mortero
- Varilla de agitación
- Placas Petri

3.2.3. Equipos

- Bomba de vacío
- Liofilizador (marca TERRONI modelo LC-1500)
- Datalogger Thermometer (Sper scientific, USA)
- Congeladora, modelo FC 4D
- Estufa Enxin Instrument. Modelo ODHG-9053A
- pH metro, modelo Metrohm 913
- Refractómetro
- Balanza analítica SHS Inside Super Hybrid Sensor AND. HR-250AZ

3.2.4. Reactivos

- Hidróxido de sodio (NaOH 0.1N)
- Fenolftaleína
- Agua destilada

3.3. Procedimiento para la elaboración de Pitahaya liofilizada

- a. Recepción de la materia prima.-** Se utilizó como material biológico frutos de pitahaya amarilla, proveniente de Pedro Ruíz, departamento de Amazonas. La recepción fue hecha en el laboratorio de alimentos, y se utilizó recipientes de

plástico con capacidad de 5 kg. La fruta presentó los siguientes estados de madurez: a) semi pintona; b) pintona; c) madura.



Figura 1. Recepción de frutos de pitahaya amarilla

b. Clasificación.- La clasificación fue realizada de forma manual, con la finalidad de separar cuerpos extraños, impurezas, frutas con magulladuras, o con lesiones mecánicas. Los estados de madurez fue un factor importante en la clasificación de la materia prima, separando aquellas muestras que no cumplan con los requisitos exigidos.



Figura 2. Clasificación de frutos de pitahaya amarilla

c. Lavado. Los frutos fueron lavados con agua potable para eliminar restos de impurezas impregnados.



Figura 3. Lavado de frutos de pitahaya amarilla

- d. Pesado.** – La fruta se pesó con cáscara para determinar la cantidad de fruta al inicio y al final del proceso, determinando las diferencias existentes durante el tiempo de proceso.

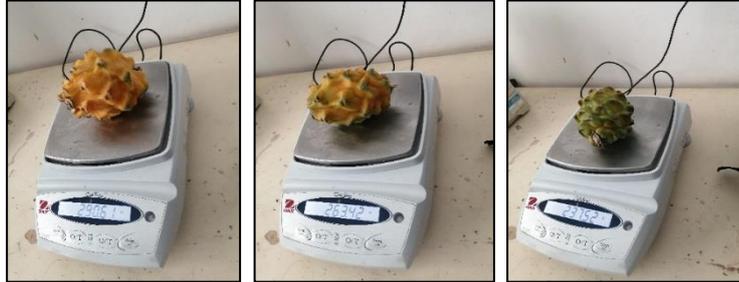


Figura 4. Pesado de frutos de pitahaya amarilla

- e. Pelado.**- La cáscara de los frutos fue removida con cuchillo, para extraer la pulpa.



Figura 5. Pelado de frutos de pitahaya amarilla

- f. Cortado.**- Los frutos fueron cortados en rodajas equivalentes de 0,5 cm de altura y 4 cm de diámetro.



Figura 6. Cortado de frutos de pitahaya amarilla

- g. Pesado.**- El peso de la pulpa se determinó, con la ayuda de una balanza gramera para conocer la cantidad exacta de pulpa al inicio y final del proceso, y así, determinar las diferencias existentes durante el tiempo de proceso.



Figura 7. Pesado de pulpa de pitahaya amarilla

- h. Congelación.-** Las muestras de pitahaya antes de ser liofilizadas, se congelaron a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una congeladora por espacio de tiempo de 9 horas.



Figura 8. Congelado de frutos de pitahaya amarilla

- i. Liofilización.-** Las láminas de pitahaya después de ser congeladas, fueron distribuidas en bandejas y se las colocó en el interior del equipo liofilizador con campana acrílica, panel comando, software de control de proceso en PC, y bomba de vacío. Luego de congelarse las muestras (rodajas de pitahaya) se trabajó a una presión y temperatura por debajo del punto triple del agua ($P = 4,6\text{ Torr}$ y $T = 0^{\circ}\text{C}$) para el proceso de sublimación o secado primario. Después de que el hielo en su totalidad se sublimó, existió mucha posibilidad de que quede agua retenida en las muestras, por ello, se probaron 3 valores de temperatura de liofilización 45°C ; 55°C ; 65°C .



Figura 9. Equipo para Liofilización

- j. Pesado.** - Después de terminado el proceso de liofilización, se pudo comprobar el peso del producto final con la ayuda de una balanza analítica. Este dato es importante, puesto, que nos permite conocer el rendimiento en peso de la pitahaya liofilizada. Es importante mencionar que los pesos fueron realizados en intervalos de 60 minutos hasta llegar a un peso constante.



Figura 10. Pulpa liofilizada y pesada

- k. Envasado.** - Finalmente, el producto final liofilizado se conservó en bolsa de polietileno de alta densidad.



Figura 11. Empacado de pitahaya liofilizada

- l. Almacenado.** – El producto final se almacenó en un lugar fresco y seco, evitando los rayos directos del sol y a una temperatura ambiente (27 °C) que permitirá evitar su deterioro.



Figura 12. Láminas de pitahaya almacenada

3.3.1. Diagrama para la obtención de pitahaya liofilizada

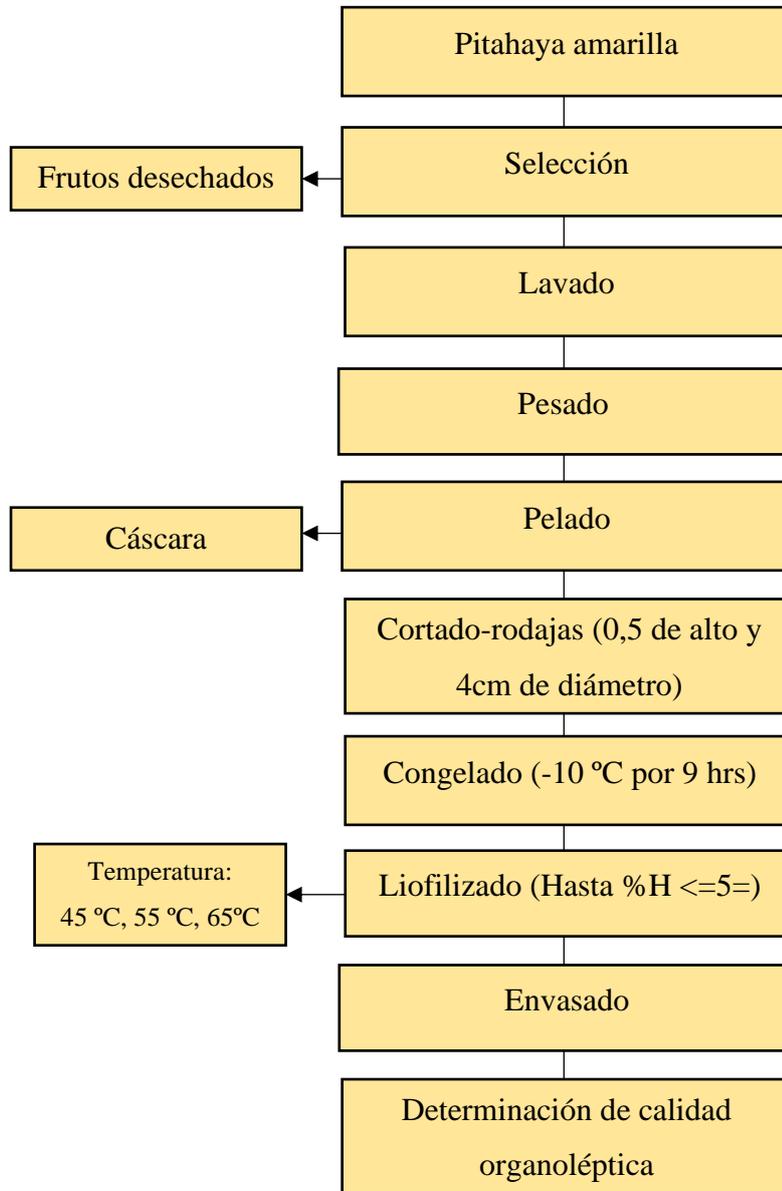


Figura 13. Diagrama de flujo para liofilización de frutos de pitahaya amarilla

3.3.2. Diagrama de operaciones para la obtención de pitahaya liofilizada

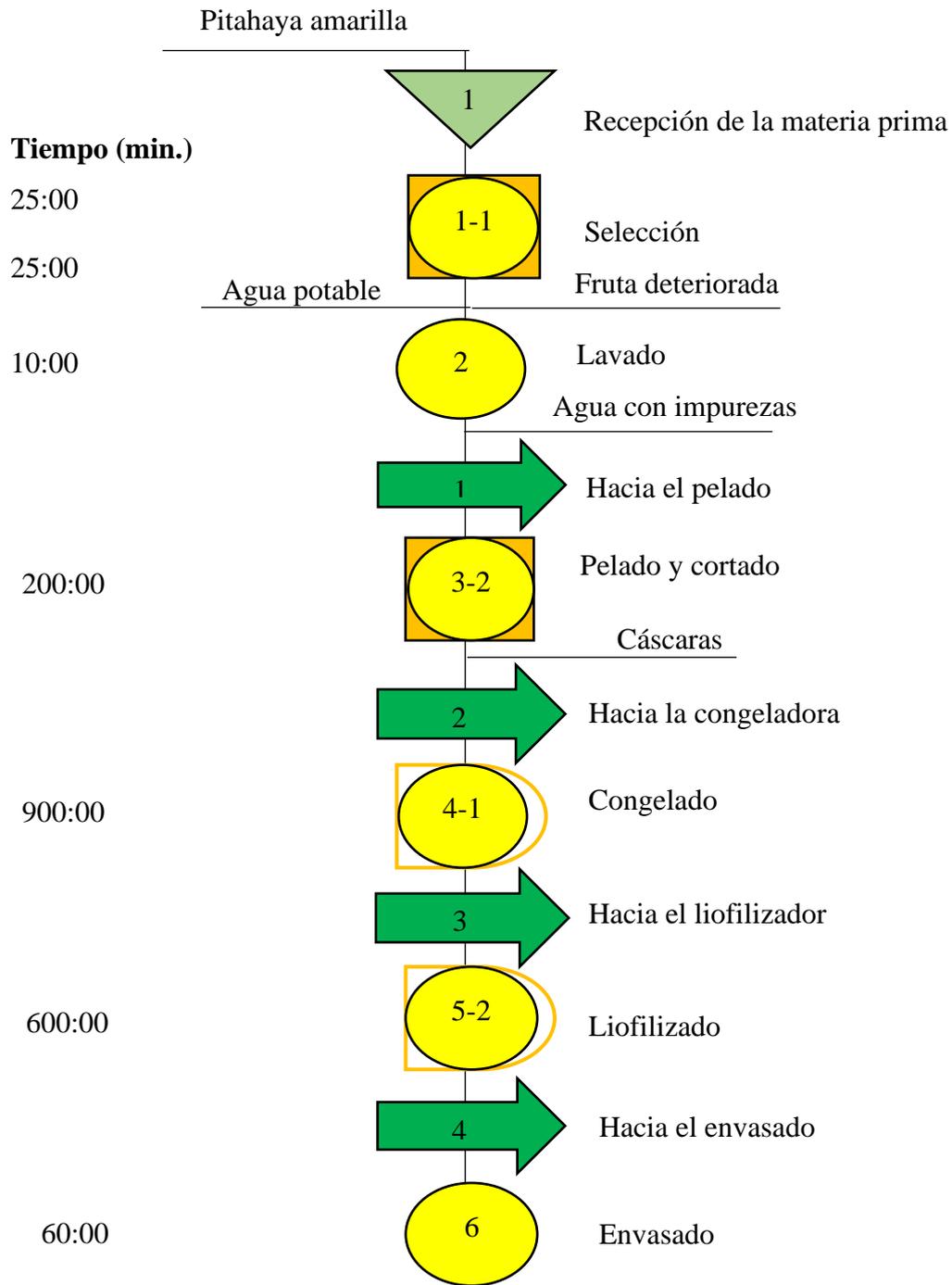


Figura 14. Diagrama de operaciones para la obtención de pitahaya liofilizada

3.4. Procedimiento para la determinación de los parámetros fisicoquímicos

3.4.1. Materia Prima.

a. Sólidos solubles (°Brix). Los sólidos solubles se determinó por el método del refractómetro, y se realizó al inicio del proceso, a la pulpa de la fruta fresca de pitahaya.

b. Porcentaje de acidez. Se utilizó el método de titulación, utilizándose Hidróxido de sodio al 0.1 N y el indicador fenolftaleína. La determinación de la acidez se realizó utilizando la siguiente expresión:

$$N_{(muestra)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

Donde:

$N_{(muestra)}$ = Normalidad de la muestra

$N_{(NaOH)}$ = Normalidad del NaOH

$V_{(gastado)}$ = Volumen gastado de NaOH

$V_{(solución)}$ = Volumen de la solución

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$m_{(sto)}$ = Masa del soluto

\bar{M} = Masa molar

V = Volumen de la solución

N = Normalidad de muestra

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$m(sto)$ = Masa del soluto

$m(muestra)$ = Masa inicial

- c. pH.** Se determinó el pH en las muestras con la ayuda de un pH-metro al inicio y final del proceso, siguiendo el método A.O.A.C. Este factor indica la concentración de iones de hidrógeno de una solución.
- d. Humedad.** Es la cantidad de agua que se encuentra en un cuerpo o solución. Se realizó en el analizador automático de humedad. Tomándose en cuenta que las muestras frescas de pitahaya cumplan con una humedad máxima de 87.9 %. Para determinar la humedad, se utilizó la siguiente expresión:

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

Donde:

$H\%$ = *Porcentaje de humedad*

m_0 = *Masa inicial*

m_{seca} = *Muestra seca*

- e. Peso.** El peso de la pulpa se determinó, con la ayuda de una balanza gramera para conocer la cantidad exacta de pulpa al inicio y final del proceso, para determinar las diferencias existentes durante el tiempo de proceso.

3.4.2. En el producto obtenido

- a. Sólidos solubles (°Brix).** La determinación de los grados °Brix se realizó para conocer los sólidos solubles finales de las hojuelas liofilizadas de la pitahaya. Se utilizó un refractómetro manual.
- b. Porcentaje de acidez.** La determinación del porcentaje de acidez del producto final, se realizó con el método de titulación, utilizándose Hidróxido de sodio al 0.1 N y el indicador fenolftaleína.
- c. pH.** El pH final de las hojuelas liofilizadas de pitahaya, se realizó con la ayuda de un pH metro en el laboratorio de alimentos de la Universidad Nacional de Jaén.

d. Humedad. Este punto es importante puesto que nos permitió conocer la cantidad en porcentaje de agua que se encuentra presente en la pitahaya liofilizada, y se pudo realizar con la ayuda de un analizador automático de humedad en cada una de las unidades experimentales. Asimismo, se registraron mediciones de humedad en la estufa cada 60 minutos para poder determinar las curvas de secado.

e. Peso. Después de terminado el proceso de liofilización, se pudo comprobar el peso del producto final con la ayuda de una balanza analítica. Este dato es importante, puesto, que nos permite conocer el rendimiento en peso del producto final.

3.5.Evaluación sensorial

En esta fase se analizaron indicadores de evaluación sensorial a través de un test de escala hedónica de 7 puntos, y fueron presentados a 20 catadores semientrenados quienes representaron los bloques. Se evaluaron los atributos de color, sabor, textura y aceptabilidad, disponiéndose de 3 tratamientos (A, B, C) que corresponden a los estados de madurez semi pintona, pintona, madura y a las temperaturas de liofilización 45°C; 55°C; 65°C. El formato de evaluación se muestra en el anexo 1.

3.6.Diseño Experimental

Para determinar el efecto de la temperatura sobre la calidad físico química y sensorial de la pitahaya amarilla en tres estados de madurez, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial: 3 A x 3 B.

Factor A: Estado de madurez de pitahaya

A1: Semi pintona

A2: Pintona

A3: Madura

Factor B: Temperatura de Liofilización

B1: 45 °C

B2: 55 °C

B3: 65 °C

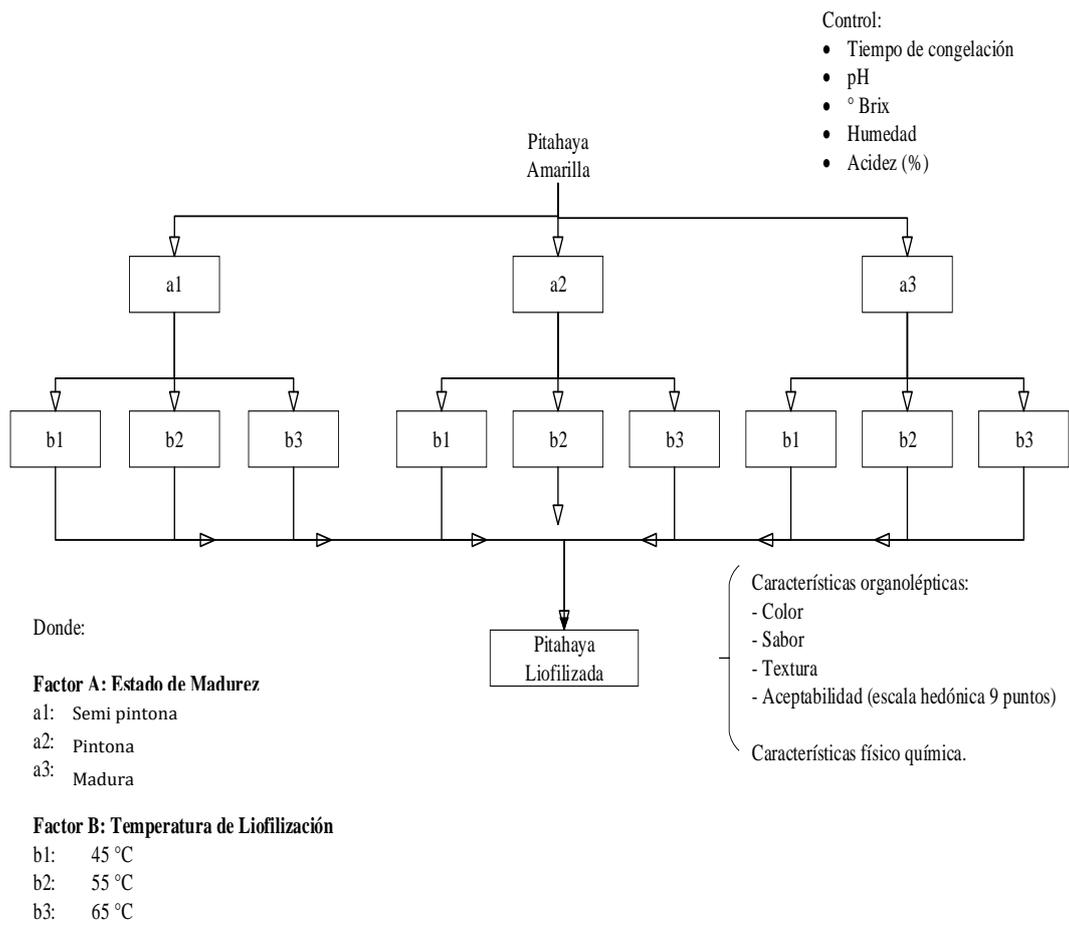


Figura 15. Diseño experimental para la evaluación de los factores en estudio

3.6.1. Tratamientos

La combinación de los factores en estudio A y B (estado de madurez y temperatura de liofilización) proporcionó 9 tratamientos, los mismos que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. *Tratamientos en estudio*

N° unid. Exper.	N° Tratam.	Estado de madurez	Temperatura de Liofilización	Combinación	Descripción
1	t1	a1	b1	a1b1	Pitahaya Semi pintona, Temp 45°C
2	t2	a1	b2	a1b2	Pitahaya Semi pintona, Temp 55°C
3	t3	a1	b3	a1b3	Pitahaya Semi pintona, Temp 65°C
4	t4	a2	b1	a2b1	Pitahaya pintona , Temp 45°C
5	t5	a2	b2	a2b2	Pitahaya pintona , Temp 55°C
6	t6	a2	b3	a2b3	Pitahaya pintona , Temp 65°C
7	t7	a3	b1	a3b1	Pitahaya madura ,Temp 45°C
8	t8	a3	b2	a3b2	Pitahaya madura ,Temp 55°C
9	t9	a3	b3	a3b3	Pitahaya madura , Temp 65°C

3.6.2. Características del experimento.

Número de Tratamientos : nueve (09)
Número de Repeticiones : tres (03)
Número de unidades experimentales : veinte y siete (27)

3.6.3. Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo compuesta por rodajas de pitahaya equivalentes de 0.5 cm de altura y 4 cm de diámetro.

3.6.4. Análisis de Varianza.

El análisis estadístico de las muestras se realizó mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) al 95% de probabilidad para la significancia. Para las comparaciones múltiples, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para los valores significativos y altamente significativos, y así se obtuvo los tratamientos con los mejores promedios. Se utilizó los programas estadísticos Minitab 17 y SPSS.

Tabla 2. *Esquema del ANOVA*

Fuente de Variación	G.L
Total	26
Tratamientos	8
FA (Estado de madurez de Pitahaya)	2
FB (Temperatura de Liofilización)	2
I (AxB)	4
Error Experimental	18

IV. RESULTADOS

4.1. Características físico – química de la pitahaya amarilla

➤ La pitahaya amarilla fresca tiene las siguientes características fisicoquímicas:

Tabla 3. *Características físico – química de la pitahaya amarilla fresca*

PITAHAYA SEMI PINTONA		PITAHAYA PINTONA		PITAHAYA MADURA	
Variable	Valor	Variable	Valor	Variable	Valor
° Brix	16	° Brix	15	° Brix	16.5
Acidez	1.26%	Acidez	0.67%	Acidez	0.49%
pH	5.39	pH	5.59	pH	5.81
Humedad	79.9%	Humedad	81.9%	Humedad	80.1%
Peso	18.8	Peso	15.7	Peso	30.1

Las variables estudiadas, fueron evaluadas bajo las normas NTP y siguiendo el método A.O.A.C. Los promedios de las variables °Brix, pH y humedad tuvieron una diferencia mínima entre los tres grupos de madurez. Con respecto a la acidez, existe una diferencia mínima entre la pitahaya pintona y madura (0.67% y 0.49% respectivamente), el valor para la semi pintona tuvo un promedio de 1.26%. Los pesos en las muestras semi pintona y pintona obtuvieron promedios similares, sin embargo, en el estado de madurez madura obtuvo un promedio de 30.1 g. De acuerdo a estos resultados el estado de madurez recomendada es pitahaya madura.

- La pitahaya amarilla liofilizada tiene las siguientes características fisicoquímicas:

a. °Brix

Para determinar los sólidos solubles de las hojuelas liofilizadas de pitahaya se realizó con un rango de comparación entre las muestras analizadas.

Tabla 4. Sólidos solubles (°Brix) en el producto terminado

Trat/Repet.	R1	R2	R3	Suma	Media
T1 a1b1	15.55	16.45	16.53	48.53	16.18
T2 a1b2	17.57	17.34	17.23	52.14	17.38
T3 a1b3	16.89	16.24	16.26	49.39	16.46
T4 a2b1	10.26	10.78	11.45	32.49	10.83
T5 a2b2	11.56	10.89	11.58	34.03	11.34
T6 a2b3	11.28	11.32	11.37	33.97	11.32
T7 a3b1	20.22	20.28	20.57	61.07	20.36
T8 a3b2	21.24	21.45	22.72	65.41	21.80
T9 a3b3	21.2	20.41	20.25	61.86	20.62
TOTAL	145.77	145.16	147.96	438.89	16.26

Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) ° Brix

F. V.	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	437.557	54.6947	257.72	<0.0001**
Tratamientos	8	437.557	54.6947	257.72	<0.0001**
Error	18	3.82	0.2122		
Total	26	441.377			

** : Alta significancia

Resumen del modelo

	S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
	0.460676	99.13%	98.75%	98.05%

Después de realizar el análisis de varianza podemos observar que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los factores y los tratamientos, esto significa que la combinación de los factores A (estado de madurez de la pitahaya) B (temperatura de liofilización) si presentan una significación estadística entre los sólidos solubles del producto

final. Por lo tanto, se realizó las pruebas de Tukey ($\alpha < 0,05$) para los tratamientos del factor A y factor B.

Tabla 6. Prueba de TUKEY (5%): ° Brix en el producto terminado

Tratamientos	N	Media	Rangos
T8 a3b2	3	21.803	A
T9 a3b3	3	20.620	A B
T7 a3b1	3	20.357	B
T2 a1b2	3	17.380	C
T3 a1b3	3	16.463	C
T1 a1b1	3	16.177	C
T5 a2b2	3	11.343	D
T6 a2b3	3	11.3233	D
T4 a2b1	3	10.830	D

La prueba de TUKEY nos indica que para la variable °Brix en la tabla 6 se puede apreciar que el mejor tratamiento T8 (pitahaya madura y temperatura de liofilización de 55°C) se obtuvo 21.803 °Brix hay una diferencia significativa en comparación con el resto de tratamientos, siendo este valor elegido como el mejor rango.

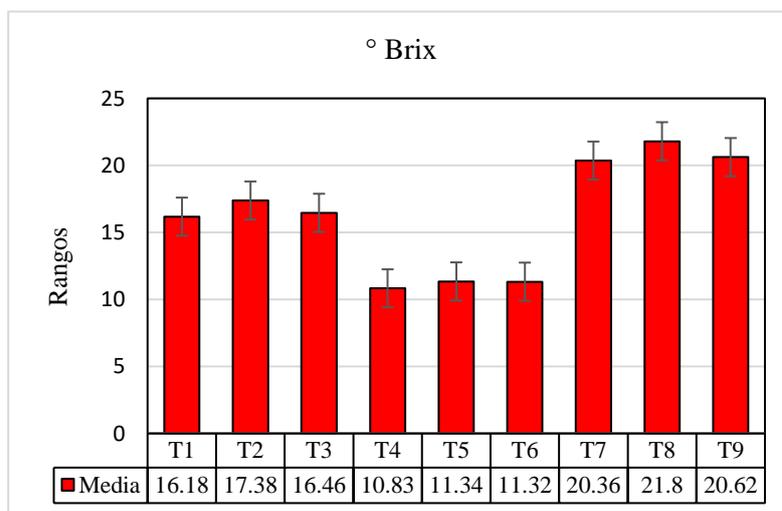


Figura 16. Análisis de sólidos solubles (°Brix) de pitahaya liofilizada

En la figura 16, se puede apreciar que la interacción (a3b2) el cual representó al tratamiento T8 (pitahaya madura y temperatura de liofilización 55 °C), tiene el mejor rango con una media de 21.803 °Brix. El tratamiento T4 (pitahaya pintona y temperatura de liofilización 45 °C) obtuvo el menor valor con una media de 10.830 °Brix.

b. Acidez

Tabla 7. Porcentaje de acidez en el producto terminado

TRAT/REPT.	R1	R2	R3	SUMA	MEDIA
T1 a1b1	6.16%	6.16%	6.17%	18%	6%
T2 a1b2	6.15%	6.15%	6.15%	18%	6%
T3 a1b3	6.16%	6.15%	6.16%	18%	6%
T4 a2b1	8.27%	8.27%	8.27%	25%	8%
T5 a2b2	8.27%	8.26%	8.26%	25%	8%
T6 a2b3	8.28%	8.28%	8.27%	25%	8%
T7 a3b1	5.90%	5.89%	5.89%	18%	6%
T8 a3b2	5.88%	5.88%	5.86%	18%	6%
T9 a3b3	5.89%	5.89%	5.89%	18%	6%
TOTAL	61%	61%	61%	183%	7%

Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) porcentaje de acidez

F. V.	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	0.003068	0.000383	115038.69	<0.0004**
Tratamientos	8	0.003068	0.000383	115038.69	<0.0004**
Error	18	0.0000	0.000		0.000
Total	26	0.003068			

** : Alta significancia

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0000577	100.00%	100.00%	100.00%

El análisis de varianza nos indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los factores y los tratamientos, esto significa que la combinación de los factores A (estado de madurez de la pitahaya) B (temperatura de liofilización) si presentan una significación estadística entre el porcentaje de acidez de la pitahaya liofilizada. Por lo tanto, se realizó las pruebas de Tukey ($\alpha < 0,05$) para los tratamientos en estudio.

Tabla 9. Pruebas de TUKEY (5%): Acidez (%) en el producto terminado

Tratamientos	N	Media	Rangos
T6 a2b3	3	8.28%	A
T4 a2b1	3	8.27%	A
T5 a2b2	3	8.26%	A
T1 a1b1	3	6.16%	B
T3 a1b3	3	6.16%	B
T2 a1b2	3	6.15%	B
T7 a3b1	3	5.89%	C
T9 a3b3	3	5.89%	C
T8 a3b2	3	5.87%	D

En la tabla 09, nuestra prueba de Tukey agrupo cuatro rangos (A, B, C, D), indicando que los tratamientos T6 - a2b3 (pitahaya pintona y temperatura de liofilización 65°C), T4 - a2b1(pitahaya pintona y temperatura de liofilización 45°C), T5 - a2b2(pitahaya pintona y temperatura de liofilización 55°C) obtuvieron las medias más elevadas con respecto al porcentaje de acidez 8.28%, 8.27%, 8.26% respectivamente y corresponden al mismo rango o grupo “A”.

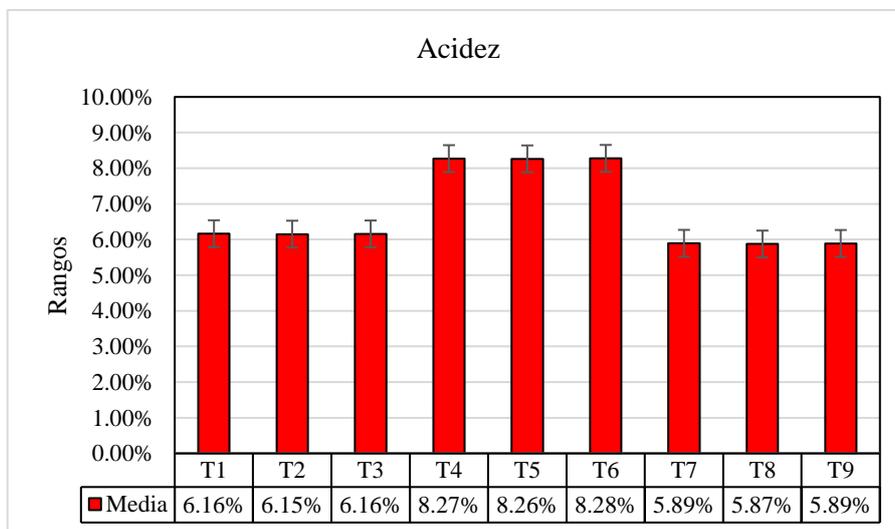


Figura 17. Análisis de porcentaje de acidez de pitahaya liofilizada

En la figura 17, se puede apreciar que la interacción (a2b3) el cual representó al tratamiento T6 (pitahaya pintona y temperatura de liofilización 65 °C), tiene el rango mayor con una media de 8.28% de porcentaje de acidez.

c. pH

Tabla 10. pH en el producto terminado

TRAT/REPT.		R1	R2	R3	SUMA	MEDIA
T1	a1b1	5.05	5.00	5.00	15.05	5.02
T2	a1b2	4.92	4.92	4.96	14.80	4.93
T3	a1b3	4.96	4.95	4.99	14.90	4.97
T4	a2b1	5.23	5.18	5.22	15.63	5.21
T5	a2b2	5.23	5.20	5.20	15.63	5.21
T6	a2b3	4.89	4.92	5.07	14.88	4.96
T7	a3b1	4.94	4.99	5.02	14.95	4.98
T8	a3b2	5.72	5.65	5.66	17.03	5.68
T9	a3b3	5.01	4.99	4.89	14.89	4.96
TOTAL		45.95	45.80	46.01	137.76	5.10

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) pH

F. V.	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	1.38327	0.172908	80.63	<0.0004**
Tratamientos	8	1.38327	0.172908	80.63	<0.0004**
Error	18	0.03860	0.002144		
Total	26	1.42187			

** : Alta significancia

Resumen del modelo

	S	R-cuad.	R-cuad.	R-cuad.
	0.046	97.29%	(ajustado) 96.08%	(pred) 93.89%

El análisis de varianza nos indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los factores y los tratamientos, esto significa que la combinación de los factores A (estado de madurez de la pitahaya) B (temperatura de liofilización) si presentan una significación estadística entre el pH de la pitahaya liofilizada. Se realizó las pruebas de Tukey ($\alpha < 0,05$) para los tratamientos en estudio.

Tabla 12. Prueba de TUKEY (5%): pH en el producto terminado

Tratamientos	N	Media	Rangos
T8	a3b2	3	5.6767 A
T5	a2b2	3	5.2100 B
T4	a2b1	3	5.2100 B
T1	a1b1	3	5.0167 C
T7	a3b1	3	4.9833 C
T3	a1b3	3	4.9667 C
T9	a3b3	3	4.9633 C
T6	a2b3	3	4.9600 C
T2	a1b2	3	4.9333 C

En la tabla 12, se puede observar que existe tres rangos (A, B, C); lo que nos indica que, el tratamiento T8 (Pitahaya madura, temperatura de liofilización 55 °C) tiene la mejor media pH 5.67 y pertenece al rango “A”, el T5 (Pitahaya pintona, temperatura de liofilización 55 °C) y T4 (Pitahaya pintona, temperatura de liofilización 45 °C), comparten el mismo rango “B”, los tratamientos T1, T7, T3, T9, T6, T2 pertenecen al mismo rango “C”, lo que nos indica que el estado de madurez y la temperatura de liofilización si influye en el pH del producto final.

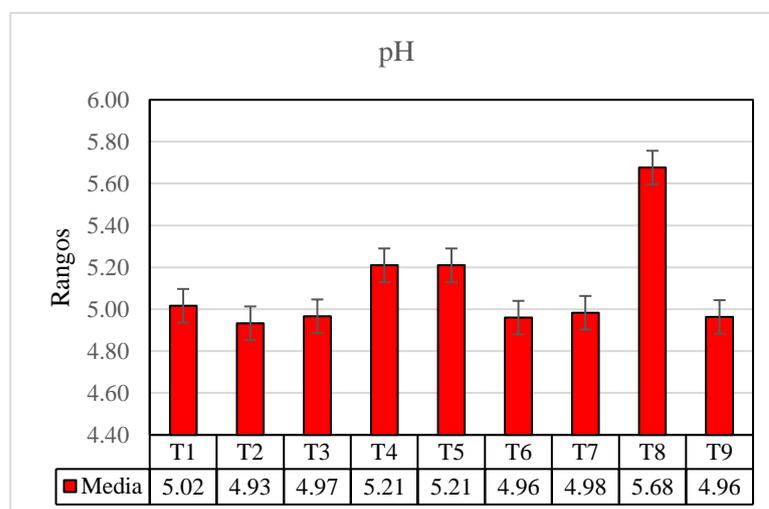


Figura 18. Análisis de porcentaje de acidez de pitahaya liofilizada

En la figura 18, se puede apreciar que la interacción (a3b2) el cual representó al tratamiento T8 (Pitahaya madura, temperatura de liofilización 55 °C), tiene el mayor de pH con una media de 5.6767 y pertenece al rango “A”. Los tratamientos T1, T7, T3, T9, T6, T2 pertenecen al mismo rango “C” y presentan valores similares de pH.

d. Humedad

La determinación de humedad en la pulpa de pitahaya liofilizada se realizó en el analizador automático de humedad. Se tomó como referencia estudios de investigación anteriores en pitahaya deshidratada y liofilizada con el objeto de comparar nuestros resultados con dichos trabajos realizados por otros autores anteriormente. Según nuestros resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites establecidos por investigaciones anteriores. En la tabla 13 se muestran los valores obtenidos de la humedad en el producto final.

Tabla 13. Humedad (%) de la pitahaya amarilla liofilizada

TRAT/REPT.	R1	R2	R3	SUMA	MEDIA
T1 a1b1	5.06	5.10	5.00	15.16	5.05
T2 a1b2	5.00	5.05	4.97	15.02	5.01
T3 a1b3	3.89	3.97	3.99	11.85	3.95
T4 a2b1	4.03	4.02	3.98	12.03	4.01
T5 a2b2	3.99	3.99	4.00	11.98	3.99
T6 a2b3	2.23	2.35	2.44	7.02	2.34
T7 a3b1	2.29	2.29	2.28	6.86	2.29
T8 a3b2	2.28	2.25	2.26	6.79	2.26
T9 a3b3	2.15	2.17	2.20	6.52	2.17
TOTAL	30.92	31.19	31.12	93.23	3.45

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) humedad pitahaya liofilizada

F. V.	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	34.4284	4.30355	1966.09	<0.0000**
Tratamientos	8	34.4284	4.30355	1966.09	<0.0000**
Error	18	0.03940	0.002190		
Total	26	34.4678			

** : Alta significancia

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.047	99.89%	99.83%	99.74%

En la tabla 14, podemos observar que el análisis de varianza indica que si existe diferencia estadísticamente significativa ($0.0000 < 0,05$) entre los factores y los tratamientos, esto significa que la combinación de los factores A (estado de madurez de la pitahaya) y B (temperatura de liofilización) si presentan una significación estadística para el contenido de

humedad final en la pitahaya amarilla liofilizada. Al existir significación estadística, se realizó las pruebas de Tukey ($\alpha < 0,05$) para verificar los tratamientos, factor A (estado de madurez de la pitahaya, B (temperatura de liofilización) que obtuvieron las mejores medias de humedad.

Tabla 15. Prueba de TUKEY (5%): Humedad de la pitahaya amarilla liofilizada

Tratamientos		N	Media	Rangos
T1	a1b1	3	5.0533	A
T2	a1b2	3	5.0067	A
T4	a1b3	3	4.0100	B
T5	a2b1	3	3.99333	B
T3	a2b2	3	3.9500	B
T6	a2b3	3	2.3400	C
T7	a3b1	3	2.28667	C D
T8	a3b2	3	2.26333	C D
T9	a3b3	3	2.1733	D

En la tabla 15, se puede observar que existe cuatro rangos (A, B, C, D); lo que nos indica que, el tratamiento T1- a1b1 (Pitahaya semi pintona y temperatura de liofilización 45 °C) y T2 - a1b2 (Pitahaya semi pintona, temperatura de liofilización 55 °C), obtuvieron las medias con mayor porcentaje de humedad (5.0533 % y 5.0067 % respectivamente), y la prueba de Tukey los agrupa en el mismo grupo “rango A”. Los tratamientos T4, T5, T3 pertenecen al rango “B” con 4.0100 %, 3.99333 %, 3.9500 % de humedad respectivamente.

El tratamiento T6 - a2b3, corresponde al rango “C”. Los tratamientos T7, T8 comparten el mismo grupo “Rangos C y D” con medias inferiores de humedad, debido al estado de madurez de la pitahaya y a la temperatura de liofilización (Pitahaya madura, Temperatura de liofilización 45°C; Pitahaya madura, Temperatura de liofilización 55°C, respectivamente). Siendo el tratamiento T9 el que mostró el menor contenido de humedad con una media del 2.1733 % y que corresponde al rango “C”. Por lo tanto, el estado de madurez y la temperatura de liofilización si influyen en el contenido de humedad final de las muestras de pitahaya amarilla liofilizada.

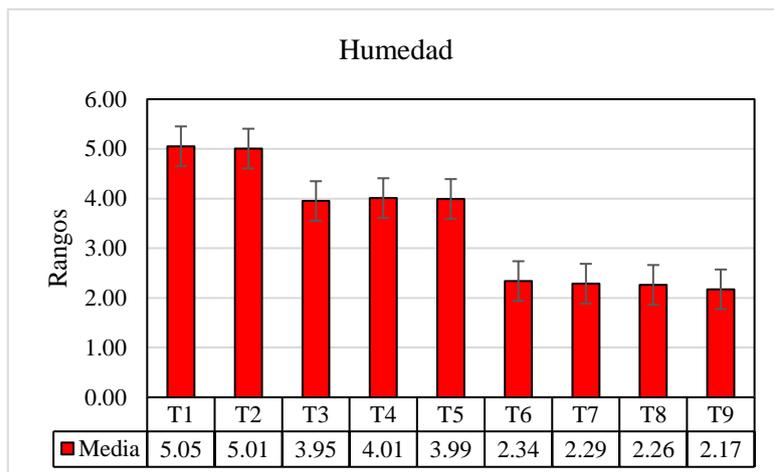


Figura 19. Análisis de la humedad (%) en pitahaya liofilizada

En la figura 19, podemos observar que los tratamientos T9, T8, T7, T6, fueron los tratamientos que obtuvieron menor porcentaje de humedad al final del proceso de liofilización. Por lo tanto, asumimos que estos son los mejores tratamientos por su menor contenido de porcentaje de humedad. Por su parte los tratamientos T1, T2, fueron los tratamientos con mayor porcentaje de humedad al final del proceso.

e. Peso

El peso final de las muestras de pitahaya amarilla se registró en función del tiempo de secado, al inicio del proceso, las muestras frescas se pesaron y se obtuvo valores promedio correspondientes a 18.8 g para las tres repeticiones de pitahaya semi pintona; 15.7 g para las tres repeticiones de pitahaya pintona; y 30.1 g para las tres repeticiones de pitahaya madura. Las muestras frescas pesadas fueron cortadas en rodajas equivalentes de 0,5 cm de altura y 4 cm de diámetro y luego fueron congeladas a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una congeladora por espacio de tiempo de 9 horas distribuidas en bandejas de plástico para posteriormente colocarlas en el interior del equipo liofilizador. Se fueron tomando el peso cada 60 minutos haciendo un total de 180 minutos de evaluación hasta llegar a tener un peso constante, que sería para nuestra investigación el peso final del producto por estado de madurez.

Según Castro (2011) se debe tomar mediciones de peso en rangos de tiempo determinados por el autor para poder realizar los diversos cálculos de humedad del producto y velocidad de deshidratación.

Tabla 16. *Análisis de Varianza (ANOVA) peso (g) de la pitahaya al final del proceso*

F. V.	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	4.5439	0.567987	3566.43	<0.0001
Tratamientos	8	4.5439	0.567987	3566.43	<0.0001
Error	18	0.00287	0.000159		
Total	26	4.54676			

**: Alta significancia

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.013	99.94%	99.91%	99.86%

En la tabla 17, se muestra el análisis de varianza, el mismo que indica que, si existe diferencia estadísticamente significativa ($0.0001 < 0,05$) entre los factores y los tratamientos, esto significa que la combinación de los factores A (estado de madurez de la pitahaya) y B (temperatura de liofilización) si presentan una significación estadística para el peso final en la pitahaya amarilla liofilizada.

Al existir significación estadística en los tratamientos, se realizó las pruebas de Tukey ($\alpha < 0,05$) para verificar los tratamientos, que obtuvieron los mejores pesos al final del proceso.

Tabla 17. *Prueba de TUKEY (5%): Peso (g) de la pitahaya al final del proceso*

Tratamientos	N	Media (g)	Rangos
T4 a2b1	3	1.793	A
T5 a2b2	3	1.770	A B
T6 a2b3	3	1.736	B
T7 a3b1	3	1.330	C
T8 a3b2	3	1.293	D
T9 a3b3	3	1.240	E
T1 a1b1	3	0.790	F
T2 a1b2	3	0.763	F G
T3 a1b3	3	0.740	G

Al realizar la prueba de Tukey en los tratamientos se puede observar que existen siete rangos (A, B, C, D, E, F, G); lo que nos indica que el tratamiento T4 - a2b1 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 45°C) obtuvo el mejor promedio con 1.793 g, y la prueba de

Tukey lo agrupa en el rango “A”. Los tratamientos T5 - a2b2 y T6 - a2b3 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 55°C y Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 65°C) obtuvieron medias de 1.770 g y 1.736 g respectivamente y pertenecen a los grupos de rango “A y B”.

El tratamiento T7 corresponde al rango “C” con una media de 1.330 g. El tratamiento T8 corresponde al rango “D” con una media de 1.293 g. El tratamiento T9 corresponde al rango “E” con una media de 1.240 g. Los tratamientos T1 y T2 comparten el mismo grupo de rango “F” con medias de 0.790 g y 0.763 respectivamente, sin embargo, T2 también pertenece al rango “G”. Finalmente, el tratamiento T3 - a1b3 fue el que obtuvo el menor peso con una media de 0.740 g el mismo que corresponde absolutamente al último rango clasificado por la prueba de Tukey “G”. Por lo tanto, el estado de madurez y la temperatura de liofilización si influyen en el peso final de las muestras en estudio (pitahaya amarilla liofilizada).

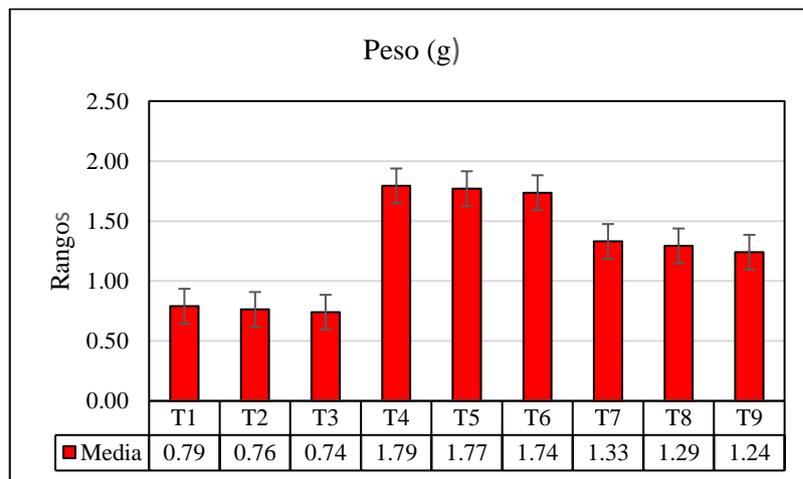


Figura 20. Análisis del peso final en pitahaya liofilizada

En la figura 20, podemos observar que los tratamientos T4 (a2b1), T5 (a2b2), T6 (a2b3), fueron los que obtuvieron los mejores pesos (1.79 g, 1.77 g, 1.74 g respectivamente), por lo tanto, asumimos, que son los mejores tratamientos para la variable peso final de pitahaya amarilla. Por su parte los tratamientos T7 (a3b1), T8 (a3b2), T9 (a3b3), obtuvieron valores por debajo de los tratamientos antes mencionados (1.33 g, 1.29 g, 1.24 g respectivamente), esto se debe al índice de madurez de la fruta al inicio del proceso y a la temperatura de liofilización a las cuales fueron sometidos estos tratamientos.

Finalmente, los tratamientos T1 (a1b1), T2 (a1b2), T3 (a1b3) fueron los que obtuvieron los menores pesos nuestra investigación, también podemos concluir que, sus valores calculados se deben al índice de madurez de la fruta (semi pintona) y la temperatura de liofilización a los que fueron sometidos.

f. Análisis Sensorial

En esta fase se analizaron indicadores de evaluación sensorial a través de un test de escala hedónica de 7 puntos, y fueron presentados a 20 catadores semientrenados quiénes representaron los bloques. Se evaluaron los atributos de color, sabor, textura y aceptabilidad, disponiéndose de 3 tratamientos y 3 repeticiones (A, B, C) que corresponden a los estados de madurez semi pintona, pintona, madura y a las temperaturas de liofilización 45°C; 55°C; 65°C.

Tabla 18. *Estados de madurez de pitahaya amarilla*

Estado de madurez	Código
Semi pintona	A
Semi pintona	A
Semi pintona	A
Pintona	B
Pintona	B
Pintona	B
Madura	C
Madura	C
Madura	C

1. Diseño estadístico del color

Este atributo fue evaluado mediante pruebas sensoriales dirigidos a 20 catadores, donde la escala de valoración fue 1 Me disgusta mucho, 2 Me disgusta moderadamente, 3 Me disgusta ligeramente, 4 No me gusta ni me disgusta, 5 Me gusta ligeramente, 6 Me gusta moderadamente, 7 Me gusta mucho.

Tabla 19. Análisis de Varianza (ANOVA) del Color

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F_{cal}	Signf.	F_{t(5%)}
Catadores	36.756	19	1.935	5.806	<0.0000**	1.655
Tratamientos	7.578	8	0.947	2.843	0.0057	2.000
Error	50.644	152	0.333			
Total	94.978	179				

** : Alta significancia

En la tabla 19, se observa que la probabilidad es menor a 0.05 ($0.0057 < 0.05$), por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H_a), por lo cual existe diferencia estadística significativa, asimismo, el valor $F_{cal} > F_{t(5\%)}$, indicando también que existe significancia entre los tratamientos evaluados para el atributo color. Por lo tanto, se concluye que las hojuelas de pitahaya amarilla liofilizada en tres estados de madurez y tratados con tres temperaturas de liofilización en sus diferentes tratamientos fueron de diferente color. Posteriormente, se procedió a realizar, el análisis de comparación múltiple de Tukey.

Tabla 20. Prueba de TUKEY del color

Tratamientos	Medias	Rangos
T4 (a2b1)	7.00	A
T5 (a2b2)	6.89	B
T6 (a2b3)	6.89	B
T7 (a3b1)	6.89	B
T8 (a3b2)	6.56	B
T9 (a3b3)	6.33	B
T1 (a1b1)	5.67	C
T2 (a1b2)	5.56	C
T3 (a1b3)	5.44	C

Con la prueba de Tukey podemos comprobar que, si existe una diferencia mínima significativa, tal y como se muestra en la tabla 22. El tratamiento T4 (a2b1) pertenece al rango “A” por lo que podemos afirmar que los catadores apreciaron el color normal y característico del producto, el cual corresponde a pitahaya pintona (pintona y temperatura de liofilización de 45 °C) y que obtuvo una media de 7.00 y es el tratamiento con mejor rango en cuanto al atributo color. Los tratamientos T5, T6, T7 obtuvieron medias iguales y Tukey los agrupa en el rango “B”. Los tratamientos T1, T2, T3 obtuvieron las menores medias y corresponden al rango “C”.

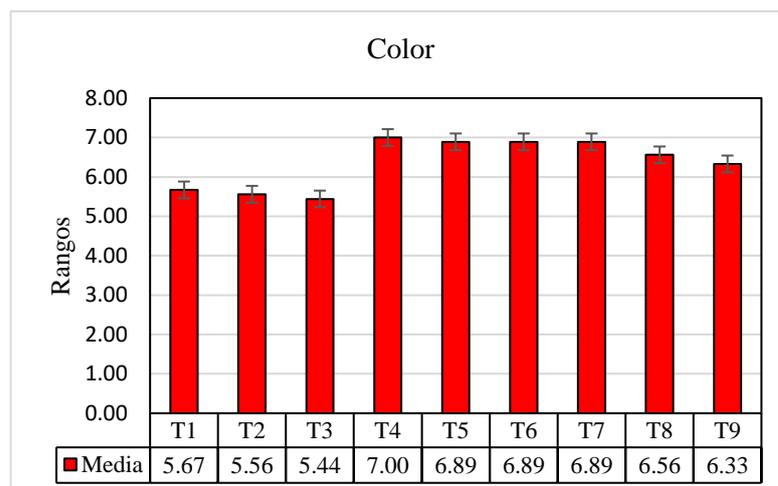


Figura 21. Mejor tratamiento para color

En el gráfico 21. se muestra que el tratamiento T4 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 45 °C), obtuvo una media de 7.00 y los tratamientos T6 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 65 °C), T7 (Pitahaya madura, Temperatura de liofilización 45 °C), T8 (Pitahaya madura, Temperatura de liofilización 55 °C) obtuvieron medias de 6.89 respectivamente, por lo cual, son los tratamientos con mayor escala en el test de evaluación por tener un color agradable para el consumidor.

2. Diseño estadístico del sabor

Fue evaluado mediante pruebas sensoriales dirigidos a 20 catadores, donde la escala de valoración fue 1 Me disgusta mucho, 2 Me disgusta moderadamente, 3 Me disgusta ligeramente, 4 No me gusta ni me disgusta, 5 Me gusta ligeramente, 6 Me gusta moderadamente, 7 Me gusta mucho.

Tabla 21. Análisis de Varianza (ANOVA) del sabor

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F _{cal}	Signf.	F _{t(5%)}
Catadores	34.444	19	1.813	3.122	0.0001	1.655
Tratamientos	25.078	8	3.135	5.399	<0.0000**	2.000
Error	88.256	152	0.581			
Total	147.778	179				

** : Alta significancia

En la tabla 21, se observa que la probabilidad es menor a 0.05 ($0.0000 < 0.05$), por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H_a), por lo cual existe diferencia estadística significativa,

asimismo, el valor $F_{cal} > F_{t(5\%)}$, indicando también que existe significancia entre los tratamientos evaluados para el atributo sabor. Por lo tanto, se concluye que las hojuelas de pitahaya amarilla liofilizada en tres estados de madurez y tratados con tres temperaturas de liofilización en sus diferentes tratamientos de diferente sabor. Para conocer las mejores medias de los tratamientos se procedió a realizar, el análisis de comparación múltiple de Tukey.

Tabla 22. Prueba de TUKEY del sabor

Tratamientos		Medias	Rangos	
T5	a2b2	6.56	A	
T6	a2b3	6.33	B	
T4	a2b1	6.22	B	
T9	a3b3	6.00	B	
T8	a3b2	5.89	C	
T3	a1b3	5.78	C	
T7	a3b3	5.67	C	
T2	a1b2	5.11	D	
T1	a1b1	5.00	D	

Con la prueba de Tukey podemos comprobar que, si existe una diferencia significativa, tal y como se muestra en la tabla 22. El tratamiento T5 (a2b2) obtuvo la mejor media 6.56 puntos, y pertenece al rango “A” por lo que podemos afirmar que los catadores apreciaron el sabor agradable y característico del producto, este tratamiento corresponde a pitahaya pintona estado de madurez y temperatura de liofilización de 55 °C. Los tratamientos T6, T4, T9 obtuvieron con diferencias mínimas (6.33, 6.22, 6.00, respectivamente) y Tukey los agrupa en el rango “B”. Los tratamientos T8, T3, T7 obtuvieron las menores medias (5.89, 5.78, 5.67, respectivamente) y corresponden al rango “C”. Por su parte, los tratamientos T2 y T1 fueron aquellos que obtuvieron los menores valores (5.11 y 5.00 puntos respectivamente) y corresponden al rango “D”

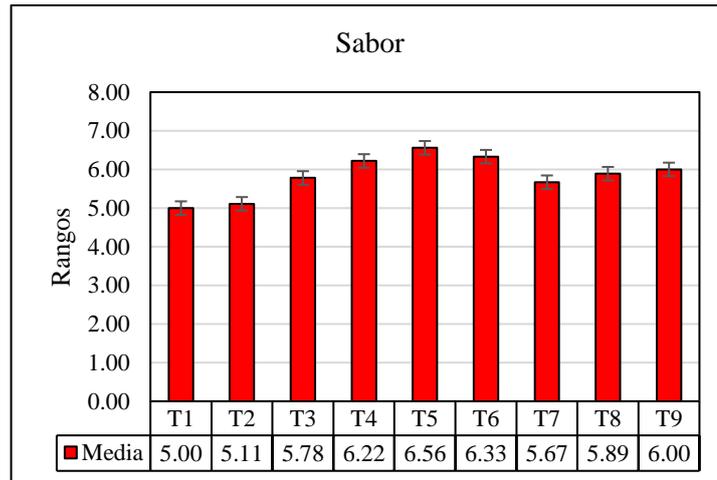


Figura 22. Mejor tratamiento para sabor

En el gráfico 22 se muestra que el tratamiento T4 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 55 °C), obtuvo una media de 6.56 puntos y los tratamientos T6 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 65 °C) y T4 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 45 °C), obtuvieron 6.33 y 6.22 puntos respectivamente, por lo cual, son los tratamientos con mejores escalas en el test de evaluación sensorial. Los tratamientos T7, T8, obtuvieron medias de 5.67, 5.89 puntos según la escala hedónica, estos tratamientos tuvieron apreciaciones aceptables por parte de los catadores. Sin embargo, los tratamientos T1, T2 y T3 son los que menores valores obtuvieron y corresponden al estado de madurez semi pintona liofilizado a temperaturas 45 °C, 55 °C, 65 °C, respectivamente.

3. Diseño estadístico de la textura

El atributo textura se realizó mediante pruebas dirigidas a 20 catadores. La escala de valoración fue 1 Me disgusta mucho, 2 Me disgusta moderadamente, 3 Me disgusta ligeramente, 4 No me gusta ni me disgusta, 5 Me gusta ligeramente, 6 Me gusta moderadamente, 7 Me gusta mucho.

Tabla 23. Análisis de Varianza (ANOVA) de la textura

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F _{cal}	Signf.	F _{t(5%)}
Catadores	26.911	19	1.416	3.825	<0.0000**	1.655
Tratamientos	43.711	8	5.464	14.754	<0.0000**	2.000
Error	56.289	152	0.370			
Total	126.911	179				

** : Alta significancia

En el análisis de varianza encontrado, se muestra que la significancia es menor a 0.05 (0.0000 < 0.05), por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H_a), y se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo cual existe diferencia estadística significativa. Asimismo, el valor $F_{cal} > F_{t(5\%)}$, indicando también que existe significancia entre los tratamientos evaluados para el atributo textura. Por lo tanto, se concluye que las hojuelas de pitahaya amarilla liofilizada en tres estados de madurez y tratados con tres temperaturas de liofilización en sus diferentes tratamientos fueron de diferente textura.

Para conocer las mejores medias de los tratamientos se procedió a realizar, el análisis de comparación múltiple de Tukey.

Tabla 24. Prueba de TUKEY de la textura

Tratamientos		Medias	Rangos	
T2	a1b2	6.56	A	
T3	a1b3	6.56	A	
T1	a1b1	6.33	A	B
T6	a2b3	6.22	B	
T4	a2b1	6.11	B	C
T5	a2b2	5.89	C	
T8	a3b2	5.78	C	
T7	a3b1	5.44	D	
T9	a3b3	5.22	D	

Los resultados tabulados de la variable textura muestra que el tratamiento T2 (a1b2), T3 (a1b3) y T1 (a1b1) son los tres tratamientos sobresalientes, sin embargo, fue el T2 y T3 los tratamientos más aceptados por los catadores y se trata de las interacciones A x B (pitahaya semi pintona – temperatura de liofilización 55 °C y pitahaya semi pintona – temperatura de liofilización 65 °C, respectivamente).

Asimismo, la prueba de comparación múltiple de Tukey los agrupa en el rango “A”. Por su parte, los tratamientos T6 y T4 corresponden al rango “B” y son muestras que fueron aceptados por los catadores moderadamente, estas muestras corresponden a las interacciones A x B (pitahaya pintona – temperatura de liofilización 65 °C y pitahaya pintona – temperatura de liofilización 45 °C, respectivamente).

Los tratamientos T5 y T8 pertenecen al rango “C” y son muestras que fueron aceptados por los catadores en el rango “me gusta ligeramente”. Finalmente, T7 y T9 fueron los tratamientos que alcanzaron los menores niveles de aceptación de la variable textura.

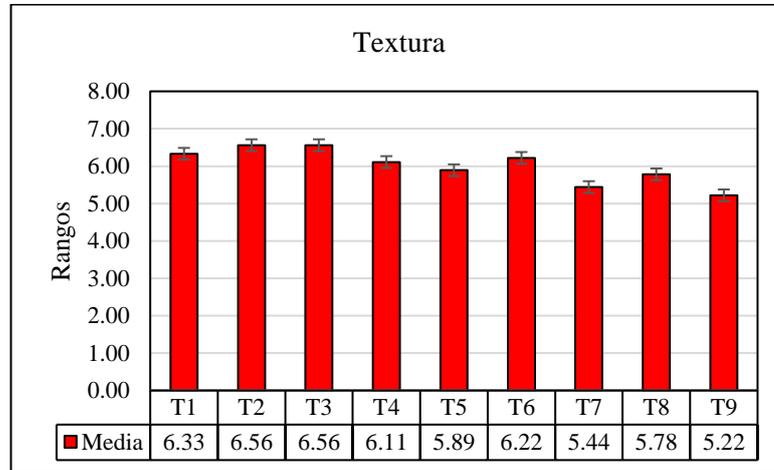


Figura 23. Mejor tratamiento para textura

El gráfico 23, muestra que los tratamientos T2 y T3 para la variable textura obtuvieron una media de 6.56 puntos respectivamente, según el test de la escala hedónica, este puntaje asignado por los catadores corresponde a los mejores tratamientos con la designación “Me gusta mucho”. Los tratamientos T7 y T8 fueron los tratamientos que obtuvieron apreciaciones aceptables según la escala hedónica tiene la designación “Me gusta moderadamente”. Por lo tanto, los mejores tratamientos pertenecen a las muestras de pitahaya semi pintona (semi pintona con temperatura de liofilización 55 °C y semi pintona con temperatura de liofilización 65 °C). Las muestras de pitahaya pintona alcanzaron valores aceptables.

V. DISCUSIONES

Nuestros resultados de las características físico químicas demuestran que existe una diferencia mínima en algunas variables estudiadas, los °Brix para los tres estados de madurez correspondieron a 16, 15 y 16.5, estos datos son similares a lo encontrado por Rodríguez (2005) quién manifiesta que el rango ideal de °Brix de pitahaya amarilla tiene un valor de 14. Por su parte, Huayama y Tirado (2013) aseguran que el rango de °Brix debe estar en valor promedio de 14,4. Concluyo que nuestra investigación tiene correlación con lo encontrado por los autores citados, confirmando que la madurez óptima para obtener un producto de calidad en el análisis sensorial, debe estar en los rangos de 80% a 100% de madurez (índice de madurez 3 y 5).

El porcentaje de acidez obtenido en la fruta fresca, demuestran que los tres estados de madurez investigados, arrojaron valores menores a los encontrados por Rodríguez en el 2005, quién determinó que el porcentaje de acidez es de 2.54%. Otro estudio realizado por Huayama & Tirado en el 2013 determinó que la pitahaya amarilla tiene 2.59%. Nuestros valores hallados oscilan entre 0.49 % (pitahaya madura), 0.67 % (pitahaya pintona) y 1.26 % (pitahaya semi pintona) notándose una diferencia significativa entre los autores mencionados anteriormente.

El estado de madurez pitahaya madura tiene el mejor peso con un promedio de 30.1 g, por lo tanto, se trata de una fruta con madurez fisiológica y comercial y, que se diferencia de los estados de madurez pintona y semi pintona, con respecto a sus pesos promedios que fueron 18.8 g y 15.7 g notándose que aún no han llegado a su máximo rango comercial. Sin embargo, en las pruebas organolépticas la fruta pintona tiene excelente calidad.

El contenido de sólidos solubles en el producto terminado fue de 21.80 °Brix que correspondió a la pitahaya madura a una temperatura de 55°C a diferencia de Ayala (2010) con un valor más bajo de 19.23 °Brix con índice de madurez 4. Concluyo que el contenido de °Brix en la pitahaya amarilla madura tendremos un producto de calidad.

El análisis de acidez del producto terminado nos indica que el tratamiento T8 (pitahaya madura a una temperatura de 55 °C) determinó un 5.87% de acidez y un pH de 5.67 ligeramente ácido, el estudio realizado por Huayama & Tirado en el 2013 determinó que la pitahaya amarilla tiene 2.59% de acidez.

Se determinó un contenido de humedad 5.0533 % en el tratamiento T1. En la investigación Huayama y Tirado (2013) humedad final de 10,04 % la más baja, en cuanto a la investigación se concluye que se obtuvo menor porcentaje de humedad en la pitahaya amarilla 60% de madurez y a una temperatura de liofilización de 45°C.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- De acuerdo a nuestros resultados obtenidos la madurez óptima para obtener pulpa de pitahaya amarilla es en estado de madurez madura y pintona, estas presentan mejores características físico – químicas según los parámetros evaluados.
- Entre los tres estados de madurez estudiados en la fruta fresca, existe una diferencia en los °Brix y pH (16 °Brix semi pintona, 15 °Brix pintona, 16.5 °Brix madura y pH 5.39 semi pintona, pH 5.59 pintona, 5.81 madura). El porcentaje de acidez evaluado en la fruta fresca mostró una diferencia mínima en los estados de madurez pintona y madura con 0.67 % y 0.49 % respectivamente. El estado de madurez semi pintona obtuvo 1.26 %.

Los pesos de la fruta fresca en los estados de madurez semi pintona y pintona obtuvieron promedios similares con 18.8 g y 15.7 g respectivamente. Sin embargo, la fruta madura alcanzó un promedio de 30.1 g.

- De acuerdo al resultado obtenido estos serían los parámetros de liofilización para la obtención de hojuelas de pitahaya liofilizada: El análisis de sólidos solubles (°Brix) en el producto terminado, mostró que el tratamiento T8 combinación (estado de madurez madura y temperatura de liofilización 55 °C) obtuvo el mejor promedio con 21.80 °Brix, observándose que la fruta madura contiene más azúcares que la fruta pintona y semi pintona.

El análisis de la acidez en el producto terminado, indica que los tratamientos T6 - a2b3, T4 - a2b1, T5 - a2b2 obtuvieron las medias más elevadas de porcentaje de acidez con 8.28%, 8.27%, 8.26% respectivamente. El Tratamiento T8 tuvo el menor nivel de acidez con 5.87 %.

El tratamiento T8 (pitahaya madura y temperatura de liofilización 55 °C), según el análisis de varianza y prueba de Tukey fue la muestra que tuvo la media de mayor rango pH 5.67 (ligeramente ácido).

Se determinó que el tratamiento T1 - a1b1 (Pitahaya semi pintona, temperatura de liofilización 45 °C) y T2 - a1b2 (Pitahaya semi pintona, temperatura de liofilización 55 °C), fueron los tratamientos que alcanzaron los mayores porcentajes de humedad con 5.0533 % y 5.0067 % respectivamente. El T9 fue el tratamiento que alcanzó el menor contenido de humedad con un promedio de 2.1733 % y que corresponde a pitahaya al 100 de madurez, liofilizada a una temperatura de 55 °C.

Se determinó que el tratamiento que obtuvo el mejor promedio para la variable peso, fue T4 - a2b1 (Pitahaya pintona, Temperatura de liofilización 45°C) con 1.793 g. El menor peso fue alcanzado por el tratamiento T3 - a1b3 que corresponde a pitahaya semi pintona, liofilizado a una temperatura de 65 °C.

- En cuanto a las características organolépticas evaluadas por los catadores mediante un análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento para la característica color fue el tratamiento T4 (a2b1) con una media de 7.00 correspondiendo a este tratamiento la pitahaya pintona y temperatura de liofilización 45 °C. El tratamiento T3 (a1b3) fue el que alcanzó el menor valor con una media de 5.44 puntos. Para la característica sabor, el tratamiento T5 (a2b2) fue el que tuvo la mejor media con 6.56 puntos y T1 (a1b1) fue el tratamiento que alcanzó la menor media con 5.00 puntos. Para la característica textura, los tratamientos T2 - a1b2 (media 6.56), T3 - a1b3 (media 6.56) y T1 - a1b1 (media 6.33) fueron los tres tratamientos sobresalientes, sin embargo, fue el T2 y T3 los tratamientos más aceptados por los catadores. Se concluyó que los tratamientos evaluados cumplieron con las expectativas de los catadores y con los parámetros de calidad requeridos. El proceso de liofilización de todas las unidades experimentales, duró 4 días, iniciando el 28 de julio de 2019, y terminando el proceso el día 31 de julio de 2019.

6.2. Recomendaciones

- Realizar investigaciones utilizando la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en diferentes estados de madurez con la finalidad de comparar sus características fisicoquímicas y organolépticas frente a la pitahaya amarilla.
- Aplicar los factores estudiados en esta investigación con otras frutas exóticas como mora, mango, maracuyá.
- A las autoridades de la Universidad Nacional de Jaén implementar una planta piloto para el procesamiento de alimentos liofilizados.
- Al Gobierno Regional promover la comercialización de pitahaya amarilla liofilizada en hojuelas al mercado nacional e internacional.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. A. (2014). Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*). Ecuador.
- Ayala, A.; Serna, L.; Mosquera, E. (2010). Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Revista de la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia. 127 pág. ISSN 0121-4004/ISSNe 2145-2660. Volumen 17 número 2, año 2010.
- Castro, M.; Manosalvas, Y. (2011). Obtención de láminas deshidratadas de Arazá “*Eugenia spitata*” (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador.
- Córdova, A. (2013). Agraria.pe. Disponible en <http://agraria.pe/noticias/se-reducen-exportaciones-de-pitahaya-en-el-peru-3949> [consulta: mayo 2019].
- Dirección de Información Agraria – Amazonas (2012).
- Huayama, P.; Tirado, I. (2013). “Efecto del tiempo de congelación en la capacidad de rehidratación de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) liofilizada. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas. Revista Agroindustrial Science de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Trujillo.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – NTC 3554. Frutas frescas: pitahaya. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Cenicafé. Bogotá: ICONTEC. 1996

- Kondo, T., Mauricio, M., Medina, J.A., Rebolledo, A., & Cardozo, C. (2013). Tecnología para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum ex Vaupel) Moran en Colombia. Colombia: Corpoica.
- Le Bellec, F.; Vaillant, F.; Imbert, E. 2006. “Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future”. *Fruit*, vol. 61, no. 04, julio de 2006, pp. 237-250, ISSN 1625-967X, DOI 10.1051/fruits:2006021.
- Marulanda, J. (2002). “Determinación del perfil de calentamiento y evaluación sensorial en la elaboración de pulpa liofilizada de mango variedad tommy atkins”. Universidad Nacional de Colombia, especialización en ciencia y tecnología de alimentos programa inter facultades – Manizales.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corporación Colombia Internacional. Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos en Colombia. Disponible en <http://www.cci.org.co/Manual/Productos/Frutas/Pitahaya02.htm>. [consulta: mayo 2019].
- Montesinos, J.; Rodríguez, L.; Ortiz, R.; Fonseca, M.; Ruíz, G.; Guevara, F. 2015. Pitahaya (*Hylocereus* spp.) Un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco Mexicano. Cultivos tropicales. Ministerio de Educación Superior. Cuba Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Revisión bibliográfica. ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819-4087.
- Navas, J. 2006. Liofilización, Estado del Arte. Universidad del Valle Programa Doctoral en Ingeniería de Alimentos. Cali, Colombia. Recuperado de www.ingenieriaquimica.net
- Orrico, G. (2013). Respuesta de la Pitahaya Amarilla (*Cereus triangularis*) a la aplicación complementaria de dos fertilizantes en tres dosis. Puerto Quito, Pichincha. Ecuador.

- Osuna, E.; Ibarra, M.; Valdez, B.; Villarreal, M.; Hernández, S. 2010. Calidad postcosecha de frutos de Pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.). Artículo científico, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, México. 10 p.
- Parzanese, M. 2003. Tecnología para la Industria Alimentaria. Liofilización de alimentos. Ficha N° 3. Alimentos argentinos. Ministerio de Agricultura. 12 p.
- Rodríguez, D.; Patiño, M.; Miranda, D.; Fischer, G.; Galvis, J. 2005. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). Proyecto “Desarrollo de tecnologías de cosecha y poscosecha para mango común, mora, lulo, pitahaya y uchuva” del convenio SENA-CIAL-Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá, Colombia. 21 p.
- Sánchez, J. H. (2017). “Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), en el distrito Churuja, Amazonas. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. 95 p.
- Surco, F.; Tipiana, R.; Torres, Y.; Valle, M.; Panay, J. (2017). Efectos de liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de *Mangifera indica*. Facultad de Farmacia y Bioquímica UNICA. Artículo científico. 08 p.
- Viteri, P. y Cornejo F. (2007). “Estudio de Estabilidad de la Pulpa de Mora sometida a un Proceso de Liofilización”. Facultad de ingeniería en mecánica y ciencias de la producción escuela superior politécnica del litoral – Ecuador.
- Vite, A. (2014). Posibilidades de introducir el cultivo de Pitaya en el distrito de Frías (Ayabaca – Piura). Espacio y Desarrollo N° 26, pp. 129-142 (ISSN 1016-9148). Pontificia Universidad Católica del Perú.

AGRADECIMIENTO

A Dios, que me diste el don de la perseverancia para poder alcanzar mis metas y haber logrado concluir mi carrera profesional.

A mis padres, Juana Z. Marcelo Peña y Rigoberto Vásquez Malca que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mis hermanas, que me dieron su apoyo y amor incondicional en cada logro de mi vida profesional, sobrinos y sobrinas que también pusieron su granito de arena para poder culminar esta investigación.

A tí, que eres especial en mi vida por brindarme tú apoyo y creer en mí y a todas las personas que me tendieron su mano y aportaron considerablemente en mi investigación.

DEDICATORIA

A Dios por ser el sostén de mi vida y darme la fuerza necesaria para lograr mis objetivos trazados, a mi familia que estuvo durante cada paso que di durante mi vida universitaria.

A la Universidad Nacional de Jaén por forjarme como profesional en el campo de Ingeniería de Industrias Alimentarias y a los docentes que contribuyeron en mi formación académica.

Al Mg. Noly Cristóbal Vílches Parra por su asesoría y el tiempo brindado a lo largo de este proceso.

Al Ing. Polito Michael Huayama Soplá, Coordinador de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, por aceptar ser mi co-asesor, por brindarme sus conocimientos y consejos.

Al M.Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz Director Ejecutivo del INDES CES por su apoyo incondicional y al Ing. Daniel Tineo por su monitoreo en el laboratorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

ANEXOS

Anexo 1

FORMATO DE TEST ESCALA HEDÓNICA

PANELISTA:.....

CÓDIGO DE MUESTRA:.....

LUGAR Y FECHA:.....

Pruebe las muestras y marque el punto de la línea que corresponde la intensidad de cada atributo de acuerdo a la siguiente escala:

Me gusta mucho	= 7
Me gusta moderadamente	= 6
Me gusta ligeramente	= 5
No me gusta ni me disgusta	= 4
Me disgusta ligeramente	= 3
Me disgusta moderadamente	= 2
Me disgusta mucho	= 1

Muestras	Color	Sabor	Textura
A
B
C

Comentarios:

.....
.....
.....

Fuente: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, 2012.

Anexo 2. Determinación de la acidez de muestra fresca

SEMI PINTONA "A"

$$\text{Masa muestra} = 10 \text{ gr}$$

$$\text{Volumen}_{(sol)} = 200 \text{ mL (muestra)}$$

$$\text{Ác. Ascorbico} - \bar{M} = 176.12 \text{ g/mol}$$

$$\emptyset = 2$$

$$\text{Normalidad}(\text{NaOH}) = 0.0683 \text{ N}$$

$$\text{Volumen}_{(gastado)} = 2.7 \text{ mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(\text{NaOH}) * \text{Gasto}(\text{NaOH})}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683 \text{ N}) * (2.7 \text{ mL})}{25 \text{ mL}}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.18441}{25} = 0.007376 \text{ N}$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 0.2 \text{ L} * 0.007376 \frac{\text{eq}}{\text{L}}$$

$$m_{(sto)} = 0.12990 \text{ g}$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$\text{ACIDEZ}\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.12990 \text{ g}}{10 \text{ g}} * 100$$

$$A\% = 1.299 \%$$

$$A\% = 1.29\%$$

SEMI PINTONA "B"

$$\text{Masa muestra} = 10\text{gr}$$

$$\text{Volumen}_{(sol)} = 200\text{ mL (muestra)}$$

$$\text{Ác. Ascorbico} - \bar{M} = 176.12\text{ g/mol}$$

$$\emptyset = 2$$

$$\text{Normalidad(NaOH)} = 0.0683\text{ N}$$

$$\text{Volumen}_{(gastado)} = 2.6\text{ mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(\text{NaOH}) * \text{Gasto}(\text{NaOH})}{V(\text{sol})}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683\text{ N}) * (2.6\text{ mL})}{25\text{ mL}}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.17758}{25} = 0.007103\text{ N}$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2}\frac{\text{g}}{\text{mol}} * 0.2\text{ L} * 0.007103\frac{\text{eq}}{\text{L}}$$

$$m_{(sto)} = 0.12509\text{ g}$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.12509 \text{ g}}{10 \text{ g}} * 100$$

$$A\% = 1.250 \%$$

$$A\% = 1.25\%$$

SEMI PINTONA "C"

$$\text{Masa muestra} = 10 \text{ gr}$$

$$\text{Volumen}_{(sol)} = 200 \text{ mL (muestra)}$$

$$\text{Ác. Ascorbico} - \bar{M} = 176.12 \text{ g/mol}$$

$$\emptyset = 2$$

$$\text{Normalidad}(\text{NaOH}) = 0.0683 \text{ N}$$

$$\text{Volumen}_{(gastado)} = 2.6 \text{ mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(\text{NaOH}) * \text{Gasto}(\text{NaOH})}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683 \text{ N}) * (2.6 \text{ mL})}{25 \text{ mL}}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.17758}{25} = 0.007103 \text{ N}$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 0.2 \text{ L} * 0.007103 \frac{\text{eq}}{\text{L}}$$

$$m_{(sto)} = 0.12509 \text{ g}$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDE\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.12509 \text{ g}}{10 \text{ g}} * 100$$

$$A\% = 1.250 \%$$

$$A\% = 1.25\%$$

MADURA "A"

$$Masa \text{ muestra} = 10gr$$

$$Volumen_{(sol)} = 200 \text{ mL (muestra)}$$

$$\acute{A}c. \text{ Ascorbico} - \bar{M} = 176.12 \text{ g/mol}$$

$$\emptyset = 2$$

$$Normalidad(NaOH) = 0.0683 \text{ N}$$

$$Volumen_{(gastado)} = 1.1 \text{ mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683 \text{ N}) * (1.1 \text{ mL})}{25 \text{ mL}}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.07513}{25} = 0.0030052 \text{ N}$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 \text{ L} * 0.0030052 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.05292g$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.05292 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 0.5292\%$$

$$A\% = 0.52\%$$

MADURA "B"

$$Masa\ muestra = 10gr$$

$$Volumen_{(sol)} = 200\ mL\ (muestra)$$

$$\acute{A}c.\ Ascorbico - \bar{M} = 176.12\ g/mol$$

$$\emptyset = 2$$

$$Normalidad(NaOH) = 0.0683\ N$$

$$Volumen_{(gastado)} = 1\ mL$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683\ N) * (1\ mL)}{25\ mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.0683}{25} = 0.002732\ N$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 L * 0.002732 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.04811g$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.04811 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 0.4811\%$$

$$A\% = 0.48\%$$

MADURA "C"

Masa muestra = 10gr

Volumen_(sol) = 200 mL (muestra)

Ác. Ascorbico - \bar{M} = 176.12 g/mol

\emptyset = 2

Normalidad(NaOH) = 0.0683 N

Volumen_(gastado) = 1 mL

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683 N) * (1 mL)}{25 mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.0683}{25} = 0.002732 N$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 L * 0.002732 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.04811g$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.04811 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 0.4811\%$$

$$A\% = 0.48\%$$

PINTONA "A"

Masa muestra = 10gr

Volumen_(sol) = 200 mL (muestra)

Ác. Ascorbico - \bar{M} = 176.12 g/mol

ϕ = 2

Normalidad(NaOH) = 0.0683 N

Volumen_(gastado) = 0.7 mL

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683 N) * (0.7 mL)}{25 mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.04781}{25} = 0.001912 N$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 L * 0.001912 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.06734g$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.06734 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 0.6734\%$$

$$A\% = 0.67\%$$

PINTONA "B"

Masa muestra = 10gr

Volumen_(sol) = 200 mL (muestra)

Ác. Ascorbico – \bar{M} = 176.12 g/mol

\emptyset = 2

Normalidad(NaOH) = 0.0683 N

Volumen_(gastado) = 0.7 mL

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683 N) * (0.7 mL)}{25 mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.04781}{25} = 0.001912 N$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 L * 0.001912 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.06734g$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.06734 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 0.6734\%$$

$$A\% = 0.67\%$$

PINTONA "C"

Masa muestra = 10gr

Volumen_(sol) = 200 mL (muestra)

Ác. Ascorbico – \bar{M} = 176.12 g/mol

\emptyset = 2

Normalidad(NaOH) = 0.0683 N

Volumen_(gastado) = 0.7 mL

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.0683 N) * (0.7 mL)}{25 mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{0.04781}{25} = 0.001912 N$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 L * 0.001912 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.06734g$$

$$N = \frac{\#eq (sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.06734 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 0.6734\%$$

$$A\% = 0.67\%$$

Anexo 3. Determinación de humedad de muestra fresca

SEMI PIMTONA “A”

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{54.57 - 37.83}{21.18} * 100$$

$$H\% = \frac{16.74}{21.18} * 100$$

$$H\% = 0.7903 * 100$$

$$H\% = 79.03$$

SEMI PIMTONA “B”

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{56.07 - 39.32}{21} * 100$$

$$H\% = \frac{16.75}{21} * 100$$

$$H\% = 0.7976 * 100$$

$$H\% = 79.76$$

SEMI PIMTONA “C”

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{51.07 - 39.66}{14.09} * 100$$

$$H\% = \frac{11.41}{14.09} * 100$$

$$H\% = 0.8097 * 100$$

$$H\% = 80.97$$

MADURA "A"

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{74.02 - 44.00}{37.1} * 100$$

$$H\% = \frac{30.02}{37.1} * 100$$

$$H\% = 0.8091 * 100$$

$$H\% = 80.91$$

MADURA "B"

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{70.93 - 42.30}{35.7} * 100$$

$$H\% = \frac{28.63}{35.7} * 100$$

$$H\% = 0.8019 * 100$$

$$H\% = 80.19$$

MADURA "C"

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{54.79 - 40.93}{17.49} * 100$$

$$H\% = \frac{13.86}{17.49} * 100$$

$$H\% = 0.7924 * 100$$

$$H\% = 79.24$$

PINTONA "A"

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{51.40 - 39.54}{14.45} * 100$$

$$H\% = \frac{11.86}{14.45} * 100$$

$$H\% = 0.8207 * 100$$

$$H\% = 82.07$$

PINTONA "B"

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{71.81 - 60.41}{13.98} * 100$$

$$H\% = \frac{11.4}{13.98} * 100$$

$$H\% = 0.8154 * 100$$

$$H\% = 81.54$$

PINTONA "C"

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

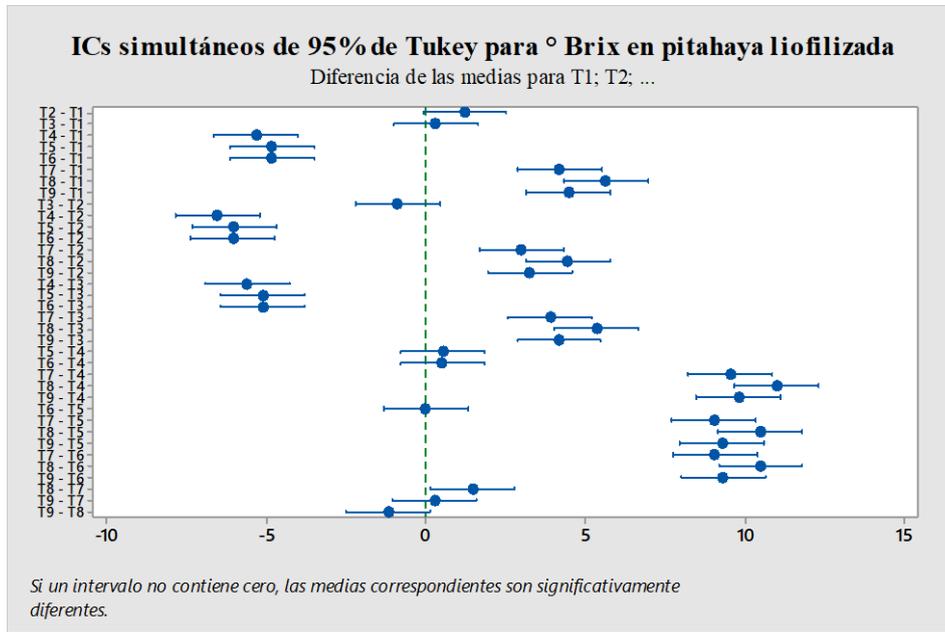
$$H\% = \frac{54.58 - 39.16}{18.79} * 100$$

$$H\% = \frac{15.42}{18.79} * 100$$

$$H\% = 0.8206 * 100$$

$$H\% = 82.06$$

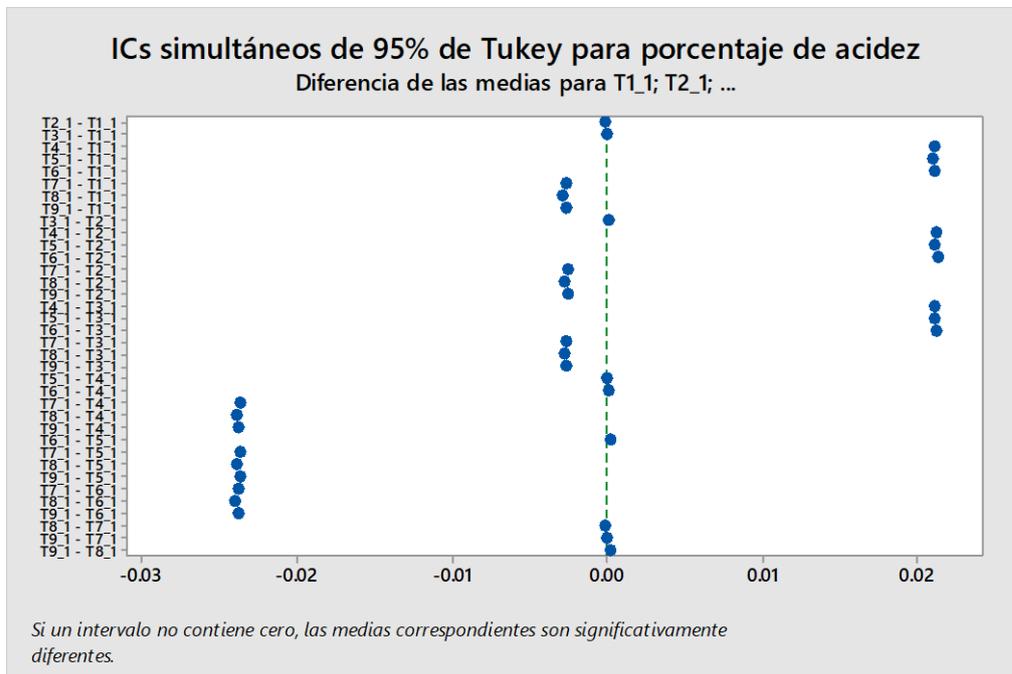
Anexo 4. ICs simultáneos de 95% de Tukey para ° Brix en pitahaya liofilizada



Anexo 5. Medias del ° Brix en pitahaya amarilla liofilizada

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T1	3	16.177	0.544	(15.618; 16.735)
T2	3	17.38000	0.17300	(16.821; 17.939)
T3	3	16.463	0.37	(15.905; 17.022)
T4	3	10.83000	0.59700	(10.271; 11.389)
T5	3	11.343	0.393	(10.785; 11.902)
T6	3	11.3233	0.0451	(10.7645; 11.8821)
T7	3	20.357	0.187	(19.798; 20.915)
T8	3	21.803	0.801	(21.245; 22.362)
T9	3	20.62000	0.509	(20.061; 21.179)

Anexo 6. ICs simultáneos de 95% de Tukey para porcentaje de acidez en pitahaya liofilizada



Anexo 7. Medias del porcentaje de acides en pitahaya amarilla

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T1	3	0.061633	0.000058	(0.061563; 0.061703)
T2	3	0.06150	0.00000	(0.06143; 0.06157)
T3	3	0.061567	0.000058	(0.061497; 0.061637)
T4	3	0.08270	0.00000	(0.08263; 0.08277)
T5	3	0.082633	0.000058	(0.082563; 0.082703)
T6	3	0.082767	0.000058	(0.082697; 0.082837)
T7	3	0.058933	0.000058	(0.058863; 0.059003)
T8	3	0.058733	0.000115	(0.058663; 0.058803)
T9	3	0.05890	0.00000	(0.05883; 0.05897)

Anexo 8. Determinación de acidez de muestra liofilizada

PITAHAYA LIOFILIZADA MADURA "A"

$$\text{Masa muestra} = 7.91 \text{ gr}$$

$$\text{Volumen}_{(sol)} = 100 \text{ mL (muestra)}$$

$$\text{Ác. Ascorbico} - \bar{M} = 176.12 \text{ g/mol}$$

$$\emptyset = 2$$

$$\text{Normalidad}(\text{NaOH}) = 0.5 \text{ N}$$

$$\text{Volumen}_{(gastado)} = 6.7 \text{ mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(\text{NaOH}) * \text{Gasto}(\text{NaOH})}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.5 \text{ N}) * (6.7 \text{ mL})}{50 \text{ mL}}$$

$$N_{(sol)} = \frac{3.35}{50} = 0.067 \text{ N}$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 0.1 \text{ L} * 0.067 \frac{\text{eq}}{\text{L}}$$

$$m_{(sto)} = 0.59 \text{ g}$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.59 \text{ g}}{10 \text{ g}} * 100$$

$$A\% = 5.90002\%$$

$$A\% = 5.90\%$$

PITAHAYA LIOFILIZADA SEMI PINTONA "A"

$$Masa \text{ muestra} = 4.06 \text{ gr}$$

$$Volumen_{(sol)} = 100 \text{ mL (muestra)}$$

$$\text{Ác. Ascorbico} - \bar{M} = 176.12 \text{ g/mol}$$

$$\emptyset = 2$$

$$Normalidad(NaOH) = 0.5 \text{ N}$$

$$Volumen_{(gastado)} = 3.5 \text{ mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.5 \text{ N}) * (3.5 \text{ mL})}{25 \text{ mL}}$$

$$N_{(sol)} = \frac{1.75}{50} = 0.035 \text{ N}$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 L * 0.035 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.61642g$$

$$N = \frac{\#eq (sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.61642 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 6.1642\%$$

$$A\% = 6.16\%$$

PITAHAYA LIOFILIZADA PINTONA "A"

$$Masa muestra = 9.49gr$$

$$Volumen_{(sol)} = 100 mL (muestra)$$

$$\acute{A}c. Ascorbico - \bar{M} = 176.12 \frac{g}{mol}$$

$$\emptyset = 2$$

$$Normalidad(NaOH) = 0.5 N$$

$$Volumen_{(gastado)} = 4.7 mL$$

$$N_{(sol)} = \frac{N(NaOH) * Gasto(NaOH)}{V(sol)}$$

$$N_{(sol)} = \frac{(0.5 N) * (4.7 mL)}{50 mL}$$

$$N_{(sol)} = \frac{2.35}{50} = 0.047 N$$

$$m_{(sto)} = \bar{M} * V * N$$

$$m_{(sto)} = \frac{176.12}{2} \frac{g}{mol} * 0.2 L * 0.047 \frac{eq}{L}$$

$$m_{(sto)} = 0.827764 g$$

$$N = \frac{\#eq(sto)}{V(sol)} = \#Eq = N * V$$

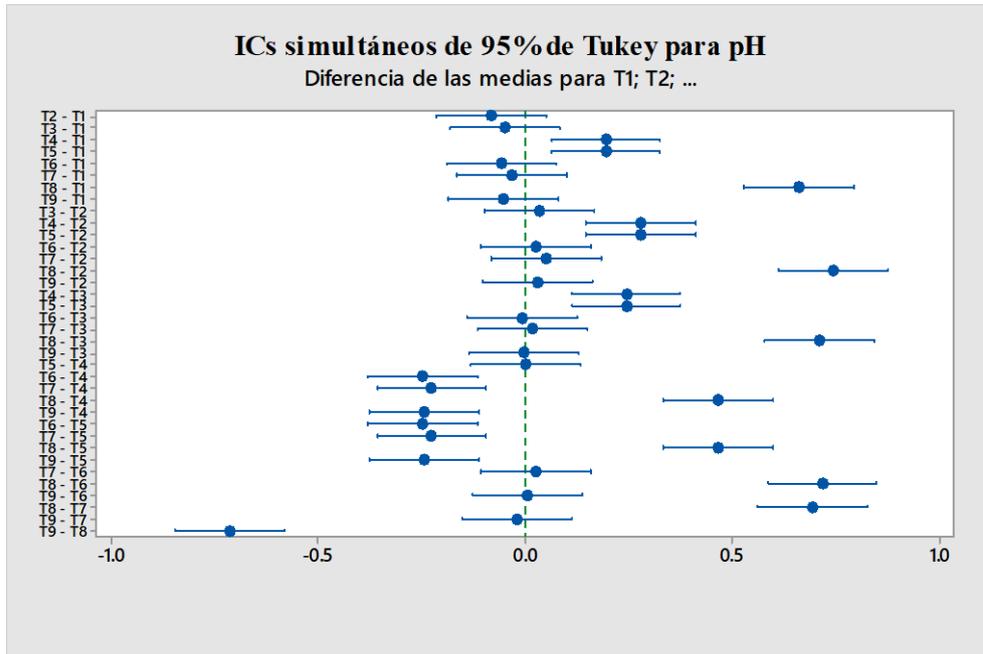
$$ACIDEZ\% = \frac{m(sto)}{m(muestra)} * 100$$

$$A\% = \frac{0.827764 g}{10 g} * 100$$

$$A\% = 8.27764\%$$

$$A\% = 8.27\%$$

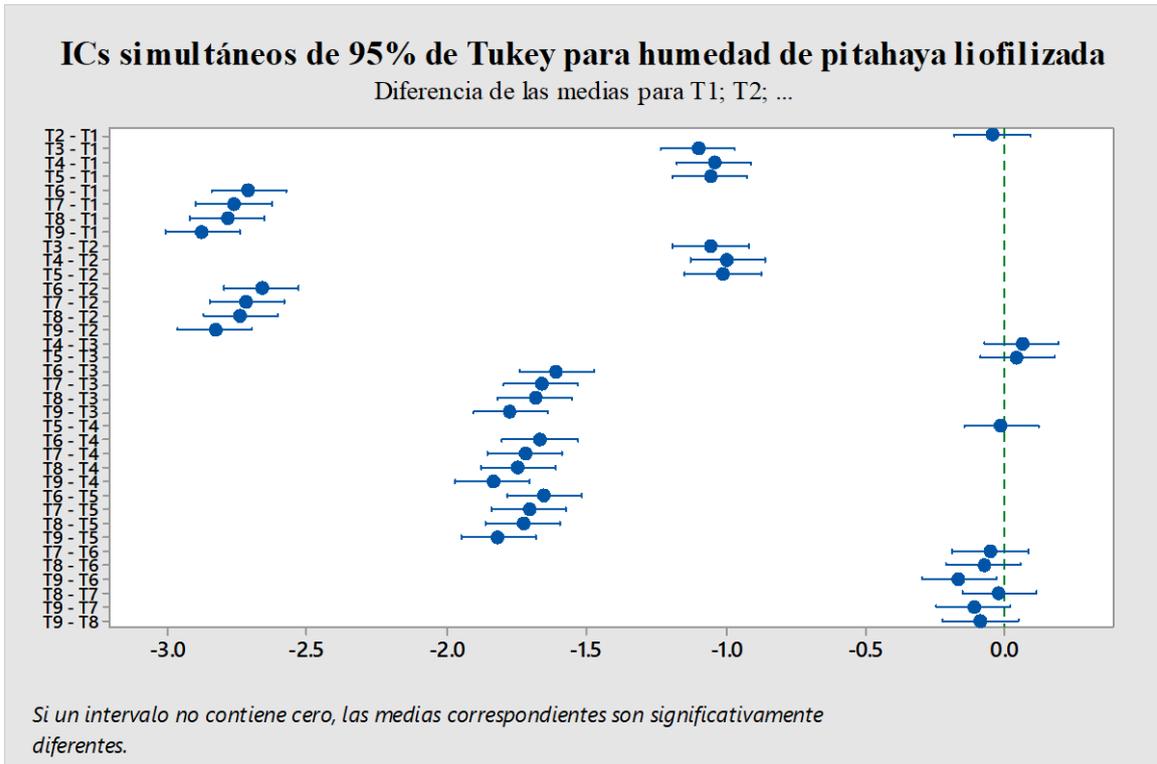
Anexo 9. ICs simultáneos de 95% de Tukey para pH en pitahaya liofilizada



Anexo 10. Medias del potencial de hidrógeno (pH) en pitahaya amarilla

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T1	3	5.0167	0.0289	(4.9605; 5.0728)
T2	3	4.93330	0.02310	(4.8772; 4.9895)
T3	3	4.9667	0.0208	(4.9105; 5.0228)
T4	3	5.21000	0.02650	(5.1538; 5.2662)
T5	3	5.2100	0.0173	(5.1538; 5.2662)
T6	3	4.9600	0.0964	(4.9038; 5.0162)
T7	3	4.9833	0.0404	(4.9272; 5.0395)
T8	3	5.6767	0.0379	(5.6205; 5.7328)
T9	3	4.96330	0.06430	(4.9072; 5.0195)

Anexo 11. ICs simultáneos de 95% de Tukey para humedad de la pitahaya liofilizada



Anexo 12. Medias del contenido de humedad de la pitahaya amarilla liofilizada

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T1	3	5.0533	0.0503	(4.9966; 5.1101)
T2	3	5.00670	0.04040	(4.9499; 5.0634)
T3	3	3.9500	0.0529	(3.8933; 4.0067)
T4	3	4.01000	0.02650	(3.9533; 4.0667)
T5	3	3.99333	0.00577	(3.93658; 4.05008)
T6	3	2.3400	0.1054	(2.2833; 2.3967)
T7	3	2.28667	0.00577	(2.22992; 2.34342)
T8	3	2.26333	0.01528	(2.20658; 2.32008)
T9	3	2.17330	0.02520	(2.1166; 2.2301)

Anexo 13. Determinación de humedad de muestra liofilizada

PITAHAYA LIOFILIZADA MADURA “A”

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{36.71 - 36.68}{1.31} * 100$$

$$H\% = \frac{0.03}{1.31} * 100$$

$$H\% = 0.0229 * 100$$

$$H\% = 2.29$$

PITAHAYA LIOFILIZADA SEMI PINTONA “A”

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

$$H\% = \frac{34.53 - 34.49}{0.79} * 100$$

$$H\% = \frac{0.04}{0.79} * 100$$

$$H\% = 0.0506 * 100$$

$$H\% = 5.06$$

PITAHAYA LIOFILIZADA PINTONA “A”

$$H\% = \frac{m_0 - m_{seca}}{m_0} * 100$$

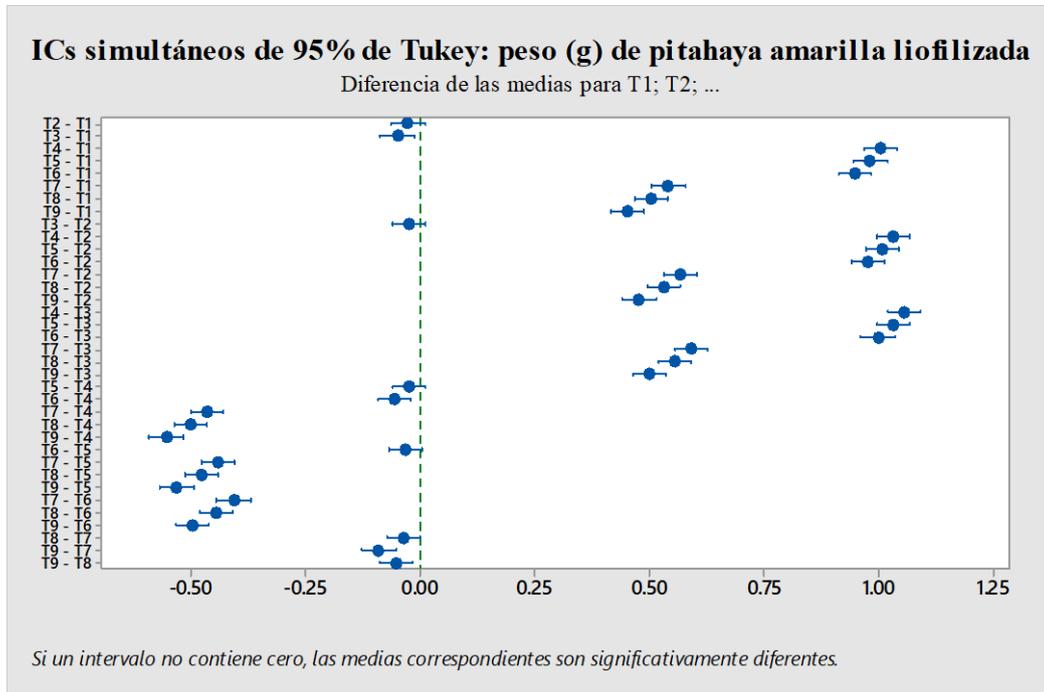
$$H\% = \frac{40.81 - 40.77}{1.79} * 100$$

$$H\% = \frac{0.04}{1.79} * 100$$

$$H\% = 0.0223 * 100$$

$$H\% = 2.23$$

Anexo 14. ICs simultáneos de 95% de Tukey para peso (g) de la pitahaya liofilizada



Anexo 15. Medias del peso final de las muestras de pitahaya amarilla liofilizada

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T1	3	0.7900	0.0000	(0.7747; 0.8053)
T2	3	0.76333	0.01155	(0.74803; 0.77864)
T3	3	0.7400	0.0173	(0.7247; 0.7553)
T4	3	1.79333	0.00577	(1.77803; 1.80864)
T5	3	1.770	0.000	(1.755; 1.785)
T6	3	1.73667	0.01155	(1.72136; 1.75197)
T7	3	1.3300	0.0200	(1.3147; 1.3453)
T8	3	1.29333	0.01155	(1.27803; 1.30864)
T9	3	1.24000	0.0173	(1.2247; 1.2553)

Anexo 16. Evaluación Test escala hedónica para color en pitahaya amarilla liofilizada

	Semi pintona			Pintona			Madura		
TRAT/REPT.	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Catador 1	7	7	7	6	6	6	6	7	7
Catador 2	6	5	6	6	6	6	7	7	7
Catador 3	6	6	6	6	6	7	6	7	7
Catador 4	5	6	6	7	7	7	6	7	7
Catador 5	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Catador 6	6	6	6	5	5	5	5	6	6
Catador 7	6	7	6	6	6	6	7	7	7
Catador 8	7	7	6	7	7	6	6	6	7
Catador 9	6	6	6	7	6	7	6	6	7
Catador 10	5	5	6	6	6	5	6	6	6
Catador 11	6	6	6	7	7	6	5	7	7

Catador 12	7	7	6	7	7	7	7	7	7
Catador 13	6	6	7	5	6	5	5	6	6
Catador 14	6	7	7	7	7	7	7	7	7
Catador 15	6	5	5	7	7	7	6	6	7
Catador 16	7	6	7	7	7	7	7	7	7
Catador 17	6	7	7	7	5	6	6	6	6
Catador 18	6	5	5	6	4	5	6	6	6
Catador 19	6	6	6	5	5	4	6	6	7
Catador 20	7	7	7	6	5	5	7	6	7

Anexo 17. Análisis de Varianza de los factores: A*B para color

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Catador 1	9	59	6.56	0.278
Catador 2	9	56	6.22	0.444
Catador 3	9	57	6.33	0.250
Catador 4	9	58	6.44	0.528
Catador 5	9	63	7.00	0.000
Catador 6	9	50	5.56	0.278
Catador 7	9	58	6.44	0.278
Catador 8	9	59	6.56	0.278
Catador 9	9	57	6.33	0.250
Catador 10	9	51	5.67	0.250
Catador 11	9	57	6.33	0.500
Catador 12	9	62	6.89	0.111
Catador 13	9	52	5.78	0.444
Catador 14	9	62	6.89	0.111
Catador 15	9	56	6.22	0.694
Catador 16	9	62	6.89	0.111
Catador 17	9	56	6.22	0.444
Catador 18	9	49	5.44	0.528
Catador 19	9	51	5.67	0.750

Catador 20	9	57	6.33	0.750
Semipintona A	20	124	6.20	0.379
Semipintona A	20	124	6.20	0.589
Semipintona A	20	125	6.25	0.408
Pintona B	20	127	6.35	0.555
Pintona B	20	122	6.10	0.832
Pintona B	20	121	6.05	0.892
Madura C	20	124	6.20	0.484
Madura C	20	130	6.50	0.263
Madura C	20	135	6.75	0.197

Anexo 18. Evaluación Test escala hedónica para sabor en pitahaya amarilla liofilizada

TRAT/REPT.	Semi pintona			Pintona			Madura		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Catador 1	6	6	5	6	6	6	6	5	6
Catador 2	6	5	5	7	7	6	7	5	6
Catador 3	4	4	4	5	5	5	7	6	5
Catador 4	3	3	3	7	7	6	6	5	6
Catador 5	6	6	7	5	5	5	7	5	6
Catador 6	6	7	7	6	6	6	5	5	5
Catador 7	6	7	7	5	6	6	7	5	6
Catador 8	7	5	5	6	6	7	7	6	7
Catador 9	5	5	5	6	7	5	7	5	6
Catador 10	6	5	6	6	6	6	7	6	6
Catador 11	6	6	6	7	7	7	5	5	5
Catador 12	5	5	5	6	6	6	7	6	5
Catador 13	3	3	4	6	6	6	5	5	6
Catador 14	5	5	6	7	7	7	7	7	6
Catador 15	6	6	6	7	6	6	6	6	5
Catador 16	6	6	6	7	7	6	7	6	6
Catador 17	5	5	6	7	6	7	6	6	6
Catador 18	6	6	7	6	7	7	6	6	6
Catador 19	5	5	6	7	7	7	6	6	6
Catador 20	7	7	7	6	6	6	7	6	7

Anexo 19. Análisis de Varianza de los factores: A*B para sabor

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Catador 1	9	52	5.78	0.194
Catador 2	9	54	6.00	0.750
Catador 3	9	45	5.00	1.000
Catador 4	9	46	5.11	2.861
Catador 5	9	52	5.78	0.694
Catador 6	9	53	5.89	0.611
Catador 7	9	55	6.11	0.611
Catador 8	9	56	6.22	0.694
Catador 9	9	51	5.67	0.750
Catador 10	9	54	6.00	0.250
Catador 11	9	54	6.00	0.750
Catador 12	9	51	5.67	0.500
Catador 13	9	44	4.89	1.611
Catador 14	9	57	6.33	0.750
Catador 15	9	54	6.00	0.250
Catador 16	9	57	6.33	0.250
Catador 17	9	54	6.00	0.500
Catador 18	9	57	6.33	0.250
Catador 19	9	55	6.11	0.611
Catador 20	9	59	6.56	0.278
Semipintona A	20	109	5.45	1.208
Semipintona A	20	107	5.35	1.292
Semipintona A	20	113	5.65	1.292
Pintona B	20	125	6.25	0.513
Pintona B	20	126	6.30	0.432
Pintona B	20	123	6.15	0.450
Madura C	20	128	6.40	0.568
Madura C	20	112	5.60	0.358
Madura C	20	117	5.85	0.345

Anexo 20. Evaluación Test escala hedónica para textura en pitahaya amarilla liofilizada

TRAT/REPT.	Semi pintona			Pintona			Madura		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Catador 1	7	5	5	7	5	6	7	7	7
Catador 2	6	4	5	6	6	5	6	7	7
Catador 3	3	3	3	6	6	6	6	7	7
Catador 4	7	6	6	7	6	6	7	7	7
Catador 5	6	6	6	7	6	7	7	7	7
Catador 6	5	5	5	6	6	6	5	5	6
Catador 7	5	5	5	4	5	6	6	6	7
Catador 8	7	7	6	6	6	6	7	7	7
Catador 9	6	6	6	6	6	6	7	7	7
Catador 10	5	5	5	6	6	6	6	6	7
Catador 11	5	5	5	7	5	6	5	7	7
Catador 12	6	6	6	6	6	6	7	6	7
Catador 13	6	6	5	7	7	7	5	5	7
Catador 14	6	5	5	7	7	7	6	7	7
Catador 15	5	5	5	7	6	7	6	7	7
Catador 16	6	6	6	6	6	6	6	7	7
Catador 17	5	5	5	6	6	6	6	7	7
Catador 18	6	6	6	6	6	6	6	7	7
Catador 19	6	6	6	6	6	6	6	7	7
Catador 20	7	7	6	6	6	6	7	7	7

Anexo 21. Análisis de Varianza de los factores: A*B para textura

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Catador 1	9	56	6.22	0.944
Catador 2	9	52	5.78	0.944
Catador 3	9	47	5.22	2.944
Catador 4	9	59	6.56	0.278
Catador 5	9	59	6.56	0.278
Catador 6	9	49	5.44	0.278
Catador 7	9	49	5.44	0.778
Catador 8	9	59	6.56	0.278
Catador 9	9	57	6.33	0.250
Catador 10	9	52	5.78	0.444
Catador 11	9	52	5.78	0.944
Catador 12	9	56	6.22	0.194
Catador 13	9	55	6.11	0.861
Catador 14	9	57	6.33	0.750
Catador 15	9	55	6.11	0.861
Catador 16	9	56	6.22	0.194
Catador 17	9	53	5.89	0.611
Catador 18	9	56	6.22	0.194
Catador 19	9	56	6.22	0.194
Catador 20	9	59	6.56	0.278
Semipintona A	20	115	5.75	0.934
Semipintona A	20	109	5.45	0.892
Semipintona A	20	107	5.35	0.555
Pintona B	20	125	6.25	0.513
Pintona B	20	119	5.95	0.261
Pintona B	20	123	6.15	0.239
Madura C	20	124	6.2	0.484
Madura C	20	133	6.65	0.450
Madura C	20	139	6.95	0.050