

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**“TEMPERATURA Y TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN DE
LA NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) POR AIRE
FORZADO”**

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

Autor: Bach. Balvina Isabel Neira Rodas

Asesor: Mg. Martín Díaz Torres



JAÉN-PERÚ, NOVIEMBRE 2020

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 de noviembre del año 2020, siendo las 6:20 pm horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Noly Cristóbal Vilchez Parra

Secretario: Mg. Lenin Quiñones Huatangari

Vocal: M. Cs. Adán Díaz Ruiz, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "TEMPERATURA Y TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA (*Solanum quitoense* LAM) POR AIRE FORZADO", presentado por estudiante/egresado o Bachiller **Balvina Isabel Neira Rodas** de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar

() Desaprobar

(X) Unanimidad

() Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 6:30 pm 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	8
2.1.	Objetivo general.....	11
II.	OBJETIVOS.....	11
2.2.	Objetivos específicos.	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1.	Lugar de ejecución.....	12
3.2.	Materiales	12
3.3.	Método	15
3.4.	Método estadístico	15
3.5.	Método de análisis Análisis a la materia prima	17
IV.	RESULTADOS	27
4.1.	Análisis fisicoquímico para la materia prima	27
4.2.	Cinética de deshidratación de la naranjilla.....	28
4.3.	Análisis de los tratamientos de la naranjilla deshidratada.	41
4.4.	Resultado de análisis microbiológicos.....	49
4.5.	Resultados de la prueba estadística.....	49
V.	DISCUSIONES	60
VI.	CONCLUSIONES	62
VII.	RECOMENDACIONES	63
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
	AGRADECIMIENTO	68
	DEDICATORIA.....	69
	ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable independiente	15
Tabla 2. Variable dependiente	15
Tabla 3. Descripción de tratamientos y sus variables	16
Tabla 4. Características fisicoquímicos de la naranjilla.....	27
Tabla 5. Deshidratación de naranjilla a 40 °C en tiempo de 4 horas.....	29
Tabla 6. Deshidratación de naranjilla a 40 °C en tiempo de 6 horas.....	30
Tabla 7. Deshidratación de naranjilla a 40 °C en tiempo de 8 horas.....	31
Tabla 8. Deshidratación de naranjilla a 50 °C en tiempo de 4 horas.....	33
Tabla 9. Deshidratación de naranjilla a 50 °C en tiempo de 6 horas.....	34
Tabla 10. Deshidratación de naranjilla a 50 °C en tiempo de 8 horas.....	35
Tabla 11. Deshidratación de naranjilla a 60 °C en tiempo de 4 horas.....	37
Tabla 12. Deshidratación de naranjilla a 60 °C en tiempo de 6 horas.....	38
Tabla 13. Deshidratación de naranjilla a 60 °C en tiempo de 8 horas.....	39
Tabla 14. El pH en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos	41
Tabla 15. Sólidos solubles de deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.....	42
Tabla 16. Acidez titulable de deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.....	43
Tabla 17. Cenizas de deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.....	44
Tabla 18. Humedad de deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.....	45
Tabla 19. Proteína de deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos	46
Tabla 20. La grasas de deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.....	47
Tabla 21. La fibra de deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.....	48
Tabla 22. Análisis microbiológicos	49
Tabla 23. Modelo de interacción de análisis factorial de temperatura y tiempo.....	49
Tabla 24. ANOVA para la humedad de la deshidratación de la naranjilla	50
Tabla 25. Prueba Tukey para la humedad de la deshidratación de naranjilla	51
Tabla 26. ANOVA para el pH de la naranjilla deshidratada.....	52
Tabla 27. ANOVA para los sólidos solubles (°brix) de la naranjilla deshidratada.....	52
Tabla 28. ANOVA para la acidez titulable de la deshidratación de naranjilla.....	53
Tabla 29. Prueba Tukey para la acidez titulable de la deshidratación de naranjilla.....	54
Tabla 30. ANOVA para la ceniza de la naranjilla deshidratada.....	55
Tabla 31. Prueba Tukey para la ceniza de la naranjilla deshidratada	55
Tabla 32. ANOVA para las proteínas de la naranjilla deshidratada.....	56

Tabla 33. Prueba Tukey para las proteínas de la naranjilla deshidratada	56
Tabla 34. ANOVA para la grasa de la naranjilla deshidratada	57
Tabla 35. Prueba Tukey para la grasa de la naranjilla deshidratada.....	58
Tabla 36. ANOVA para la fibra de la naranjilla deshidratada	58
Tabla 37. Prueba Tukey para la fibra de la naranjilla deshidratada.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secador de bandejas por aire forzado.....	14
Figura 2. Flujograma de elaboración de deshidratación de naranjilla	26
Figura 3. Humedad residual de la naranjilla durante tiempo transcurrido de deshidratación a 40 °C.....	32
Figura 4. Humedad residual de la naranjilla durante tiempo transcurrido de deshidratación a 50 °C.....	36
Figura 5. Humedad residual de la naranjilla durante tiempo transcurrido de deshidratación a 60 °C.....	40
Figura 6. Resultados de pH de deshidratación de naranjilla	41
Figura 7. Resultado de sólidos solubles de deshidratación de naranjilla	42
Figura 8. Resultado de acidez titulable de deshidratación de naranjilla	43
Figura 9. Resultado de cenizas de deshidratación de naranjilla	44
Figura 10. Resultado de humedad de deshidratación de naranjilla.....	45
Figura 11. Resultado de proteína de deshidratación de naranjilla	46
Figura 12. Resultado de grasa de deshidratación de naranjilla.....	47
Figura 13. Resultado de fibra de deshidratación de naranjilla	48
<i>Figura 14. Humedad residual de la naranjilla a 40 °C en 4 horas de deshidratación.....</i>	<i>76</i>
Figura 15. Humedad residual de la naranjilla a 40 °C en 6 horas de deshidratación.....	76
Figura 16. Humedad residual de la naranjilla a 40 °C en 8 horas de deshidratación.....	77
Figura 17. Humedad residual de la naranjilla a 50 °C en 4 horas de deshidratación.....	77
Figura 18. Humedad residual de la naranjilla a 50 °C en 6 horas de deshidratación.....	77
Figura 19. Humedad residual de la naranjilla a 50 °C en 8 horas de deshidratación.....	77
Figura 20. Humedad residual de la naranjilla a 60 °C en 6 horas de deshidratación.....	77
Figura 21. Humedad residual de la naranjilla a 60 °C en 4 horas de deshidratación.....	77
Figura 22. Humedad residual de la naranjilla a 60 °C en 8 horas de deshidratación.....	77

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la temperatura y tiempo adecuado en la deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado. Se realizó los análisis fisicoquímicos a la naranjilla fresca (Brix, pH, acidez, Índice de maduración, humedad, cenizas, proteínas, grasas y fibra cruda), se cortó en rodajas y se colocó en bandejas para ser llevadas al secador por aire forzado a temperaturas de 40, 50 y 60 (°C) cada una a tiempos de 4, 6 y 8 (horas). Fueron envasados al vacío y se construyeron las curvas de secado seleccionando los resultados con el coeficiente de determinación logarítmico y exponencial (R^2) proximal a 1.00, luego se determinó el efecto que causa la temperatura y el tiempo en sus características fisicoquímicas: Humedad, brix, pH, acidez, ceniza, proteínas, grasa y fibra de cada tratamiento con el modelo estadístico de análisis de varianza a 95% de confianza y prueba de Tukey al 5% del nivel de significancia; concluyendo que la mejor temperatura fue de 60°C por 6 horas con los siguientes resultados: Humedad de 9.4%, °Brix 5.7, pH 3.567, acidez 3.9, cenizas 6.13 %, proteínas 9.04%, grasa 3.9% y fibra cruda 18.07%. Los análisis microbiológicos resultaron con ausencia de mohos, 0.1×10^{-1} de levaduras y ausencia de salmonella sp, cumpliendo con lo estipulado en MINSA/DIGESA (2015).

Palabras claves: Deshidratación, naranjilla, aire forzado, características fisicoquímicas.

ABSTRACT

This research has as aim to determine the appropriate temperature and time in the dehydration of the naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) By forced air. The physicochemical analyzes were realized to the fresh naranjilla (Brix, Ph, acidity, maturation index, humidity, ashes, proteins, fats and raw fiber), It was cut into slices, and they were placed in trays then they were taken to the dryer by forced air at temperatures of 40, 50 and 60 (°C) each one at times of 4, 6 and 8 (hours). They were vacuum packed and the drying curves were constructed by selecting the results with the logarithmic and exponential determination coefficient (R²) proximal to 1.00, then it was determined the effect that causes the temperature and time on their physicochemical characteristics: humidity, brix, Ph (hydrogen bridge (hydrogen bridge), acidity, ashes, proteins, fats and raw fiber of each process was determined, with the statistical model of variance analysis to 95% of confidence and tukey test to the 5% of significance level; concluding that the best temperature was 60°C for 6 hours with the following results: Humidity 9.4%, brix 5.7 pH 3.567, acidity 3.9, ash 6.13%, protein 9.04%, fat 3.9% and crude fiber 18.07%. Microbiological analyzes were found to be free of molds, 0.1×10^{-1} of yeasts and absence of salmonella sp, complying with the provisions of (MINSa / DIGESA, 2015)

Keywords: Dehydration, naranjilla, forced air, physicochemical characteristics

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la naranjilla o lulo (*Solanum quitoense* Lam.) crece de manera silvestre; Otiniano (2017) señala que en nuestro país, aún no se desarrolla su cultivo a gran escala, debido probablemente a la falta de promoción y difusión de sus bondades y al desconocimiento de las prácticas culturales adecuadas. Por ello, no hay datos estadísticos para conocer la producción en la provincia de Jaén. Este fruto crece en Bellavista, San Ignacio entre las fincas de café. Su producción inicia a los ocho meses después de la siembra y el periodo de floración a la cosecha es de cinco a seis meses, considerando el clima de la zona. (Gómez et al., 2014).

En las últimas dos décadas se ha sugerido que la deficiencia de fibra en la dieta está relacionada con problemas de salud como la obesidad y la diabetes, las cuales tienen una frecuencia mayor en la sociedad. Según Sloan, como se citó en (Cañamero y Arévalo, 2014, p. 9) “la tendencia general en el consumo de alimentos es buscar un buen aporte de nutrientes y que además los alimentos proporcionen beneficios para la salud”. Es por ello, que en esta investigación la materia prima que se utilizó fue la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) la cual contiene una fuente importante de hierro, fósforo, vitamina “A”, vitamina “B”, vitamina “C”, calcio, potasio, fibra, azúcares no procesados, grasas y proteínas, los cuales lo convierte en un fruto altamente beneficioso para el organismo, especialmente si es consumido de forma regular, (Cedeño, 2015). Ayudando al cuerpo humano a la tonificación y al buen funcionamiento de los riñones.

La naranjilla es un fruto climatérico, una vez cosechado no se conserva por mucho tiempo llegando a fermentar rápidamente, de modo que en esta investigación se buscó alargar la vida útil de la naranjilla siendo la deshidratación por aire forzado una alternativa, con la finalidad de evaluar el efecto que causa la temperatura y el tiempo de deshidratación en sus características fisicoquímicas. Burbano y Gordón (2011) mencionan que “la deshidratación consiste en retirar la humedad conservando el producto por períodos incluso mayores a un año según las condiciones externas como el clima y la temperatura dando una estabilidad microbiológica” (p.20).

Chávez (2003) señala que la deshidratación de la naranjilla

Será una alternativa adicional de aprovechamiento para los productores, abriendo nuevas puertas al mercado, dado que muchas veces el productor no vende su producción completa, ya sea porque no cumple las exigencias de tamaño, peso y apariencia para la venta como producto fresco o bien porque el precio ofertado en el mercado no resulta conveniente para el productor (párr 2). Facilitando además en el transporte y almacenamiento.

“Una de las variables más importantes en el secado por aire caliente es la temperatura, influyendo no sólo en el tiempo de secado sino en las reacciones degradativas que afectan el valor nutricional de los mismos” (González et al., 2008, p.118). “La temperatura debe ser de 40 a 70 (°C), para eliminar rápidamente la humedad; las temperaturas superiores a los 70 °C provocan la decoloración del producto y mayor pérdida de sus nutrientes”. (Hidalgo, 2012, p. 15).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, este estudio tuvo como problema ¿A qué la temperatura (40 °C, 50°C y 60°C) y tiempo (8 horas, 6 horas y 4 horas) en la deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) por aire forzado se obtendrá las mejores características fisicoquímicas?; y se planteó la hipótesis siguiente “Las temperatura (40 °C, 50°C y 60 °C) y tiempo (8 horas, 6 horas y 4 horas) de deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) por aire forzado influye significativamente en las características fisicoquímica del producto”.

Demostrando en esta investigación que la mejor temperatura y tiempo fue de 60° C por 6 horas, dando mejores resultados con respecto a los demás tratamientos conservando sus características fisicoquímicas como proteínas, grasas, fibra; siendo sustentado por diferentes estudios como Hidalgo (2012), Oñate (2011), Cerquera et al. (2012), Jara (2011) quienes obtuvieron resultados similares; dando una mejor alternativa para los consumidores. Utilizándolo en productos como bebidas alcohólicas, bebidas no alcohólicas, jugos, néctares, mermeladas, energizantes, licores y otras aplicaciones tecnológicas con características similares a la fruta fresca y con más tiempo de conservación.

No se ha encontrado antecedentes a nivel nacional, pero sí a nivel internacional la cual ha servido para obtener información para la realización de esta investigación; algunos de ellos son los siguientes.

La autora de la tesis “Estudio del valor nutritivo de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) Deshidratada por microondas y por secador de bandejas”, de la Escuela Superior Politécnica

de Chimborazo. Riobamba- Ecuador (2011) afirma que el mejor método de conservación es la deshidratación por bandejas a 70°C, ya que conserva sus características similares a las de la fruta fresca y con mucho más tiempo de conservación que el deshidratado por microondas. En la tesis titulada “Obtención de productos deshidratados de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) Utilizando procesos térmicos de secado con aire forzado”, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador (2011) da a conocer que el mejor tratamiento para los productos deshidratados (deshidratación y osmodeshidratación) fueron a 60°C por 14 horas con 15,10 % de humedad, 18°C por 2 horas con un tiempo de secado de 5 horas a 60°C con 18,77 % de humedad, respectivamente. Con esto resultó que su tiempo de vida útil es de 5 meses.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

Determinar la temperatura y tiempo de deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado”.

2.2. Objetivos específicos.

- Determinar la temperatura (40, 50 y 60) °C de deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado.
- Identificar el tiempo (4, 6 y 8) horas de deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado.
- Evaluar la calidad de la deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado, a través de los análisis fisicoquímicos: ° Brix, pH, índice de maduración, acidez, ceniza, humedad, proteínas, grasa, fibra cruda; y análisis microbiológico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución.

Los procedimientos experimentales para la elaboración y deshidratación de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado consistió en la selección, clasificación, preparación de la materia prima para el proceso de deshidratación utilizando el secador por aire forzado. Se desarrolló en los laboratorios de tecnología y conservación de los alimentos de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén; los análisis fisicoquímicos se realizó en el laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez Mendoza de Amazonas y los análisis microbiológicos se realizó en el laboratorio de Tecnología Médica y de Biología de la Universidad Nacional de Jaén.

3.2. Materiales

A. Materia prima

La materia prima utilizada es la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). Se obtuvo del Centro Poblado Rosario de Chingama del distrito de Bellavista de la provincia de Jaén.

B. Equipos

- Balanza electrónica KCC Electronic Counting Scale ES-30 KCC Capacidad: 30 kg
- Balanza analítica “A&D HR-250AZ 6A7702492”, Cap.: 250 g Div. = 0.005 g
- Secador por aire forzado. Capacidad 1 kg
- Refractómetro 0-32 °Brix
- pH-metro, Marca Metrohm 913 pH Meter con un rango de medición de -13,000 - + 20,000
- Mufla JSB digital 856 rango de temperatura: 50 a 1200 °C
- Estufa eléctrica KERTAB ODHG-9053 A 1404-0315, Cap.: 53 L, rango de temperatura: 10-200 y precisión 0,5 °C.

- Analizador de humedad MA 35 SARTORIUS
- Balanza triple brazo Marca OHAUS serie 760 capacidad 2 kg
- Cocina eléctrica “MAKROSON IC”
- Autoclave
- Incubadora
- Soporte universal
- Sistema de digestión (proteínas)
- Contador de colonias DOT – N° 90008700.

C. Instrumentos de laboratorio

- Cuchillos de acero inoxidable
- Mortero
- Cronómetro
- Vaso de precipitación de vidrio de 50 ml, 100 ml, 150 ml y 250 ml
- Espátula
- Crisol de vidrio de 50 ml
- Pipeta
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml
- 2 Desecadores
- Pinzas
- Bolsas herméticas
- Papel filtro libre de nitrógeno.
- Equipo soxhelt
- Placas Petri
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Algodón
- Varillas de agitación
- Tela organza
- Azas bacteriológicas
- Mechero
- Fósforo

- Hilo pabilo

D. Reactivos

- Hidróxido de sodio al 0.5 N
- Hipoclorito de sodio (50 ppm) por 10 min. (luego enjuagar con abundante agua)
- Agua destilada
- Fenolftaleína 1%
- Éter de petróleo P.E. 40 – 60°C
- Ácido sulfúrico concentrado H₂SO₄ al 25%
- Agua peptona al 0.1% (utilizar 90 ml y 225 ml)
- Agar papa sabouraud
- Agar Salmonella Shigella
- Agar de enriquecimiento selectivo selenito cistina.

E. Secador de bandejas por aire forzado:

Características: El material de este secador fue de madera, tuvo 3 bandejas. Su capacidad total fue de 1 kg.

Funcionamiento: El aire que ingresa es calentado por resistencia eléctrica y es accionado por un ventilador axial; el aire ingresa por la parte inferior, pasa por la primera bandeja para luego pasar por la segunda bandeja y así remover la humedad de las muestras y seca el producto. El sistema de calentamiento donde se encuentra las resistencias para producir calor fue de acero inoxidable (Cruz, 2018). Sobre la parte superior del secador se colocó una balanza de triple brazo, de esta forma se obtuvo el peso cada 10 minutos hasta cumplir el tiempo programado.



Figura 1. Secador de bandejas por aire forzado.

3.3. Método

A. Diseño experimental de la investigación

Variables de la investigación

En la siguiente tabla, se muestra el sistema operacional de las variables independientes y dependiente.

Tabla 1. *Variable independiente*

Variables independiente	Temperatura (°C)/Tiempo
Temperatura (T)	40
	50
	60
Tiempo de deshidratación (t)	4 h
	6 h
	8 h

Tabla 2. *Variable dependiente*

Variable dependiente	Indicadores
Naranja deshidratada	°Brix
	pH
	Humedad
	Acidez titulable
	Cenizas
	Fibra cruda
	Proteínas
	Grasa
	Mohos y levaduras
	Salmonella sp.

3.4. Método estadístico

El tipo de diseño estadístico para el análisis de estudio en la presente investigación es un experimento factorial 3A x 3B, con 9 tratamientos bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 repeticiones. Se realizó el ANOVA al 95% de confianza y Tukey al 5% del nivel de significación para los datos de la deshidratación de naranja por aire forzado.

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : °Brix, pH, acidez titulable, cenizas, humedad, proteína, fibra y grasas de la deshidratación de naranjilla evaluado en la i – ésima temperatura del aire, j – ésimo tiempo de deshidratación y k – ésima repetición.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto de la i – ésima temperatura del aire.

β_j : Efecto de la j –ésimo tiempo de deshidratación.

$(\alpha\beta)_{ij}$:Efecto de la interacción de la i – ésima temperatura del aire, j – ésimo tiempo de deshidratación.

ϵ_{ijk} : Error experimental.

Factor A: Temperatura de aire.

A1: 40 °C

A2: 50 °C

A3: 60 °C

Factor B: Tiempo de deshidratación.

B1: 4 h.

B2: 6 h.

B3: 8 h.

Tabla 3. Descripción de tratamientos y sus variables

Tratamiento		Temperatura (A)	Tiempo (B)
Nº	Código		
T1	A1B1	40°C	4 h
T2	A1B2	40°C	6 h
T3	A1B3	40°C	8 h
T4	A2B1	50°C	4 h
T5	A2B2	50°C	6 h
T6	A2B3	50°C	8 h
T7	A3B1	60°C	4 h
T8	A3B2	60°C	6 h
T9	A3B3	60°C	8 h

3.5. Método de análisis

Análisis a la materia prima

Determinación de pH.

Método: potenciométrico (AOAC, 2000).

Fundamento: El pH del producto se determinó con un potenciómetro que posee un rango de -13,000 - +20,000. Este aparato es provisto de un sistema de electrolitos, que antes de conectar el envase se encuentra sumergido los electrolitos en una solución buffer (agua destilada) con la finalidad de poner en 0 el rango, en seguida para su respectiva medición.

Determinación de sólidos solubles (°Brix). (Codex Alimentarius, 2000).

Método: Refractométrico ISO 2173:1978 y el AOAC 932.12.

Fundamento: Los azúcares (°Brix), representan los sólidos solubles totales presentes en la naranjilla y su determinación se hizo utilizando un refractómetro, previamente calibrado.

Determinación de acidez titulable

Método: (AOAC, 2000)

Fundamento: La acidez de una sustancia se determina por métodos volumétricos. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el valorante que es el hidróxido de sodio a la 0.5 N, el titulado (o analito) y el indicador. Cuando un ácido y una base reaccionan se puede observar con un indicador. Para comprobar si está bien titulado se observa que el pH sea 8.2 que corresponde al viraje de la fenolftaleína, esto nos da Andrade *et. al.*, (2015) El mili equivalente del ácido cítrico es 0.064

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * \text{meq ácido "X"}}{P} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

V NaOH = volumen de NaOH usado para la titulación (ml).

N NaOH = normalidad del NaOH.

Meq ácido N "X" = Miliequivalente de ácido (0.064 g).

P = Peso de la muestra en gramos.

Determinación de Índice de maduración (Galvis V. & Herrera , 1992).

Se realizó mediante la determinación del contenido de azúcares lo cual se expresa en °Brix, que al relacionarse con la acidez de la naranjilla permite conocer el índice de madurez, por lo que al madurar una fruta, la acidez disminuye y los °brix aumentan. Se calculó mediante la relación.

$$\text{Índice de maduración} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\text{acidez titulable}} \quad (2)$$

Determinación de Cenizas.

Método: AOAC 942.05, citado por (Rodríguez, 2007).

Fundamento: El método se basa en obtener el residuo inorgánico mediante la calcinación a temperatura entre 550 – 600°C de una determinada muestra.

El objetivo es determinar el residuo inorgánico por el método de incineración indirecta.

Cálculos:

$$\%CENIZAS = \frac{(P2-P1)}{m} * 100 \quad (3)$$

Donde:

P1 = Masa del crisol vacío en g.

P2 = Masa del crisol más cenizas, en g.

m = Masa de muestra, en g.

Determinación de humedad (Carranza, 2019).

La humedad se determinó mediante termogravimetría usando el Analizador de humedad electrónico Sartorius MA 35, colocando 12 g de muestra en el platillo, a una temperatura de 105 °C hasta alcanzar peso constante. Debe tener una humedad por debajo del 12%

Determinación de proteínas.

Método: kjeldahl – equipo automático. (Método AOAC 976.05- ISO 5983.2002, citado por (Vera, 2019).

Fundamento: El principio del método radica en la conversión del nitrógeno orgánico a inorgánico, mediante la descomposición estructuras de la proteína por acción de ácido sulfúrico, la materia prima se oxida a CO₂, agua y el nitrógeno transformado en amoniaco

se forma en sulfuro de amonio. En medio fuertemente alcalino se libera del sulfuro de amonio al amoniaco que por destilación se obtiene y se valora.

La cantidad de nitrógeno de la muestra se calculó por la siguiente fórmula:

$$\text{Nitrógeno (mg)} = 14 \times \text{Volumen HCl (ml)} \times \text{Normalidad HCl}$$

El porcentaje de proteínas se determinó a partir del nitrógeno Kjeldahl mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Proteína Total} = \frac{\text{Nitrógeno (mg)}}{\text{Peso de muestra (mg)}} \times 100 \times \text{factor proteico} \quad (4)$$

Determinación de grasa o extracto etéreo.

Método: AOAC 920.39, citado por (Vintimilla & Reinoso, 2015).

Fundamento: El solvente que es utilizado se condensa de forma continua extrayendo materiales solubles al pasar por medio de la muestra. El extracto se coloca en un vaso que al terminar el proceso de destilación queda en el vaso el extracto graso de la muestra.

Cálculos: Se utiliza la ecuación:

$$EE = \frac{P_{vr} - P_v}{P_m} \times 100 \quad (5)$$

Donde.

EE = Extracto etéreo (%)

Pv = Peso del vaso tarado

Pvr = Peso del vaso más residuo

Pm = Peso de la muestra

Determinación de fibra cruda

Método: AOAC 978.10, (Solis , 2015).

Fundamento: Una muestra libre de humedad (menos 20%) y grasa (menos 12%) se digiere primero con una solución ácida y luego con una solución alcalina; los residuos orgánicos restantes, se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra, se denomina fibra cruda.

Fórmula:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{(P_1 - P_2)}{M} \times (100 - \%H - \%G) \quad (6)$$

Donde:

P_1 = Peso en gramos del capuchón vacío.

P_2 = Peso en gramos del capuchón con fibra.

M = Peso de la muestra (g)

H = Porcentaje de humedad de la muestra

G = Porcentaje de grasa de la muestra

Análisis de la naranjilla deshidratada.

Determinación de pH

Método: Potenciómetro (AOAC, 2000).

Fundamento: El pH del producto se determinó con un potenciómetro que posee un rango de medición de -13,000 - +20,000. Este aparato es provisto de un sistema de electrolitos, que antes de conectar el envase se encuentra sumergido los electrolitos en una solución buffer (agua destilada) con la finalidad de poner en 0 el rango, en seguida para su respectiva medición.

Determinación de sólidos solubles (°Brix) (Codex Alimentarius, 2000).

Método: Refratométrico ISO 2173:1978 Y EL AOAC 932.12.

Fundamento: Los azúcares (°Brix), representan los sólidos solubles totales presentes en la naranjilla deshidratada y su determinación se hizo utilizando un refractómetro, previamente calibrado. Se utilizó 10 gr de muestra y 100 ml de agua destilada.

Determinación de acidez titulable

Método: (AOAC, 2000)

Fundamento: La acidez de una sustancia se determina por métodos volumétricos. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el valorante que es el hidróxido de sodio a la 0.5 N, el titulado (o analito) y el indicador. Cuando un ácido y una base reaccionan se puede observar con un indicador. Para comprobar si está bien titulado se observa que el pH sea 8.2 que corresponde al viraje de la fenoltalina, esto nos da Andrade et.al, (2015). El miliequivalente del ácido cítrico es 0.064

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * \text{meq ácido "X"}}{p} \times 100 \quad (7)$$

Donde:

V NaOH = volumen de NaOH usado para la titulación (ml).

N NaOH = normalidad del NaOH.

Meq acido N "X" = Miliequivalente de ácido (0.064g).

P= Peso de la muestra en gramos.

Determinación de cenizas

Método: AOAC 942.05, citado por (Rodríguez, 2007).

Fundamento: El método se basó en obtener el residuo inorgánico mediante la calcinación a temperatura entre 550 – 600°C de una determinada muestra.

El objetivo es determinar el residuo inorgánico por el método de incineración indirecta.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(P2-P1)}{m} * 100 \quad (8)$$

Donde:

P1= Masa del crisol vacío en g.

P2 = Masa del crisol más cenizas, en g.

m = Masa de muestra, en g.

Determinación de humedad (Carranza, 2019).

La humedad se determinó mediante termogravimetría usando el Analizador de humedad electrónico Sartorius MA 35, colocando 12 g de muestra en el platillo, a una temperatura de 105 °C hasta alcanzar peso constante.

Determinación de proteínas

Método: kjeldahl – equipo automático. Método AOAC 976.05- ISO 5983.2002, citado por (Vera, 2019).

Fundamento: El principio del método radica en la conversión del nitrógeno orgánico a inorgánico, mediante la descomposición estructuras de la proteína por acción de ácido sulfúrico, la materia prima se oxida a CO₂, agua y el nitrógeno transformado en amoníaco se forma en sulfuro de amonio. En medio fuertemente alcalino se libera del sulfuro de amonio al amoníaco que por destilación se obtiene y se valora.

La cantidad de nitrógeno de la muestra se calculó por la siguiente fórmula:

$Nitrógeno (mg) = 14 \times Volumen\ HCl (ml) \times Normalidad\ HCl$

El porcentaje de proteínas se determinó a partir del nitrógeno Kjeldahl mediante la siguiente fórmula:

$$\%Proteína\ Total = \frac{Nitrógeno\ (mg)}{Peso\ de\ muestra\ (mg)} * 100 * factor\ proteico \quad (9)$$

Determinación de grasa o extracto etéreo

Método: AOAC 920.39, citado por (Vintimilla & Reinoso, 2015).

Fundamento: El solvente que es utilizado se condensa de forma continua extrayendo materiales solubles al pasar por medio de la muestra. El extracto se coloca en un vaso que al terminar el proceso de destilación queda en el vaso el extracto graso de la muestra.

Cálculos: Se utiliza la ecuación:

$$EE = \frac{P_{vr} - P_v}{P_m} \times 100 \quad (10)$$

Donde:

EE = Extracto etéreo (%)

P_v = Peso del vaso tarado

P_{vr} = Peso del vaso más residuo

P_m = Peso de la muestra

Determinación de fibra cruda

Método: AOAC 978.10, citado por (Solis , 2015).

Fundamento: Una muestra libre de humedad (menos 20%) y grasa (menos 12%) se digiere primero con una solución ácida y luego con una solución alcalina; los residuos orgánicos restantes, se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra, se denomina fibra cruda.

Fórmula:

$$\%Fibra = \frac{(P_1 - P_2)}{M} \times (100 - \%H - \%G) \quad (11)$$

Donde:

P₁ = Peso en gramos del capuchón vacío.

P₂ = Peso en gramos del capuchón con fibra.

M = Peso de la muestra (g)

H= Porcentaje de humedad de la muestra

G = Porcentaje de grasa de la muestra

Análisis microbiológicos

Recuento de hongos (Mohos y levaduras)

Método: Recuento en placa. (MINSA/DIGESA, 2008, pág. 20).

Procedimiento.

- Se esterilizó todos los materiales que se utilizarían.
- Se pesó 10 gramos de la muestra (naranja deshidratada), se colocó en un matraz de 250 ml de capacidad, se agregó 90 ml de agua peptonada y homogenizar por 30 segundos.
- Se preparó diluciones 10^{-2} y 10^{-3} con 9 ml de agua peptonada en tubos de ensayo y se agregó 1ml de muestra de la dilución madre.
- Se pipeteo por duplicado en placas Petri, alícuotas de 1ml de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . Se vació el agar saboraud sobre la muestra a temperatura de $44^{\circ}\text{C} - 46^{\circ}\text{C}$, acto seguido se mezcló el inóculo con el medio fundido con movimientos de vaivén.
- Se dejó solidificar el agar, invertir las placas e incubar a $22-24^{\circ}\text{C}$ durante 3 a 5 días, pasado ese tiempo con ayuda del contador de colonias, contar las colonias en aquellas placas que contengan entre 30 a 300 Unidades Formadoras de colonias.
- Se calculó el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de levaduras y mohos, multiplicando el número de colonias de las placas por el factor de la dilución.

Recuento de Salmonella

Método: Recuento en placa por técnica de siembra por estría (MINSA/DIGESA, 2008).

Procedimiento.

- Se pesó 25 gramos de la muestra y se colocó en un matraz de 500 ml de capacidad, se agregó 225 ml de agua peptona y se homogenizó por 30 segundos, se incubó por 24 horas a temperatura de $35 - 37^{\circ}\text{C}$.
- Se preparó el caldo de enriquecimiento y se transfirió de la muestra anterior 1ml de muestra. Luego se incubó a $35-37^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.
- Con ayuda de una asa bacteriológica se sembró por agotamiento y estría sobre el medio solidificado se incubó las placas a $35- 37^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.

Descripción del proceso para la deshidratación de la naranjilla

Para elaborar este trabajo se siguieron los siguientes procedimientos.

Recepción. Se recibió la naranjilla del Centro Poblado Rosario de Chingama del distrito de Bellavista; se trasladó al laboratorio de taller Tecnológico de Alimentos de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Selección y clasificación. Se seleccionó la materia prima (naranjillas) que estaban en buenas condiciones, se tuvo en cuenta las que fueron del mismo color y tamaño para realizar el secado de manera uniforme.

Lavado y pesado. A las naranjillas se les retiró las espinas, se lavó con agua potable para remover las impurezas; después se sumergió la naranjilla en un recipiente con agua en hipoclorito de sodio, en una concentración de 50 ppm; se escurrió y se pesó para saber la cantidad de materia prima con la que se trabajó; se realizaron análisis físico- químicos.

Pelado. Con ayuda de unos cuchillos de acero inoxidable se retiró la cáscara, se volvió a pesar la fruta para saber cuánto de pulpa quedó.

Escaldado. Inmediatamente se colocó las naranjillas en agua a 80°C por 1 minutos para conservar su color e inactivar enzimas de forma que se detenga su actividad metabólica y cese la degradación del alimento (Fernández, 2004) Se realizó un choque térmico con agua fría de 10 a 15°C para evitar la cocción de la fruta (Flores, 2011). Se dejó escurrir por unos minutos.

Cortado. Se cortó en rodajas de 0.50 mm y se colocaron en las bandejas hasta que esté lleno en una sola capa. Se pesó las bandejas para saber cuánto en total entraría en el secador.

Deshidratación con aire caliente. El secador se programó a la temperatura que sería utilizado y estuvo listo para poner las bandejas. Éstas se colocaron dentro del secador y con la balanza de triple brazos se pesó para saber cuánto pesaba junto con el armazón que sujetó las bandejas. Se controló el peso cada 10 minutos hasta completar el tiempo programado.

Enfriado y pesado. Una vez completado el tiempo se retiró del secador y se dejó enfriar por unos minutos, luego se pesó las bandejas con la naranjilla deshidratada y se anotó el peso.

Envasado. Con una espátula se retiró las muestras (láminas de naranjillas) deshidratadas de las bandejas una por una teniendo cuidado de no dañarlas. Se llenó en una bolsa hermética y se realizó un envasado al vacío. El envasado consistió en que una vez que las bolsas estaban con las muestras, antes de sellarlas se las colocó en un depósito con agua dejando que esta última llegue hasta la parte del sellado sin dejar entrar el agua en las bolsas. Se iba cerrando cuidadosamente. Esto permitió que no haya una rehidratación de las naranjillas.

Almacenado. Una vez lista las muestras se almacenaron en un lugar fresco y seco hasta realizar sus análisis físico- químico y microbiológico.

A continuación se presenta el flujograma para la obtención de tratamientos.

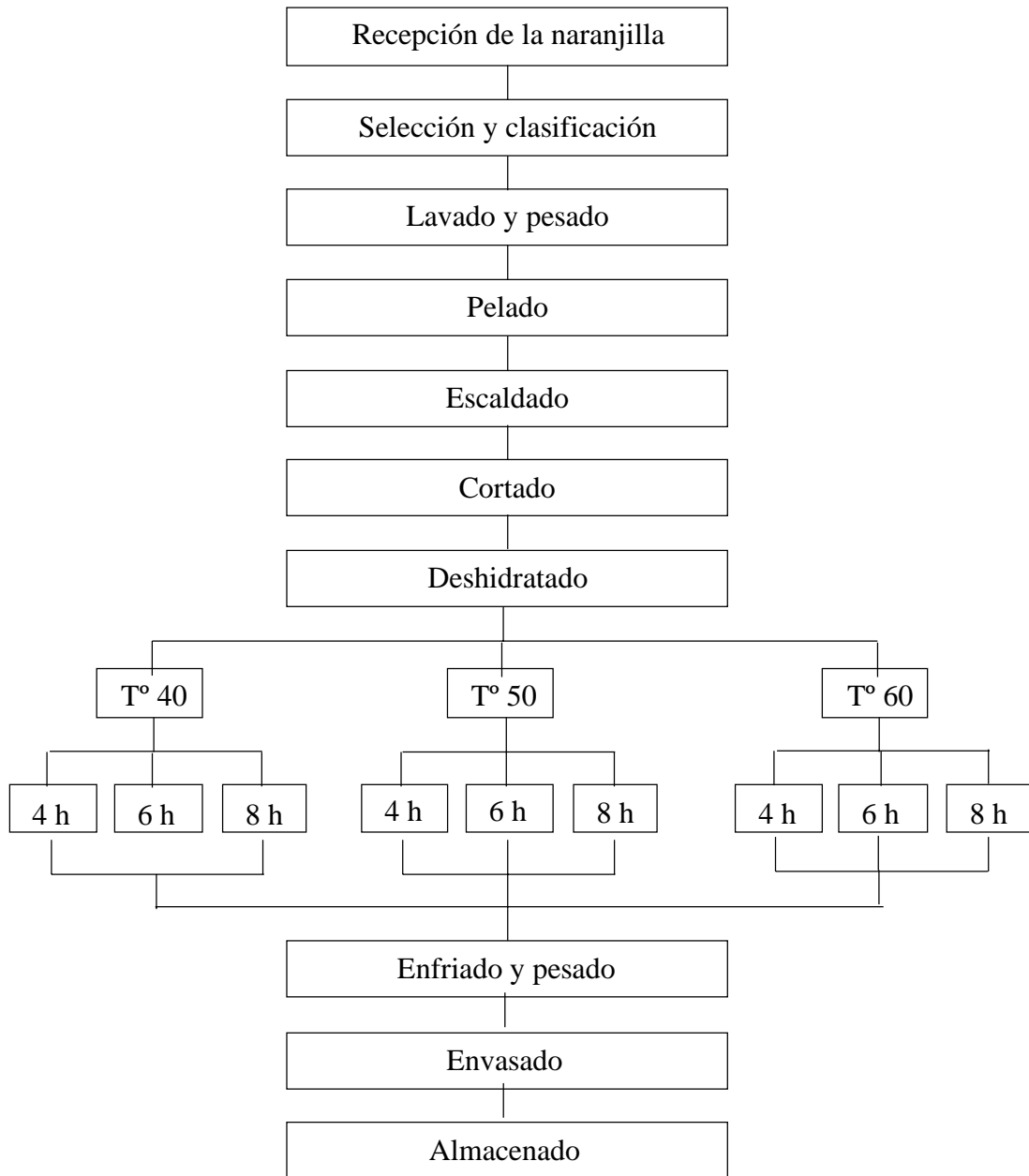


Figura 2. Flujograma de elaboración de deshidratación de naranjilla

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis fisicoquímico para la materia prima

Se evaluó bajo la norma técnica peruana y siguiendo el método AOAC. Se realizaron los análisis de las siguientes características fisicoquímicas a la naranjilla (materia prima): pH, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable (% de ácido cítrico), índice de madurez, cenizas, humedad, proteína, grasas y fibra.

4. Características fisicoquímicas de la naranjilla

Características fisicoquímicas	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Promedio
pH	3.14	3.11	3.23	3.16
Sólidos solubles (°Brix)	3	4	5	4
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	2.11 %	1.88 %	1.98 %	1.99%
Índice de madurez	2.36	3.19	3.53	3.03
Cenizas (%)	0.87 %	0.87 %	0.89 %	0.87 %
Humedad (%)	88.63 %	88.31%	88.74%	88.56%
Proteínas (%)	0.98 %	0.97 %	0.97 %	0.97 %
Grasa (%)	0.08 %	0.10 %	0.09 %	0.09 %
Fibra (%)	1.20 %	1.50 %	1.60 %	1.43 %

En la tabla 4 se observa que el pH y los °Brix tuvieron una diferencia mínima entre las tres repeticiones de cada uno con promedio de 3.16 y 4 respectivamente, siendo los resultado esperado; ya que es cercano a lo reportado por Riera y Gómez (2018) donde obtuvo 3.07 de pH y 4 de °Brix . El promedio de acidez obtenida fue de 1.99% siendo mayor a lo obtenido por Torres et.al, (2018) que reportó 1.84%. Se tuvo en cuenta el índice de maduración ya que de él depende la calidad de la fruta que obtengamos y el comportamiento que tendrá después de ser cosechada para el tratamiento que se le va a dar; éste se obtuvo dividiendo

los brix entre la acidez. Mientras más alto son los brix, su acidez disminuirá obteniendo como promedio 3.03, estando cercano a lo reportado por González et., al. (2013), que obtuvo 2.84. En cuanto a la ceniza, humedad, proteína, grasa y fibra se obtuvo 0.87%, 88.56%, 0.97%, 0.09% y 1.43% respectivamente, siendo lo esperado ya que está cercano a lo que reportó Oñate (2011) en sus resultados de cenizas, humedad, proteína, grasa y fibra con 0.95%, 87%, 0.74%, 0.17% y 2.6% respectivamente.

4.2. Cinética de deshidratación de la naranjilla

Los resultados experimentales de las 3 repeticiones en los 9 tratamientos mostraron que la relación de temperatura a (40 °C, 50 °C y 60 °C) y tiempo de deshidratación (240, 360 y 480 minutos) medidos periódicamente cada 10 minutos presentan la misma tendencia de deshidratación, para ello se seleccionó los resultados con el coeficiente de determinación logarítmico y exponencial (R^2) proximal a 1.00

A. Deshidratación de naranjilla a 40 °C en diferentes tiempos

Los resultados de deshidratación de naranjilla a 40 °C y tiempo de deshidratación (240, 360 y 480 minutos) son mostrados en la tabla 5, 6 y 7. En la figura 3 se puede apreciar que para el T1 (A1B1) la humedad crítica (Y_c) es de 0.73 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.23 g agua/g de naranjilla seca. Para el T 2 (A1B2) la humedad crítica (Y_c) es de 0.72 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.29 g agua/g de naranjilla seca. Y para el T3 (A1B3) la humedad crítica (Y_c) es de 0.83 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.37 g agua/g de naranjilla seca. Solo para el T2 (A1B2) el tiempo crítico (T_c) de deshidratación es diferente; en etapa de velocidad decreciente de deshidratación el T3 (A1B3) es menor que en los demás tratamientos.

Tabla 5. *Tratamiento 1. Deshidratación de naranjilla AIB1*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2056.6	898.7	0.87
10	2033.2	875.3	0.82
20	2014	856.1	0.78
30	2000	842.1	0.75
40	1990	832.1	0.73
50	1983.7	825.8	0.72
60	1952	794.1	0.65
70	1941.5	783.6	0.63
80	1930.5	772.6	0.61
90	1922.9	765	0.59
100	1909.5	751.6	0.56
110	1906.2	748.3	0.56
120	1879.1	721.2	0.50
130	1866.4	708.5	0.47
140	1853	695.1	0.45
150	1840.4	682.5	0.42
160	1825.6	667.7	0.39
170	1811.6	653.7	0.36
180	1810.4	652.5	0.36
190	1786.9	629	0.31
200	1774.6	616.7	0.28
210	1766.6	608.7	0.27
220	1757	599.1	0.25
230	1751.7	593.8	0.24
240	1747	589.1	0.23

Tabla 6. *Tratamiento 2. Deshidratación de naranjilla A1B2*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2076.9	919	0.84
10	2066.2	908.3	0.82
20	2057.1	899.2	0.80
30	2049.3	891.4	0.79
40	2034.4	876.5	0.76
50	2021.5	863.6	0.73
60	2014.7	856.8	0.72
70	2009.5	851.6	0.71
80	1996.8	838.9	0.68
90	1978.5	820.6	0.64
100	1959.7	801.8	0.61
110	1947.3	789.4	0.58
120	1931.2	773.3	0.55
130	1929.1	771.2	0.54
140	1920.6	762.7	0.53
150	1913.7	755.8	0.51
160	1909.3	751.4	0.51
170	1900.7	742.8	0.49
180	1894.2	736.3	0.47
190	1889.1	731.2	0.46
200	1881.8	723.9	0.45
210	1876.2	718.3	0.44
220	1869.5	711.6	0.43
230	1861.6	703.7	0.41
240	1855.3	697.4	0.40
250	1850.2	692.3	0.39
260	1845.2	687.3	0.38
270	1841	683.1	0.37
280	1837.4	679.5	0.36
290	1829.2	671.3	0.34
300	1822.6	664.7	0.33
310	1816.3	658.4	0.32
320	1811.5	653.6	0.31
330	1809.2	651.3	0.30
340	1806.4	648.5	0.30
350	1803.5	645.6	0.29
360	1801.3	643.4	0.29

Tabla 7. *Tratamiento 3. Deshidratación de naranjilla A1B3*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2107.9	950	0.90
10	2094.6	936.7	0.87
20	2088.1	930.2	0.86
30	2079.6	921.7	0.84
40	2071.4	913.5	0.83
50	2058.1	900.2	0.80
60	2050.6	892.7	0.78
70	2041.5	883.6	0.77
80	2035.5	877.6	0.75
90	2029.3	871.4	0.74
100	2011	853.1	0.70
110	1999	841.1	0.68
120	1995.1	837.2	0.67
130	1992	834.1	0.67
140	1986.4	828.5	0.66
150	1981.5	823.6	0.65
160	1977.2	819.3	0.64
170	1970.3	812.4	0.62
180	1962.0	804.1	0.61
190	1957.1	799.2	0.60
200	1952.1	794.2	0.59
210	1947.3	789.4	0.58
220	1940.1	782.2	0.56
230	1936.5	778.6	0.56
240	1930.3	772.4	0.54
250	1926	768.1	0.53
260	1919.2	761.3	0.52
270	1913.2	755.3	0.51
280	1908.8	750.9	0.50
290	1897.6	739.7	0.48
300	1890.5	732.6	0.46
310	1886.2	728.3	0.46
320	1881.2	723.3	0.45
330	1879.5	721.6	0.44
340	1876	718.1	0.43
350	1873.7	715.8	0.43
360	1870.1	712.2	0.42
370	1867.3	709.4	0.42

380	1864.3	706.4	0.41
390	1861.2	703.3	0.41
400	1857.6	699.7	0.40
410	1853.4	695.5	0.39
420	1851.3	693.4	0.39
430	1849.2	691.3	0.38
440	1847.1	689.2	0.38
450	1846	688.1	0.37
460	1845.9	688	0.37
470	1845.1	687.2	0.37
480	1844.7	686.8	0.37

En la figura 3 se muestran las curvas de humedad residual de naranjilla determinadas de las tablas 5, 6 y 7 durante el tiempo de deshidratación de 240, 360 y 480 minutos, a una temperatura de 40 °C con velocidad constante de deshidratación. En las 3 curvas se observa que la pérdida de humedad se comporta decreciente y es uniforme; además se muestra que los valores de la humedad crítica (Y_c) 0.73 g agua/g de naranjilla, 0.72 g agua/g de naranjilla y 0.83 g agua/g de naranjilla; y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.23 g agua/g de naranjilla seca, 0.29 g agua/g de naranjilla seca y 0.37 g agua/g de naranjilla seca son diferentes. Se observa que el $R^2 = 0.9954$ del T2, es el más cercano a 1, explicando el 99,54%, de la variabilidad de la variable dependiente humedad, que es explicado a través del modelo de regresión lineal. Podemos concluir que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables.

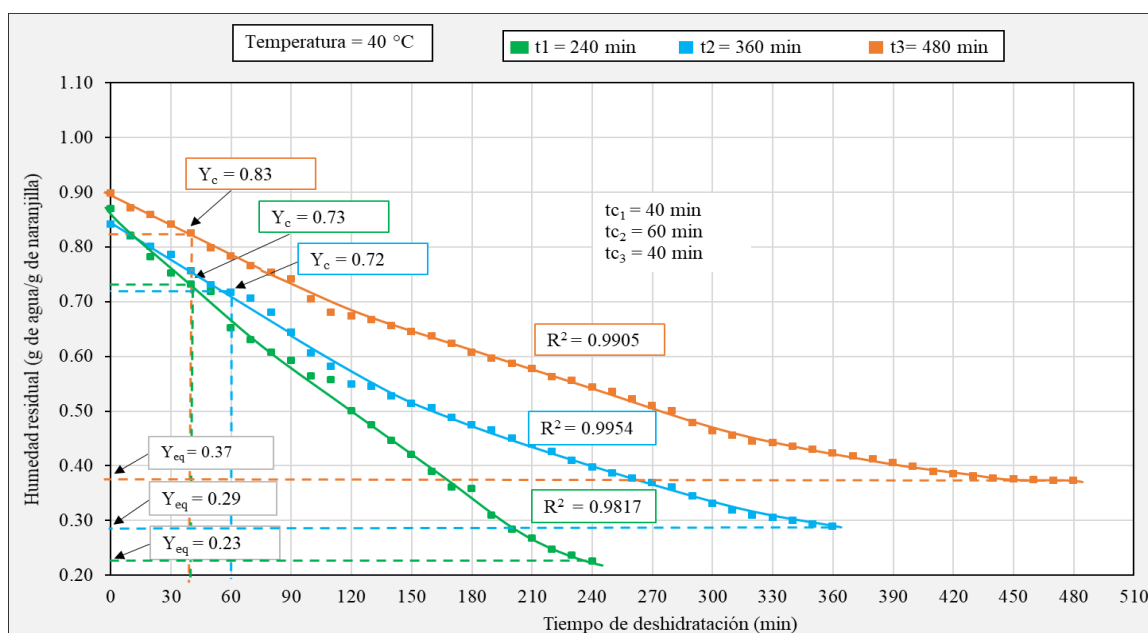


Figura 3. Humedad residual de la naranjilla durante tiempo transcurrido de deshidratación a 40 °C

B. Deshidratación de naranjilla a 50 °C en diferentes tiempos

Los resultados de deshidratación de naranjilla a 50 °C y tiempo de deshidratación (240, 360 y 480 minutos) son mostrados en la tabla 8, 9, 10. En la figura 4 se puede apreciar que para el T4 (A2B1) la humedad crítica (Y_c) es de 0.83 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.36 g agua/g de naranjilla seca; para el T5 (A2B2) la humedad crítica (Y_c) es de 0.83 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.17 g agua/g de naranjilla seca; el T6 (A2B3) la humedad crítica (Y_c) es de 0.92 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.20 g agua/g de naranjilla seca. El tiempo crítico (T_c) (30, 60 y 70) minutos de deshidratación es diferente en los tratamientos.

Tabla 8. *Tratamiento 4. Deshidratación de naranjilla A2B1*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2062.9	905	1.01
10	2035.1	877.2	0.95
20	2016.5	858.6	0.91
30	1984.3	826.4	0.83
40	1965.5	807.6	0.79
50	1948.2	790.3	0.75
60	1930.6	772.7	0.72
70	1912.5	754.6	0.68
80	1903.3	745.4	0.65
90	1892.7	734.8	0.63
100	1880.9	723	0.61
110	1869.7	711.8	0.58
120	1854.3	696.4	0.55
130	1842.5	684.6	0.52
140	1834.9	677	0.50
150	1830.9	673	0.49
160	1826.2	668.3	0.48
170	1812.3	654.4	0.45
180	1803.7	645.8	0.43
190	1795.1	637.2	0.41
200	1790.1	632.2	0.40
210	1784.4	626.5	0.39
220	1778	620.1	0.38
230	1773.8	615.9	0.37
240	1768.4	610.5	0.36

Tabla 9. *Tratamiento 5. Deshidratación de naranjilla A2B2*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2060	902.1	1.11
10	2044.8	886.9	1.07
20	2019.9	862	1.02
30	1998.8	840.9	0.97
40	1980	822.1	0.92
50	1960.3	802.4	0.88
60	1938.5	780.6	0.83
70	1917.1	759.2	0.78
80	1899.8	741.9	0.74
90	1878.2	720.3	0.68
100	1856.4	698.5	0.63
110	1833.5	675.6	0.58
120	1815.7	657.8	0.54
130	1795.6	637.7	0.49
140	1776.1	618.2	0.45
150	1754.3	596.4	0.40
160	1733.8	575.9	0.35
170	1724.5	566.6	0.33
180	1715.2	557.3	0.30
190	1709	551.1	0.29
200	1701.5	543.6	0.27
210	1692.4	534.5	0.25
220	1683.3	525.4	0.23
230	1675.2	517.3	0.21
240	1672.8	514.9	0.20
250	1669.6	511.7	0.20
260	1665.8	507.9	0.19
270	1663.7	505.8	0.18
280	1661.2	503.3	0.18
290	1659.2	501.3	0.17
300	1658.6	500.7	0.17
310	1657.9	500	0.17
320	1658.4	500.5	0.17
330	1656.5	498.6	0.17
340	1656.3	498.4	0.17
350	1656.3	498.4	0.17
360	1656.2	498.3	0.17

Tabla 10. *Tratamiento 6. Deshidratación de naranjilla A2B3*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2109.9	952	1.29
10	2085.9	928	1.24
20	2064.3	906.4	1.18
30	2034.6	876.7	1.11
40	2015.1	857.2	1.06
50	1999.6	841.7	1.03
60	1976.5	818.6	0.97
70	1956.1	798.2	0.92
80	1954.1	796.2	0.92
90	1908.1	750.2	0.81
100	1902.8	744.9	0.79
110	1885.4	727.5	0.75
120	1868.8	710.9	0.71
130	1843.6	685.7	0.65
140	1828.4	670.5	0.62
150	1815.6	657.7	0.58
160	1800.5	642.6	0.55
170	1787.4	629.5	0.52
180	1774.2	616.3	0.48
190	1758	600.1	0.45
200	1752	594.1	0.43
210	1743.6	585.7	0.41
220	1733.1	575.2	0.39
230	1726.1	568.2	0.37
240	1716.8	558.9	0.35
250	1708	550.1	0.33
260	1703.6	545.7	0.31
270	1701	543.1	0.31
280	1695	537.1	0.29
290	1678	520.1	0.25
300	1678	520.1	0.25
310	1675.1	517.2	0.25
320	1674.6	516.7	0.24
330	1666.6	508.7	0.23
340	1666.3	508.4	0.22
350	1665	507.1	0.22
360	1663.3	505.4	0.22
370	1662.3	504.4	0.21
380	1661.1	503.2	0.21

390	1661	503.1	0.21
400	1660	502.1	0.21
410	1660	502.1	0.21
420	1660	502.1	0.21
430	1658.9	501	0.21
440	1658.9	501	0.21
450	1658	500.1	0.20
460	1658	500.1	0.20
470	1658	500.1	0.20
480	1658	500.1	0.20

En la figura 4 se muestran las curvas de humedad residual de naranjilla determinadas durante el tiempo de deshidratación de 240, 360 y 480 minutos, a una temperatura de 50 °C con velocidad constante de deshidratación. En las 3 curvas se observa que la pérdida de humedad se comporta decreciente. La curva del T4 (50°C y 240 minutos) se sobrepone a los T5 (50°C y 360 minutos) y T6 (50°C y 480 minutos) en etapa de velocidad decreciente de deshidratación; además se muestra que los valores de la humedad crítica (Y_c) 0.83 g agua/g de naranjilla, 0.83 g agua/g de naranjilla, 0.92 g agua/g de naranjilla; y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) 0.36 g agua/g de naranjilla seca, 0.17 g agua/g de naranjilla seca, de 0.20 g agua/g de naranjilla seca son diferentes. El valor $R^2 = 0.9923$ del T4 indica que está explicando el 99,23% de variabilidad de la variable dependiente humedad, a través del modelo de regresión lineal. Podemos concluir que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables.

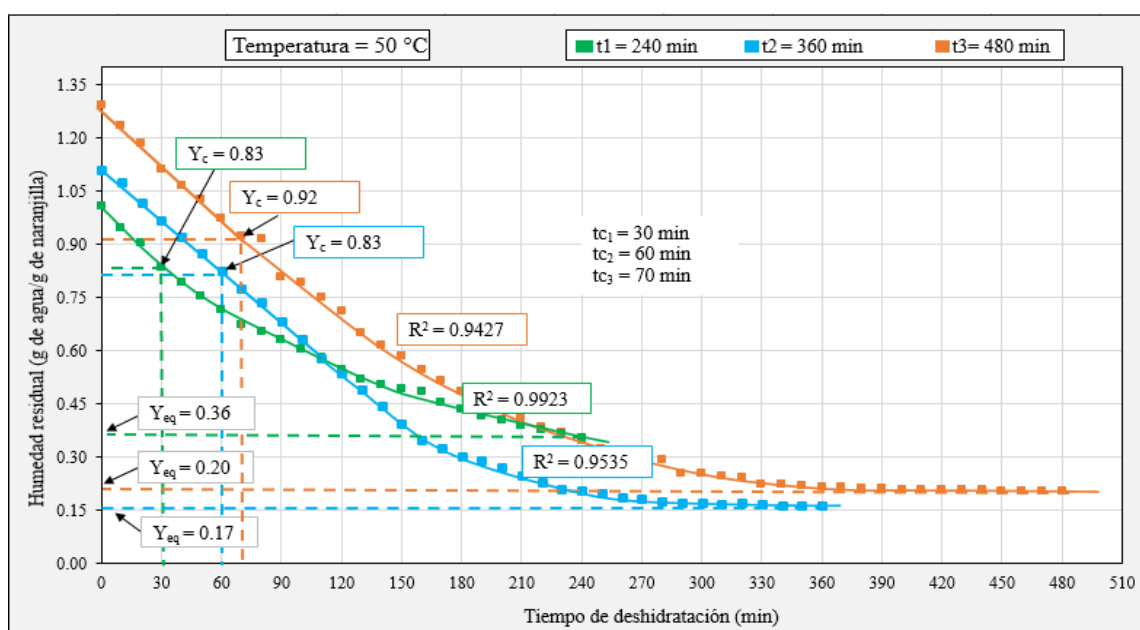


Figura 4. Humedad residual de la naranjilla durante tiempo transcurrido de deshidratación a 50 °C

C. Deshidratación de naranjilla a 60 °C en diferentes tiempos

Los resultados de deshidratación de naranjilla a 60 °C en tiempos de deshidratación 240, 360 y 480 minutos, son mostrados en la tabla 11, 12, 13 y en la figura 5 se puede apreciar que para el T7 (A3B1) la humedad crítica (Y_c) es de 0.81 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.29 g agua/g de naranjilla seca; el T8 (A3B2) la humedad crítica (Y_c) es de 0.37 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.04 g agua/g de naranjilla seca; y para el T9 (A3B3) la humedad crítica (Y_c) es de 0.72 g agua/g de naranjilla y la humedad de equilibrio (Y_{eq}) es de 0.05 g agua/g de naranjilla seca. El tiempo crítico (T_c) de deshidratación es diferente en los tratamientos.

Tabla 11. *Tratamiento 7. Deshidratación de naranjilla A3B1*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	1997.9	840	0.99
10	1976.7	818.8	0.94
20	1954.2	796.3	0.88
30	1939.8	781.9	0.85
40	1923.8	765.9	0.81
50	1911.5	753.6	0.78
60	1895	737.1	0.74
70	1874.4	716.5	0.70
80	1857.5	699.6	0.66
90	1848.9	691	0.64
100	1839.2	681.3	0.61
110	1822.6	664.7	0.57
120	1813.3	655.4	0.55
130	1796.5	638.6	0.51
140	1775.6	617.7	0.46
150	1764	606.1	0.43
160	1756.3	598.4	0.42
170	1743.8	585.9	0.39
180	1736.4	578.5	0.37
190	1731.7	573.8	0.36
200	1725.5	567.6	0.34
210	1713.2	555.3	0.31
220	1710.8	552.9	0.31
230	1707.5	549.6	0.30
240	1704.5	546.6	0.29

Tabla 12. *Tratamiento 8. Deshidratación de naranjilla A3B2*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2011.9	854	0.55
10	1990.5	832.6	0.51
20	1974.9	817	0.48
30	1960.5	802.6	0.46
40	1948.4	790.5	0.43
50	1932.1	774.2	0.41
60	1915.1	757.2	0.37
70	1908.8	750.9	0.36
80	1890.7	732.8	0.33
90	1876.8	718.9	0.30
100	1859.9	702	0.27
110	1840.3	682.4	0.24
120	1824	666.1	0.21
130	1810.7	652.8	0.18
140	1793.3	635.4	0.15
150	1780.6	622.7	0.13
160	1769.9	612	0.11
170	1757.2	599.3	0.09
180	1750.3	592.4	0.08
190	1747.7	589.8	0.07
200	1744.6	586.7	0.06
210	1740.5	582.6	0.06
220	1737.9	580	0.05
230	1733.8	575.9	0.05
240	1732.4	574.5	0.04
250	1731.6	573.7	0.04
260	1731.4	573.5	0.04
270	1730.5	572.6	0.04
280	1730.4	572.5	0.04
290	1730.4	572.5	0.04
300	1730.4	572.5	0.04
310	1730.4	572.5	0.04
320	1730.4	572.5	0.04
330	1730.4	572.5	0.04
340	1730.4	572.5	0.04
350	1730.4	572.5	0.04
360	1730.4	572.5	0.04

Tabla 13. *Tratamiento 9. Deshidratación de naranjilla A3B3*

Tiempo de deshidratación (minutos)	Peso estructura + naranjilla al tiempo t (g)	Peso naranjilla (g)	Humedad residual (g de agua/g de naranjilla)
0	2087.9	930	1.09
10	2065.3	907.4	1.04
20	2047.7	889.8	1.00
30	2023.5	865.6	0.94
40	2002.2	844.3	0.89
50	1983.2	825.3	0.85
60	1965.1	807.2	0.81
70	1943.4	785.5	0.76
80	1925.8	767.9	0.72
90	1909.1	751.2	0.69
100	1872.3	714.4	0.60
110	1855.5	697.6	0.56
120	1838.7	680.8	0.53
130	1820.4	662.5	0.49
140	1809.6	651.7	0.46
150	1790.5	632.6	0.42
160	1769.1	611.2	0.37
170	1751.8	593.9	0.33
180	1733.3	575.4	0.29
190	1715.4	557.5	0.25
200	1695.7	537.8	0.21
210	1676.3	518.4	0.16
220	1663.9	506	0.14
230	1655.9	498	0.12
240	1650.7	492.8	0.11
250	1646.1	488.2	0.10
260	1642.5	484.6	0.09
270	1639.1	481.2	0.08
280	1636.3	478.4	0.07
290	1634.3	476.4	0.07
300	1632.5	474.6	0.06
310	1630.8	472.9	0.06
320	1629.7	471.8	0.06
330	1628.5	470.6	0.06
340	1628.4	470.5	0.06
350	1628.3	470.4	0.06
360	1628.2	470.3	0.05
370	1628	470.1	0.05
380	1628	470.1	0.05
390	1628	470.1	0.05
400	1628	470.1	0.05

410	1628	470.1	0.05
420	1628	470.1	0.05
430	1626	468.1	0.05
440	1626	468.1	0.05
450	1626	468.1	0.05
460	1626	468.1	0.05
470	1626	468.1	0.05
480	1626	468.1	0.05

En la figura 5 se muestran las curvas de humedad residual de naranjilla determinadas durante el tiempo de deshidratación de 240, 360 y 480 minutos, a una temperatura de 60 °C con velocidad constante de deshidratación. En las 3 curvas se observa que la pérdida de humedad se comporta decreciente se observa que en el T7 (60°C y 240 minutos) la curva también se sobrepone a los T8 (60°C y 360 minutos) y T9 (60°C y 480 minutos) en etapa de velocidad decreciente de deshidratación; además se muestra que la humedad crítica (Y_c) 0.81 g agua/g de naranjilla, 0.37 g agua/g de naranjilla, 0.72 g agua/g de naranjilla, la humedad de equilibrio (Y_{eq}) (Y_{eq}) es de 0.29 g agua/g de naranjilla seca, 0.04 g agua/g de naranjilla seca, 0.05 g agua/g de naranjilla seca; y el tiempo crítico (t_c) son diferentes (40, 60 y 80 minutos). Se observa que el $R^2 = 0.9946$ del T7, es el más cercano a 1, expresando que el 99,46% de la variabilidad de la variable dependiente humedad es explicado a través del modelo de regresión ajustado. Concluyendo que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables.

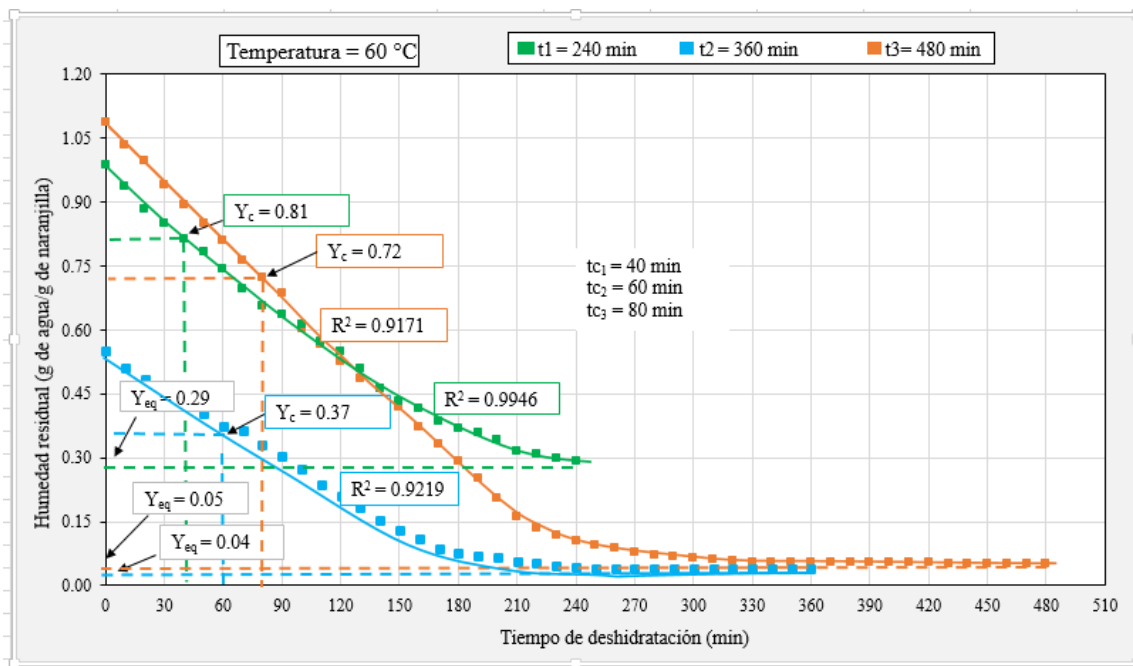


Figura 5. Humedad residual de la naranjilla durante tiempo transcurrido de deshidratación a 60 °C

4.3. Análisis de los tratamientos de la naranjilla deshidratada.

Siguiendo el método AOAC se realizaron los análisis de las siguientes características fisicoquímicas a la deshidratación de la naranjilla: pH, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable (% de ácido cítrico), cenizas, humedad, proteína, grasas y fibra.

En la tabla 14 se muestra que el promedio del T4 obtuvo el pH (3.803) más bajo con respecto a los demás tratamientos. Los T1, T5 y T7 obtuvieron la misma cantidad (3,667). El T2 (3.533) tuvo mayor acidez que los demás tratamientos. Oñate (2011) menciona que “Al haber sido sometidos a deshidratación su acidez disminuye porque hay una parte de los ácidos que se esterifican y pueden formar sales haciendo que se neutralicen, por tanto la acidez baja” (p.108).

Tabla 14. El pH en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.

Tratamiento	Repetición			Promedio (\bar{X})
	1	2	3	
T1	3.5	3.9	3.6	3.667
T2	3.4	3.4	3.8	3.533
T3	3.6	3.7	3.4	3.567
T4	3.96	3.65	3.8	3.803
T5	3.9	3.4	3.7	3.667
T6	3.6	3.6	3.5	3.567
T7	3.4	3.9	3.7	3.667
T8	3.4	3.8	3.5	3.567
T9	3.57	3.8	3.6	3.657

En la figura 6 se observa la gráfica con los resultados de pH de la naranjilla deshidratada de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T9. Se observa los resultados de menor a mayor acidez. Siendo el T4 de menor acidez (3.803) y el T2 de mayor acidez (3.533).

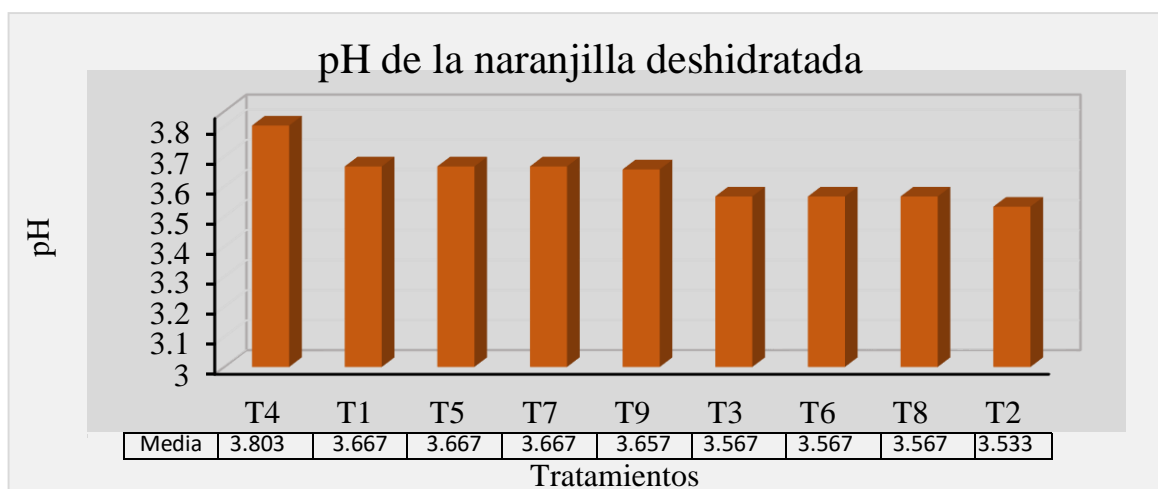


Figura 6. Resultados de pH de deshidratación de naranjilla.

En la tabla 15 se muestra que los tratamientos T4, T7 y T8 obtuvieron la misma cantidad (5.7) de sólidos solubles, mayor a los demás tratamientos. El T1 (4.3) tuvo menor cantidad de sólidos solubles. Este aumento de los °Brix se debe a que los azúcares son solubles en agua y mientras se deshidratan aumenta su concentración.

Tabla 15 Sólidos solubles en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos

Tratamiento	Repetición			Promedio
	1	2	3	\bar{X}
T1	5	4	4	4.3
T2	4	5	5	4.7
T3	5	5	6	5.3
T4	6	5	6	5.7
T5	5	5	6	5.3
T6	6	5	5	5.3
T7	5	6	6	5.7
T8	5	6	6	5.7
T9	5	5	5	5

En la figura 7 muestra que los sólidos solubles en los tratamientos T4, T7 y T8 (5.7) tuvo mayor cantidad que los demás tratamientos; y el T1 (4.1) tuvo el menor promedio.

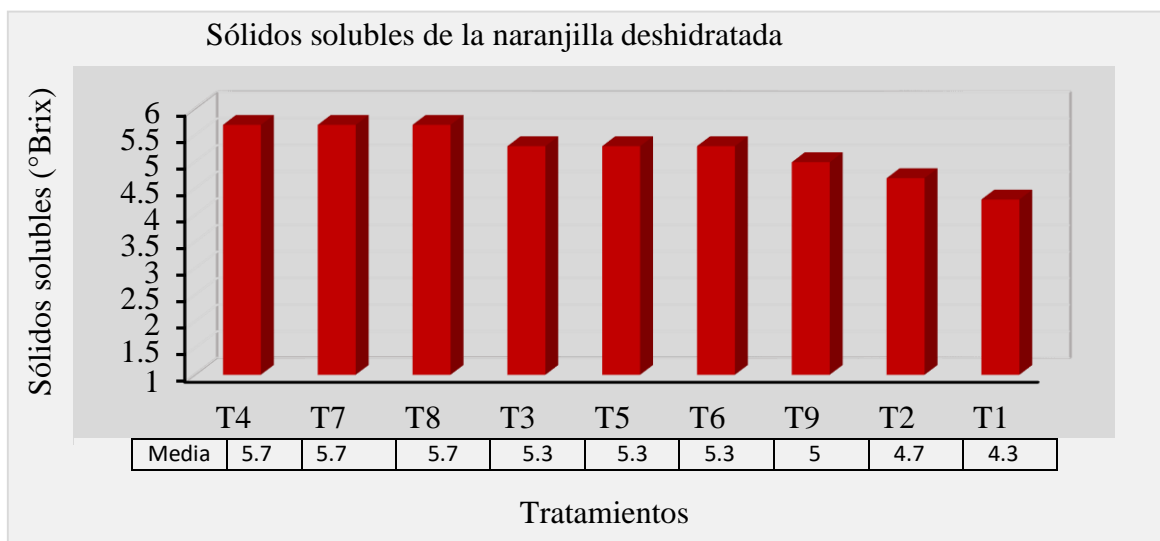


Figura 7. Resultado de sólidos solubles de deshidratación de naranjilla

En la tabla 16 se observa que el T2 (1.973) tiene más acidez que los demás tratamientos y el T4 (4.733). La acidez va disminuyendo “debido a que los ácidos se mezclan con los minerales formando sales haciendo que de igual forma el pH aumente” (Jara, 2011, p.113)

Tabla 16. *Acidez titulable en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	1	2	3	\bar{X}
T1	3.8	3.9	2.7	3.467
T2	2.4	2.4	1.12	1.973
T3	3.5	3.2	2.9	3.2
T4	4.2	4.7	5.3	4.733
T5	3.84	4.09	4.22	4.05
T6	4.94	4.33	4.62	4.63
T7	4.64	4.96	4.54	4.713
T8	4.25	4.09	3.52	3.953
T9	4.48	3.84	3.953	3.947

En la figura 8 muestra en gráfica la acidez todos los tratamientos donde la más baja fue el T4 (4.733%); y la de mayor acidez que fue el T2 (1.973%).

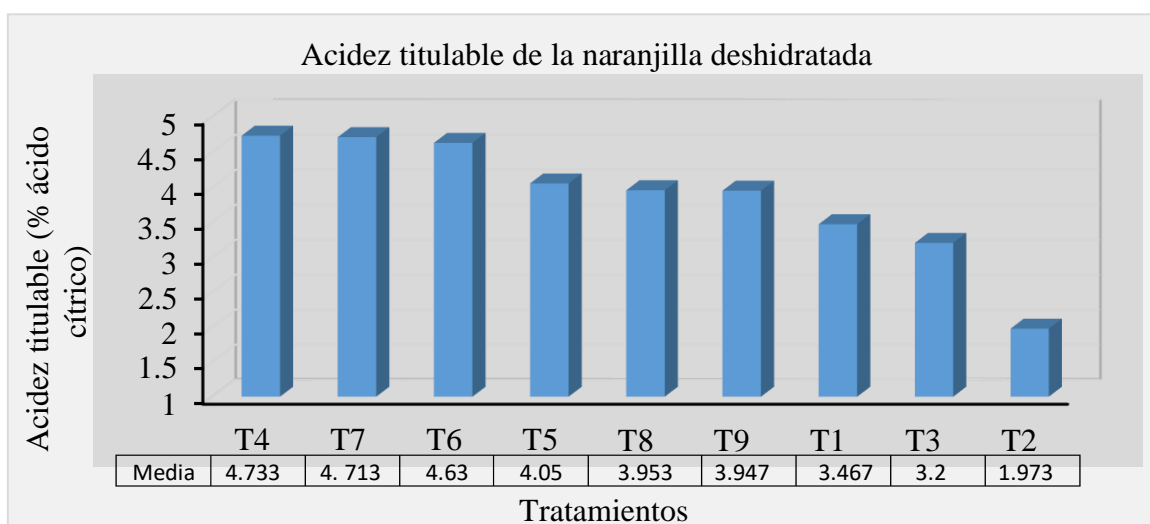


Figura 8. Resultado de acidez titulable de deshidratación de naranjilla

En la tabla 17 se aprecia que el promedio más bajo de cenizas en la naranjilla deshidratada fue del T1 con 5.1% y el más alto fue del T3 con 6.23% los cuales son mayor a la naranjilla fresca que tuvo 0.87%. Esto se debe a que “según progresa la desecación, el contenido de agua disminuye permitiendo que los elementos minerales se encuentren en concentración” (Oñate, 2011, p.109).

Tabla 17. Cenizas en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos

Tratamiento	Repetición			Promedio
	1	2	3	\bar{X}
T1	5	5.1	5.2	5.1
T2	5.4	5.1	5.6	5.367
T3	6.21	6.22	6.26	6.23
T4	6.2	6.22	6.21	6.21
T5	6.22	6.2	6.24	6.22
T6	6.18	6.21	6.22	6.203
T7	6.2	6.21	6.14	6.183
T8	6.17	6.13	6.1	6.133
T9	6.2	6.02	6.1	6.107

En la figura 9 se observa que va desde la que tiene mayor promedio de cenizas T3 con 6.23% hasta la de menor cantidad que fue el T1 con 5.1%

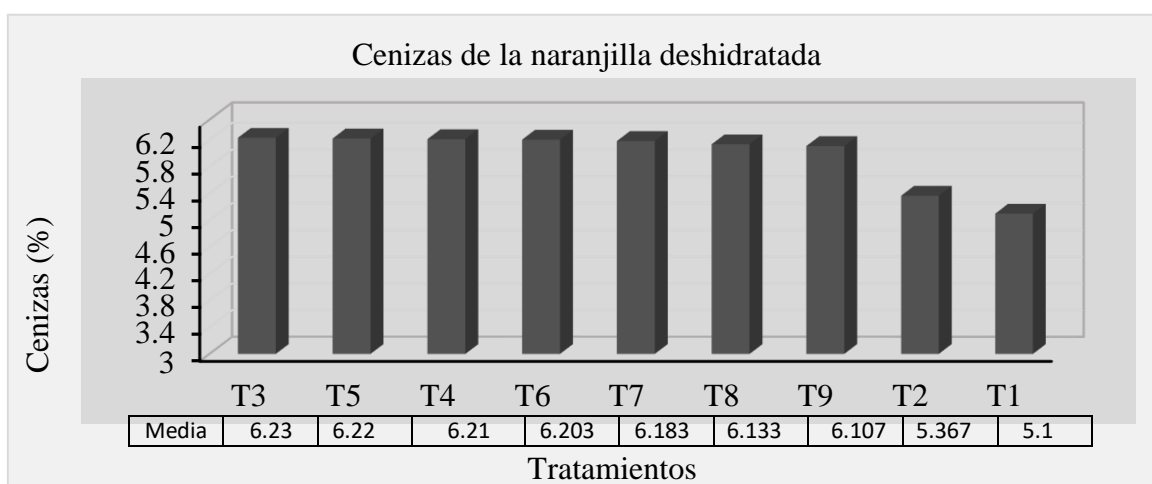


Figura 9. Resultado de cenizas de deshidratación de naranjilla

En la tabla 18 se determinó un promedio de humedad de 26.7% para el T1, siendo el más alto de los tratamientos; y el T9 con 8.5%, el más bajo. La diferencia es concordante porque a mayor temperatura y a mayor tiempo tendrá menos humedad.

Tabla 18. *Humedad en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	1	2	3	\bar{X}
T1	26	26	28	26.7
T2	25.4	25.6	25.7	25.6
T3	21.2	22.7	23.1	22.3
T4	20.4	22.05	20.6	21.0
T5	16.98	16.35	16.8	16.7
T6	12.2	14.04	16.71	14.3
T7	10.8	10.8	10.82	10.8
T8	10.3	9.13	8.76	9.4
T9	8.6	8.4	8.5	8.5

En la figura 10 se observa que la gráfica empieza con el T1 con 26.7% humedad, mayor a los demás tratamientos; hasta la de menos humedad que fue el T9 con 8.5%.

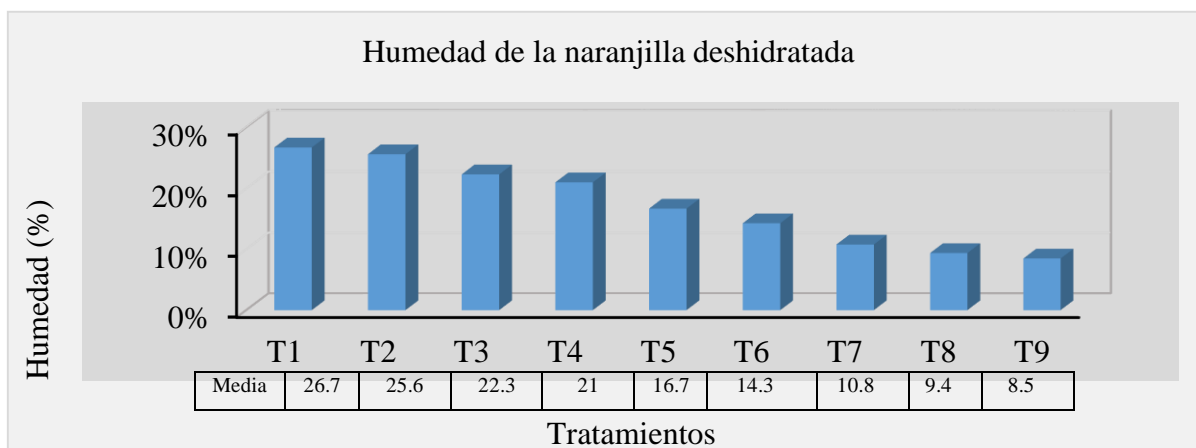


Figura 10. Resultado de humedad de deshidratación de naranjilla

En la tabla 19 se observa que al deshidratar la naranjilla ha aumentado la cantidad de proteínas. En la materia prima se tuvo 0.97 y en la naranjilla deshidratada del T1 (6.13%) siendo el más bajo de todos los tratamientos. El tratamiento con más proteínas fue el T8 con promedio de 9.04%. este aumento se debe a que “a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran” (Oñate, 2011, p.113).

Tabla 19. *Proteínas en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos.*

Tratamiento	Repetición			Promedio (X)
	1	2	3	
T1	6	6	6.4	6.13
T2	6	6.52	6.19	6.24
T3	6.62	6.52	6.57	6.57
T4	7.8	7.79	7.76	7.78
T5	7.85	7.79	7.94	7.86
T6	7.93	7.9	7.9	7.91
T7	8.25	8.28	8.23	8.25
T8	9.04	9.01	9.08	9.04
T9	9.47	8.18	9.1	8.92

Como se observa en la figura 11, está representado desde el tratamiento con más proteínas el cual es el T8 (9.04%) a la menor cantidad que es el T1 (6.13%).

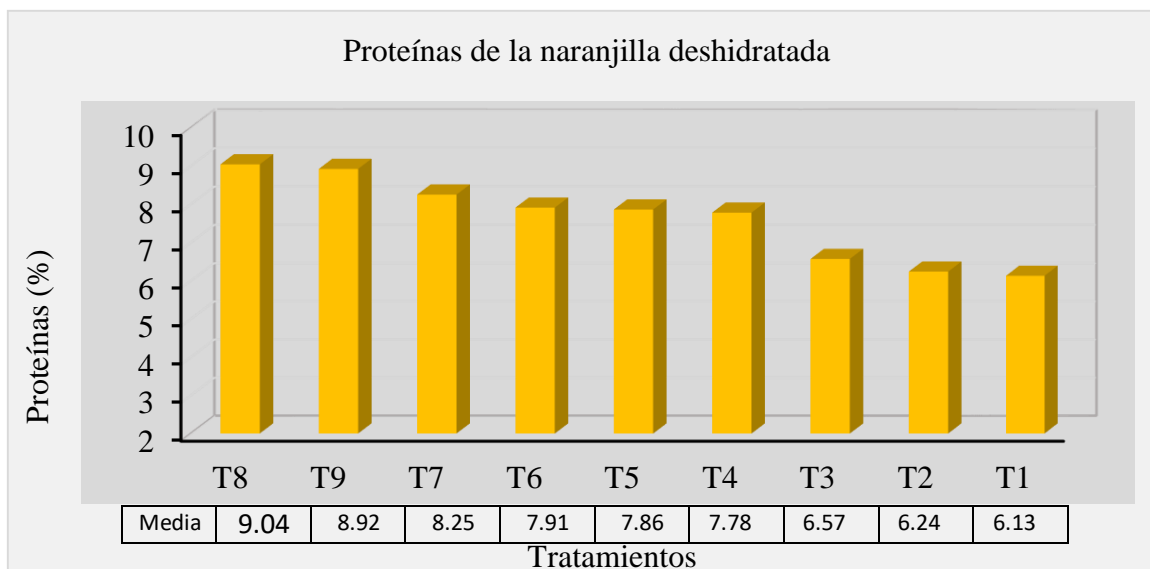


Figura 11. Resultado de proteína de deshidratación de naranjilla

En la tabla 20 se aprecia que las grasas han aumentado en el deshidratado. El T7 tiene 3.98%, más que los otros tratamientos y el T1 tiene 1.46% menor a los otros tratamientos, pero mayor a las grasas de la materia prima que tuvo 0.09%. El aumento en la naranjilla deshidratada es debido a que las grasas son insolubles en agua y con pérdida de humedad esto se concentra y aumentan su contenido. (Oñate, 2011, p.115).

Tabla 20. *Grasas en la deshidratación de naranjilla a diferentes tratamientos*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	1	2	3	\bar{X}
T1	1.49	1.44	1.45	1.46
T2	1.53	1.49	1.52	1.51
T3	1.53	1.53	1.53	1.53
T4	2.3	2.27	2.2	2.26
T5	2.22	2.35	2.25	2.27
T6	6.65	2.51	2.8	2.65
T7	3.8	3.9	4.23	3.98
T8	3.12	3.12	3.04	3.097
T9	3.97	3.9	4.05	3.97

En la figura 12, la gráfica va desde el T7 que tiene mayor cantidad de grasas al T1 que tiene menos grasa.

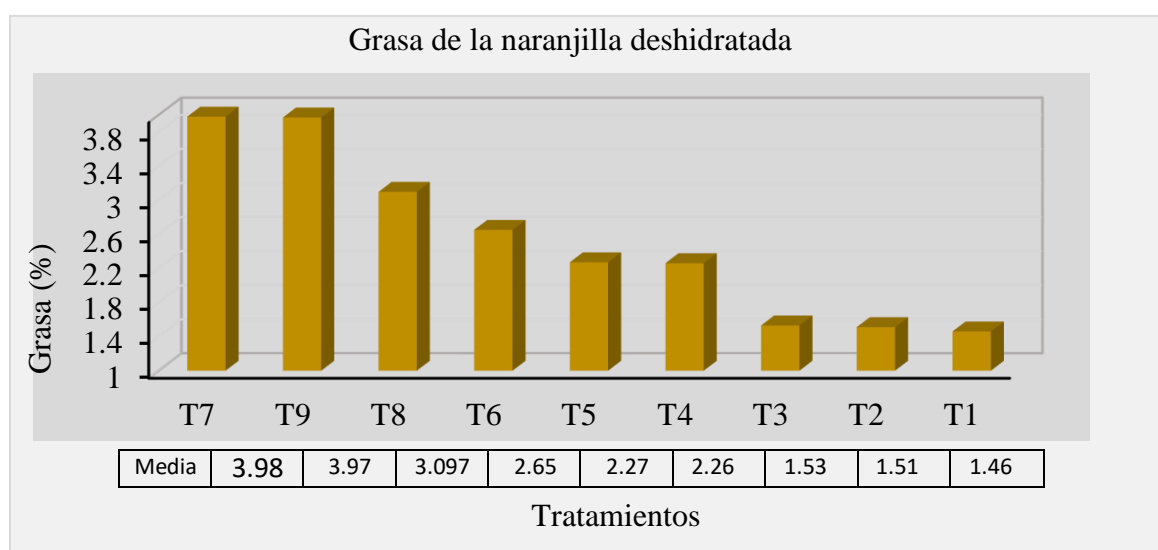


Figura 12. Resultado de grasa de deshidratación de naranjilla

Los resultados obtenidos de la tabla 21 se observa que el promedio de fibra es mayor a la naranjilla fresca. El que obtuvo menos fibra pero mayor cantidad a la naranjilla fresca (1.439%) fue el T1 con 11.55%, y el T8 obtuvo 18.07%, mayor a los demás tratamientos. El aumento es porque a medida que el agua se elimina, la concentración de solutos es mayor desplazándose hacia la superficie del alimento. (Oñate, 2011, p.112).

Tabla 21. Resultado de fibra de deshidratación de naranjilla a los diferentes tratamientos

Tratamiento	Repetición			Promedio
	1	2	3	\bar{X}
T1	11.5	11.5	11.59	11.55
T2	12.43	12.6	12.49	12.51
T3	12.89	12.89	12.89	12.89
T4	16.3	16.3	16.34	16.34
T5	16.86	16.91	16.8	16.86
T6	17.01	17.6	17.01	17.21
T7	17.1	17.2	17.21	17.2
T8	18.01	18.3	17.9	18.07
T9	18.2	17.8	18.2	18.06

La figura 13 está representada desde el tratamiento con mayor cantidad de fibra (18.07%) a la de menor cantidad que fue el T1 con 11.5%.

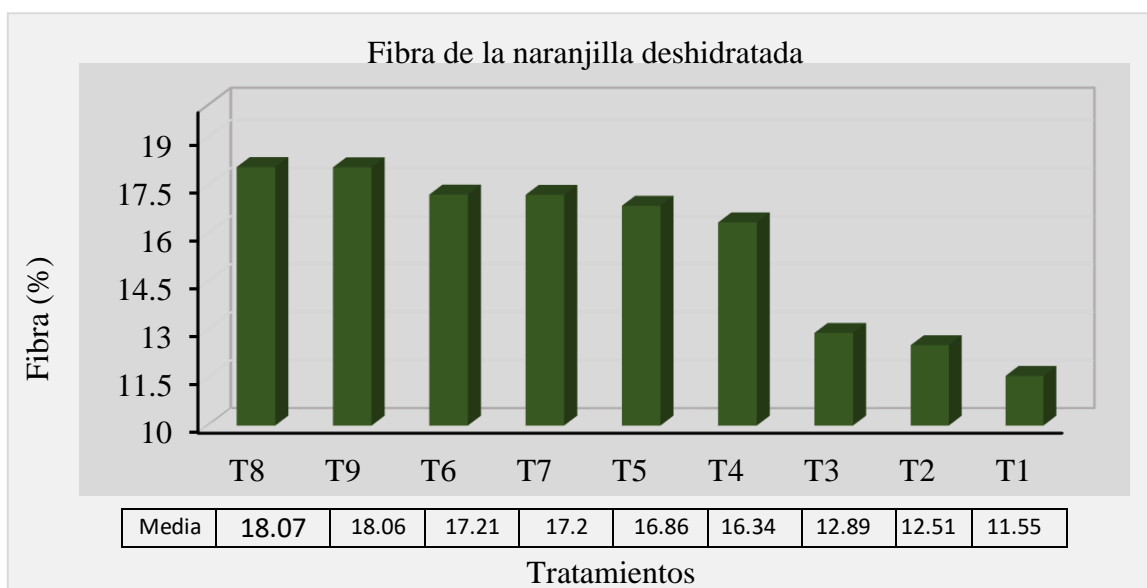


Figura 13. Resultado de fibra de deshidratación de naranjilla.

4.4. Resultado de análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico (mohos, levaduras y *Salmonella* sp) de la naranjilla deshidratada se tuvo en cuenta los criterios microbiológicos establecidos en la Resolución Ministerial N° 591-2008/ MINSA “Norma sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano” (Criterio XIV.3). Según Resolución Ministerial N° 615- 2003-SA/DM.

En la tabla 22 se puede decir que la naranjilla deshidratada cumple con los estándares de calidad, ya que fueron comparados con la Resolución Ministerial N° 591-2008/ MINSA obteniendo los resultados por debajo de lo estipulado. Por ende se considera un producto inocuo.

Tabla 22. *Resultado de análisis microbiológicos*

Determinaciones	Unidades	Resultados	Requisitos normativos de certificación				Conclusión
			N- 1	n	c	m	
Numeración de Mohos	UFC/g	Ausencia	5	2	10 ²	10 ³	Conforme
Numero de Levaduras	UFC/g	0.1x10 ¹	5	2	10 ²	10 ³	Conforme
Detección de <i>Salmonella</i> sp (Ausencia/presencia en 25 g)	A-P/25g	Ausencia	5	0	Ausencia/ 25 g	----	Conforme

(MINSA/DIGESA, 2008)

4.5. Resultados de la prueba estadística

Análisis de temperatura y tiempo de deshidratación de naranjilla.

Se observa que existe diferencia significativa entre temperatura y tiempo, es decir que al menos uno de los tratamientos es diferente.

Tabla 23. *Modelo de interacción de análisis factorial de temperatura y tiempo.*

F.V	SC	gl	CM	F	P- valor
Modelo	5.59	8	0.70	11.08	0.0001
Temperatura (A)	1.98	2	0.99	15.70	0.0001
Tiempo (B)	1.45	2	0.73	11.53	0001
Temperatura* tiempo (A*B)	1.27	4	0.32	5.04	0.0006
Error	20.44	324	0.06		
Total	26.03	332			

Análisis estadístico

Análisis de humedad de la naranjilla durante el proceso de deshidratación

Hipótesis nula (Ho): La media de humedad en la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (Ha): En al menos un tratamiento la media de humedad en la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

En la Tabla 24 nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la humedad de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.000), es menor al 0.05 del nivel de significación, por lo tanto, concluimos que la humedad de la naranjilla medida durante el proceso de deshidratación en los 9 tratamientos son diferentes, permitiendo estadísticamente rechazar la hipótesis nula (Ho) y aceptando la hipótesis alterna (Ha). Para determinar esta diferencia significativa, se sometió a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% del nivel de significación.

Tabla 24. ANOVA para la humedad de la deshidratación de naranjilla

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamiento	22.490	8	2.811	183.991	0.000
Tiempo	71.601	48 min	1.492	97.627	0.000
Error	10.176	666	0.015		
Total	336.909	999			
Total corregido	106.913	998			

a. R al cuadrado = 0.905 (R al cuadrado ajustada = 0.857).

En la Tabla 25 de la prueba Tukey se observan las medias para la humedad de naranjilla deshidratada. En esta prueba se indicaron que existen 6 grupos con diferencias significativas, en donde el T 8 (60 °C x 6h = 0.197) tuvo la media más baja de humedad y el T 4 (50 °C x 4h = 0.713) tuvo la media más alta de humedad medida durante la deshidratación de naranjilla. En el anexo 3 muestra las comparaciones múltiples y la significancia entre los 9 tratamientos.

Tabla 25. Prueba Tukey para la humedad de la deshidratación de naranjilla

Tratamiento	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
T8	111	0.197					
T9	147		0.324				
T1	75			0.474			
T5	111			0.483			
T6	147			0.511	0.511		
T2	111			0.523	0.523		
T7	75				0.538		
T3	147					0.636	
T4	75						0.713
Sig.		1.000	1.000	0.112	0.807	1.000	1.000

Análisis estadístico de la naranjilla deshidratada

Análisis de pH

Hipótesis nula (Ho): La media de pH en la naranjilla deshidratada de los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (Ha): En al menos un tratamiento la media de pH de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

En la Tabla 26 nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el pH de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que no existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.790), es mayor al 0.05 del nivel de significación, por lo tanto, concluimos que el pH de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos estadísticamente es iguales, aceptando la hipótesis nula (Ho).

Tabla 26. ANOVA para el pH de la naranjilla deshidratada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	0.168	8	0.021	0.569	0.790
Error	0.666	18	0.037		
Total	357.119	27			
Total corregido	0.834	26			

a. R al cuadrado = 0.202 (R al cuadrado ajustada = -0.153).

Análisis de sólidos solubles (°Brix)

Hipótesis nula (Ho): La media de sólidos solubles en la naranjilla deshidratada de los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (Ha): En al menos un tratamiento la media de sólidos solubles de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

En la Tabla 27 nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para sólidos solubles (°brix) de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que no existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.073), es mayor al 0.05 del nivel de significación, por lo tanto, concluimos que los sólidos solubles (°brix) de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos estadísticamente son iguales, permitiendo aceptar la hipótesis nula (Ho).

Tabla 27. ANOVA para los sólidos solubles (°brix) de la naranjilla deshidratada.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	5.333	8	0.667	2.250	0.073
Error	5.333	18	0.296		
Total	747.000	27			
Total corregido	10.667	26			

a. R al cuadrado = 0.500 (R al cuadrado ajustada = 0.278).

Análisis de acidez titulable (% ácido cítrico)

Hipótesis nula (H₀): La media de acidez titulable en la naranjilla deshidratada de los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (H_a): En al menos un tratamiento la media de acidez titulable de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

La Tabla 28, nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la acidez titulable de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.000), es menor al 0.05 del nivel de significación, por lo tanto, concluimos que las medias de acidez titulable de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos son diferentes, permitiendo rechazar la hipótesis nula (H₀) y aceptando la hipótesis alterna (H_a). Para determinar esta diferencia significativa, se sometió a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% del nivel de significación.

Tabla 28. ANOVA para la acidez titulable de la deshidratación de naranjilla

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	18.856	8	2.357	10.892	0.000
Error	3.895	18	0.216		
Total	423.344	27			
Total corregido	22.751	26			

a. R al cuadrado = 0.829 (R al cuadrado ajustada = 0.753).

En la Tabla 29 de la prueba Tukey se observan las medias para la acidez titulable de naranjilla deshidratada. En esta prueba se indicaron que existen 3 grupos con diferencias significativas, en donde el T2 (40 °C x 6h = 1.973% de ácido cítrico) tuvo la media más baja de acidez titulable y el T4 (50 °C x 4h = 4.733% de ácido cítrico) tuvo la media más alta de acidez titulable.

Tabla 29. Prueba Tukey para la acidez titulable de la deshidratación de naranjilla

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T2	3	1.973		
T3	3	3.200	3.200	
T1	3		3.466	3.466
T9	3		3.946	3.946
T8	3		3.953	3.953
T5	3		4.050	4.050
T6	3			4.630
T7	3			4.713
T4	3			4.733
Sig.		0.085	0.424	0.069

Análisis de cenizas

Hipótesis nula (Ho): La media de cenizas en la naranjilla deshidratada de los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (Ha): En al menos un tratamiento la media de cenizas de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

La Tabla 30 nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para las cenizas de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.000), es menor al 0.05 del nivel de significación, por lo tanto, concluimos que las medias de cenizas de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos son diferentes, permitiendo rechazar la hipótesis nula (Ho) y aceptando la hipótesis alterna (Ha). Para determinar esta diferencia significativa, se sometió a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% del nivel de significación.

Tabla 30. ANOVA para la ceniza de la naranjilla deshidratada.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	4.362	8	0.545	57.211	0.000
Error	0.172	18	0.010		
Total	967.673	27			
Total corregido	4.533	26			

a. R al cuadrado = 0.962 (R al cuadrado ajustada = 0.945).

En la Tabla 31 de la prueba Tukey se observan las medias para las cenizas de naranjilla deshidratada. En esta prueba se indicaron que existen 2 grupos con diferencias significativas, en donde el T1 (A1B1 = 5.100 %) tuvo la media más baja de cenizas y el T3 (A1B3 = 6.230%) tuvo la media más alta de cenizas.

Tabla 31. Prueba Tukey para la ceniza de la naranjilla deshidratada

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T1	3	5.100	
T2	3	5.366	
T9	3		6.106
T8	3		6.133
T7	3		6.183
T6	3		6.203
T4	3		6.210
T5	3		6.220
T3	3		6.230
Sig.		0.068	0.819

Análisis de proteínas

Hipótesis nula (Ho): La media de proteínas en la naranjilla deshidratada de los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (Ha): En al menos un tratamiento la media de proteínas de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

La Tabla 32 nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para las proteínas de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.000), es menor al 0.05 del nivel de significación; por lo tanto las medias de proteínas de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos son diferentes, permitiendo rechazar la hipótesis nula (Ho) y aceptando la hipótesis alterna (Ha). Para determinar esta diferencia significativa, se sometió a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% del nivel de significación.

Tabla 32. ANOVA para las proteínas de la naranjilla deshidratada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	28.504	8	3.563	55.807	0.000
Error	1.149	18	0.064		
Total	1603.188	27			
Total corregido	29.653	26			

a. R al cuadrado = 0.961 (R al cuadrado ajustada = 0.944).

En la Tabla 33 de la prueba Tukey se observan las medias para las proteínas de naranjilla deshidratada. En esta prueba se indicaron que existen 4 grupos con diferencias significativas, en donde el T1 (A1B1 = 6.133) tuvo la media más baja de proteínas que en los demás tratamientos.

Tabla 33. Prueba Tukey para las proteínas de la naranjilla deshidratada.

Tratamientos	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T8	3	9.043			
T9	3	8.916	8.916		
T7	3		8.253	8.253	
T6	3			7.910	
T5	3			7.860	
T4	3			7.783	
T3	3				6.570
T2	3				6.236
T1	3				6.133
Sig.		0.999	0.087	0.402	0.493

Análisis de grasa

Hipótesis nula (Ho): La media de grasa en la naranjilla deshidratada de los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (Ha): En al menos un tratamiento la media de grasa de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

En la Tabla 34 nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la grasa de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.000), es menor al 0.05 del nivel de significación; por lo tanto las medias de grasa de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos son diferentes, permitiendo rechazar la hipótesis nula (Ho) y aceptando la hipótesis alterna (Ha). Para determinar esta diferencia significativa, se sometió a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% del nivel de significación.

Tabla 34. ANOVA para la grasa de la naranjilla deshidratada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	23.494	8	2.937	299.895	0.000
Error	0.176	18	0.010		
Total	195.938	27			
Total corregido	23.670	26			

a. R al cuadrado = 0.993 (R al cuadrado ajustada = 0.989).

En la Tabla 35 de la prueba Tukey se observan las medias para la grasa de naranjilla deshidratada. En esta prueba se indicaron que existen 5 grupos con diferencias significativas, en donde el T1 (A1B1= 1.460 g) tuvo la media más baja de grasa que en los demás tratamientos.

Tabla 35. Prueba Tukey para la grasa de la naranjilla deshidratada

Tratamientos	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
T1	3	1.460				
T2	3	1.513				
T3	3	1.530				
T4	3		2.256			
T5	3		2.273			
T6	3			2.653		
T8	3				3.096	
T9	3					3.973
T7	3					3.976
Sig.		0.992	1.000	1.000	1.000	1.000

Análisis de fibra

Hipótesis nula (Ho): La media de fibra en la naranjilla deshidratada de los 9 tratamientos son iguales, con un 95% del nivel de confianza.

Hipótesis alterna (Ha): En al menos un tratamiento la media de fibra de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos es diferente, con un 95% del nivel de confianza.

En la Tabla 36 nos muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la fibra de naranjilla deshidratada, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre las medias de los nueve tratamientos; puesto que (sig. = 0.000), es menor al 0.05 del nivel de significación; por lo tanto las medias de fibra de la naranjilla deshidratada en los 9 tratamientos son diferentes, permitiendo rechazar la hipótesis nula (Ho) y aceptando la hipótesis alterna (Ha). Para determinar esta diferencia significativa, se sometió a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% del nivel de significación.

Tabla 36. ANOVA para la fibra de la naranjilla deshidratada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	158.215	8	19.777	794.842	0.000
Error	0.448	18	0.025		
Total	6756.555	27			
Total corregido	158.663	26			

a. R al cuadrado = 0.997 (R al cuadrado ajustada = 0.996)

En la Tabla 37 de la prueba Tukey se observan las medias para la fibra de naranjilla deshidratada. En esta prueba se indicaron que existen 5 grupos con diferencias significativas, en donde el T8 (60 °C x 6h = 18.070%) tuvo la media más alta de fibra que en los demás tratamientos.

Tabla 37. Prueba Tukey para la fibra de la naranjilla deshidratada

Tratamientos	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
T1	3	11.553				
T2	3		12.506			
T3	3		12.890			
T4	3			16.336		
T5	3				16.856	
T7	3				17.203	
T6	3				17.206	
T9	3					18.067
T8	3					18.070
Sig.		1.000	0.134	1.000	0.209	1.000

V. DISCUSIONES

La materia prima (naranjilla) tuvo un pH promedio de 3.16, sólidos solubles 4 °Brix, las cenizas 0.87%, humedad de 88.56 %, proteínas de 0.97 % , grasas 0.09% y fibra de 1.43 %; según lo reportado por Oñate (2011) en su estudio de valor nutritivo de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) deshidratado por microondas y por secador de bandejas (Ecuador) tuvo como resultados de pH 3.8, cenizas 0.95 %, humedad de 87%, proteínas de 0.74 % y las grasas 0.17 % y la fibra de 3.8 %; donde se evidencia una diferencia, por ende se puede atribuir a que ambas variedades han sido cultivadas en condiciones geográficas y ecológicas distintas; estando relativamente cercano según lo reportado por Riera y Gómez (2018) en su investigación cinética de la degradación térmica del ácido ascórbico en el jugo de lulo (*Solanum Quitoense* Lam.) que obtuvieron un pH de 3.07 y solidos solubles de 4 °Brix en la materia prima.

Según Hidalgo (2012) en su trabajo de grado Temperatura de secado sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la harina de castañas (*Artocarpus altilis*), una de las pérdidas que provoca las temperaturas superiores a los 70 °C es la decoloración del producto y el contenido nutricional, es por ello que se utilizó las temperaturas de 40, 50 y 60 (°C). La adecuada temperatura fue 60°C por un tiempo de 6 horas porque obtuvo una humedad mínima de 9.4% la cual es semejante a la humedad final de la investigación de Cerquera et al. (2012) “En la determinación de láminas para la deshidratación de pulpa de maracuyá” donde obtuvieron 9,4% y 12%. Afirma que el contenido de humedad final se encuentra por debajo del 12 %, el cual corresponde a un contenido de humedad esperado para garantizar la conservación del producto.

El Ph obtenido en la naranjilla deshidratada (tabla 25) dió resultado mayor a la materia prima y menor a lo reportado por Oñate, que tuvo un Ph de 4.89 y 4.9; y para la acidez (tabla 28), los resultados obtenidos fueron menor a los reportado por Jara (2011) que obtuvo 5.62% para el T1 (55 °C con 6 horas) y 8.85% fue de T7 (60 °C con 14 horas).

Los sólidos solubles (tabla 26) muestra que los resultados fueron mayores a la materia. Comparando con Guevara y torres (2017) que obtuvo 4° bix en la harina de guayaba a 50°C,

su resultado fue mayor a esta investigación y esta diferencia es porque son distintas materias primas. Para las cenizas (tabla 30) el T1 (40 °C x 4 h) tuvo 5.100 y el T3 (40 °C x 8h) tuvo 6.230, lo cual es cercano a lo reportado por Oñate y Jara quienes reportaron 6.64% y 6,04% respectivamente.

Respecto a las proteínas (tabla 32) se registraron 6.133% la más baja y 9.043% la más alta, resultados mayores a lo obtenido por Oñate con 8.06% a 70°C; y a Cerquera que obtuvo entre 5.2 y 6%. La grasa (tabla 34), se obtuvo la media más baja con 1.460% y la media más alta 3.976%, comparando con los resultados de Oñate, que obtuvo 0.27% a 70°C, menor cantidad a esta investigación. Y para la fibra (tabla 36) la mayor cantidad fue de 18.070 (T8=60°C y 6h) y la más baja fue el (T1= 11.553%), mayor a Oñate (2011) que obtuvo 13.36% en microondas y 17.97% en secador de bandejas

Los resultados de los análisis microbiológicos de la deshidratación de naranjilla de la adecuada temperatura y tiempo se encontró que hubo ausencia de mohos, 0.1×10^1 de levaduras y ausencia de salmonella sp. Según (MINSA/DIGESA, 2008) los límites permitidos para mohos es de 10^2 y máximos de 10^3 , levaduras de mínimo de 10^2 y máximos de 10^3 y salmonella sp es ausencia/25g entonces los resultados obtenidos presenta aceptabilidad para ser consumida por lo que está dentro de los rangos permitidos.

VI. CONCLUSIONES

- La temperatura adecuada es de 60 °C y el tiempo de 6 horas de deshidratación de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado, con mejores características en comparación con los demás tratamientos.
- La temperatura de 60 °C obtuvo una humedad de 9.4 % en la deshidratación de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado, la cual es la humedad esperada para garantizar la conservación del producto porque está por debajo del 12%.
- El tiempo adecuado es de 6 horas de deshidratación para la temperatura de 60 °C porque obtuvo una humedad de 9.4 %, siendo la media más baja de humedad durante la deshidratación.
- Los análisis fisicoquímicos en la deshidratación de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) por aire forzado demostraron que la temperatura de 60 °C y 6 horas obtuvo resultados que están dentro de los parámetros establecidos con: 5.7 °Brix, 3.567 pH, 3.9 de acidez titulable, 6.13% de cenizas, 9.4 % de humedad, 9.04% de proteínas, 3.9% de grasa, 18.07% de fibra cruda , y los microbiológicos fue con ausencia de mohos, 0.1×10^{-1} de levaduras y ausencia de salmonella sp estando dentro del rango según el (MINSA/DIGESA, 2008).

VII. RECOMENDACIONES

Para elaborar la deshidratación de naranjilla, ésta debe tener un 75% de maduración para que facilite la preparación de la fruta para el proceso.

Se recomienda utilizar el secador por aire forzado ya que es más económico a diferencia de otros equipos como el liofilizador, atomización o por radiación, etc.

Se recomienda utilizar un secador con bandejas de acero inoxidable ya que es resistente a temperaturas altas y resistentes a desgaste como la oxidación.

Se recomienda un secador horizontal para que el flujo de aire se distribuya a todas las muestras así no será necesario rotar las bandejas, porque el abrir y cerrar no permite un buen secado ya que el aire caliente se enfría.

Estudiar los cambios nutricionales, físicos y químicos que puede sufrir la naranjilla durante la deshidratación.

Realizar estudios de la naranjilla deshidratada sobre la elaboración de productos como licores, helados, mermeladas, entre otros.

Al producto final se recomienda un envasado al vacío, puede utilizarse una selladora al vacío o a baño maría. De esta forma se prolongará la vida útil, impidiendo la rehidratación del producto y la oxidación. (Oñate, 2011)

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M. J., Moreno, C., Guijarro, M., & Concellón, A. (2015). Caracterización de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) común en tres estados de madurez. *Revista Iberoamericana de Tecnología postcosecha*, 16(2), Pp. 215-221. Recuperado el Diciembre de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176010.pdf>
- AOAC. (2000). Association of Official Analytical; Official Methods of Analysis, (1. Edition, Ed.) *Publisher By AOAC- USA*(930.15). Recuperado el 2020, de <https://es.scribd.com/document/346902677/AOAC-2000#>
- Burdano, M., & Gordón, E. (2011). *Exportación de naranjilla deshidratada a Colombia*. Tesis pregrado, Universidad Internacional del Ecuador. Obtenido de Repositorio: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/113/4/T-UIDE-0874.pdf>
- Cañamero, C., & Arévalo, M. (2014). *Pitahaya deshidratada por ósmosis en algarrobina*. Tesis pregrado. Universidad Nacional "José Faustino Sánchez Carrión" *DocPlayer*. Obtenido de <https://docplayer.es/57837028-Tesis-pitahaya-hylocereus-undatus-deshidratada-por-osmosis-en-algarrobina.html>
- Carranza, B. (2019). *Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de snack de tiras de pimiento morrón rojo (Capsicum annum L.)*. Tesis pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de Repositorio.upao: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4701/1/RE_ALI_BRYAN.CARRANZA_EFECTO.TEMPERATURA.TRATAMIENTO_DATOS.pdf
- Cedeño, A. (2015). *Propiedades de la naranjilla*. Arianacedeno. Obtenido de <https://arianacedeno.weebly.com/blog/propiedades-de-la-naranjilla>
- Cerquera, N., Peña, A., & Coronado, J. (2012). Determinación de variables de secado en láminas para la deshidratación de pulpa de maracuyá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(2), Pp.172- 182. Recuperado el 2020, de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/383>

- Codex Alimentarius. (2000). Comité del Codex sobre frutas y hortalizas elaboradas. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCPFV/ccpfv20/pf00_07s.pdf
- Cruz, F. (2018). *Temperatura y espesor de rodajas, para secar ñame blanco (Discorea trifida) y producir harina*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Jaén: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/53>
- Chaves, M. (2003). Cinética de secado de berenjenas (*Solanum melongena* L.). *Universidad Nacional del Nordeste*. Obtenido de Cinética de secado de berenjenas (*Solanum melongena* L.): <https://studylib.es/doc/6316982/cin%C3%A9tica-de-secado-de-berenjenas>
- Fernández, J. (2004). *Escaldado y pelado al vapor*. Tecnología de alimentos. Obtenido de Tecnología de los alimentos: <https://studylib.es/doc/6471744/escaldado-y-pelado-al-vapor>.
- Flores, D. (2011). *UTE. Efecto de la radiación UV-C sobre pulpa, nectar y bebida de naranjilla*. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de Repositorio digital: repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4953/1/47957_1.pdf
- Galvis V., J., & Herrera, A. (1992). *El Lulo Solanum quitoense Lam. Manejo postcosecha*. Servicio Nacional de Aprendizaje. Servicio Nacional de Aprendizaje. Instituto Colombiano de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Recuperado el 2019, de Universidad Nacional de Colombia: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4513/1/lulo_manejo_postcosecha.PDF
- Gómez, F., Trejo, L., García, C., & Cadeña, J. (2014). Lulo (*Solanum quitoense* L.) con cultivo novedoso en el paisaje agroecosistémico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Pp.1741-1753. Recuperado el 2020, de <https://dialnet.unirioja.es>
 › descarga › artículo
- González, D., Ordóñez, L., Vanegas, P., & Vásquez, H. (2013). Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados

- de madurez. *Universidad Nacional De Colombia*. Obtenido de Scielo.org:
<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v63n1/v63n1a02.pdf>
- González, A., Espinoza, A., Cañizares, E., & Méndez, J. (2008). *Obtención de un polvo de ají dulce (Capsicu chinense) producido mediante deshidratación por aire forzado*. Universidad de Oriente. Researchgate. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Mendez_Natera/publication/38107451_Production_of_sweet_pepper_Capsicum_chinense_powder_using_air-forced_dehydration/links/5433fc7f0cf2dc341daf2a71/Production-of-sweet-pepper-Capsicum-chinense-powder-using-air-for
- Guevara, S., & Torres, E. (2017). *Temperatura y velocidad del aire en harina de guayaba (Psidium guajava) con máxima vitamina C*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Recuperado el 2020, de <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/pedraza-torres.pdf>
- Hidalgo, V. L. (2012). *Temperatura de secado sobre las características físico- químicas y funcionales de la harina de castañas (Artocarpus altilis)*. Tesis de pregrado .Universidad de Oriente Núcleo de Monagas. Recuperado el 2020, de <https://docplayer.es/31356442-Universidad-de-oriente-nucleo-de-monagas-escuela-de-zootecnia-programa-tecnologia-de-alimentos-maturin.html>
- Jara, J. (2011). *Obtención de Productos deshidratados de naranjilla (Solanum quitoense Lam) utilizando procesos térmicos de secado con aire forzado*. Tesis pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1587/1/56T00274.pdf>
- MINSA/DIGESA. (2008). *MINSA/DIGESA*. Recuperado el 29 de Agosto de 2020, de http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N_14_RM_591_2008_MINSA.pdf
- Oñate, M. A. *Estudio del Valor Nutritivo de la Naranjilla (Solanum quitoense Lam) Deshidratada por Microondas y por Secado de Bandejas*. Tesis pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado agosto 2020, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/735>
- Otiniano, J. (2017). *“Elaboración y evaluación reológica de mermelada de naranjilla (Solanum quitoense Lam.)”* Tesis de pregrado. Universidad Agraria de la Selva.

Obtenido de Repositorio. unas:
http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1257/OVJS_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Riera, M. A., & Gómez, S. Y. (2018). *Cinética de la degradación térmica del ácido ascórbico en el jugo de lulo (Solanum Quitoense Lam.)*. Ciencia y tecnología. Portoviejo, Ecuador. Recuperado el 20 de Enero de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/333877982_CINETICA_DE_LA_DEGRADACION_TERMICA_DEL_ACIDO_ASCORBICO_EN_EL_JUGO_DE_LULO_Solanum_Quitoense_Lam
- Rodríguez, M. (2007). *Determinación de la Composición Química y Propiedades Físicas y Químicas del Pulido de Arroz (Oryza sativa L.)*. Tesis de pregrado. Universidad Austral de Chile. Recuperado el 2019, de Cybertesis.uach.cl: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/far696d/doc/far696d.pdf>
- Solis , J. M. (2015). *“Estudio comparativo de las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de arroces INIAP 14 cultivados de forma orgánica (Azolla) y tradicional (urea)”* . Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el noviembre de 2019, de [dspace.espol.edu.ec: https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97218/D-CD88394.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97218/D-CD88394.pdf)
- Torres, A., Vargas, J., García, Y., & Arteaga, Y. (2018). *Composición química parcial, y características sensoriales y morfométricas de frutos de naranjilla (solanum quitoense var. palora) limpia y convencional en la Amazonía ecuatoriana*. Interciencia, 43 N°2. Obtenido de https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/03/115-ARTEAGA-43_02.pdf
- Vera, A. (2019). *Análisis proximal en Suillus luteus (hongo silvestre comestible) deshidratado procedente de Cajamarca*. Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36199>
- Vintimilla, E., & Reinoso, M. (2015). *Comprobación de métodos para la caracterización de ácidos grasos y aminoácidos de la semilla chía (Salvia hispánica- L)*. Tesis de pregrado. Universidad de las Américas - Quito. Recuperado el 2019, de Facultad de ingeniería y ciencias agropecuarias: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4519/1/UDLA-EC-TIAG-2015-12.pdf>

AGRADECIMIENTO

- A mi asesor Mg. Martin Díaz Torres por haberme asesorado y por motivarme a culminar esta investigación.
- Al Dr. Honorato Ccali Pacco por apoyarme con el laboratorio de refrigeración y secado.
- A la Universidad Nacional de Jaén donde he podido ejecutar esta investigación y a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.
- A todas las personas que me apoyaron durante le elaboración de esta investigación.

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por guiarme y ser parte de mi vida, por darme fortaleza en aquellos momentos difíciles. Por brindarme oportunidades para realizar esta investigación y por poner a personas correctas que me guiaron a culminar la tesis. A mi familia por su apoyo en todo momento.

ANEXOS

ANEXO 1: Norma Técnica de Salud MINSA/ DIGESA

NTS N° MINSA/ DIGESA – V.01.

NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

1. FINALIDAD

La presente norma sanitaria se establece para garantizar la seguridad sanitaria de los alimentos y bebidas destinados al consumo humano, siendo una actualización de la resolución Ministerial N° 615-2003- SA/DM que aprobó los “Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.

2. OBJETIVO

Establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

La presente norma sanitaria es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional, para efectos de todo aspecto relacionado con la vigilancia y control de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos.

4. BASE LEGAL Y TÉCNICA

Base legal

- Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007-98- SA.

Base técnica

- Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21, 1997).
- Microorganismos de los Alimentos 2. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos: Principios y aplicaciones específicas. ICMSF. 2da. Edición. 1999.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. DEFINICIONES OPERATIVAS

Para fines de la presente Norma Sanitaria se establecen las siguientes definiciones:

Alimentos aptos para consumo humano: Alimentos que cumplen con los criterios de calidad sanitaria e inocuidad establecidos por la norma sanitaria.

Alimento: Toda sustancia elaborada, semielaborada o en bruto, que se utilicen en la elaboración, preparación o tratamiento de “alimentos”, pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni las sustancias que se utilizan únicamente como medicamentos.

XIV.3 Frutas y hortalizas desecadas. Deshidratadas o liofilizadas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3
Levaduras	2	3	5	2	10^2	10^3
Escherichia coli	5	3	5	2	10	5×10^2
Salmonella sp	10	2	5	0	Ausencia/25 g	...

Anexo 2: Fotografías del proceso de producción



Recepción, clasificación y lavado



Pesado



Pelado de la materia prima



Cortado/laminado



Pesado de láminas de naranjillas y se ubicaron sobre las bandejas para el secado



Equipo de deshidratación con aire forzado



Muestras dentro del equipo



Láminas de naranjilla secas



Pesado de muestras secas



Envasado al vacío de muestras secas



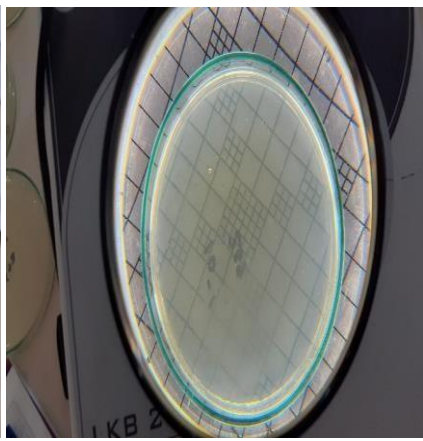
Determinación de humedad



Determinación de acidez titulable



Determinación De Cenizas



Análisis microbiológico de las muestras representativas

Anexo 3.

Comparaciones múltiples entre tratamientos para la humedad de la naranjilla deshidratada

Variable dependiente: humedad de la naranjilla.

HSD Tukey

(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
40 °C x 8 h	40 °C x 6 h	,1136*	0.01554	0.000	0.0653	0.1620
	40 °C x 4 h	,1622*	0.01754	0.000	0.1076	0.2168
	60 °C x 4 h	,0978*	0.01754	0.000	0.0432	0.1524
	60 °C x 6 h	,4392*	0.01554	0.000	0.3908	0.4876
	60 °C x 8 h	,3119*	0.01442	0.000	0.2670	0.3568
	50 °C x 8 h	,1253*	0.01442	0.000	0.0804	0.1702
	50 °C x 6 h	,1528*	0.01554	0.000	0.1044	0.2012
	50 °C x 4 h	-,0766*	0.01754	0.000	-0.1312	-0.0220
40 °C x 6 h	40 °C x 8 h	-,1136*	0.01554	0.000	-0.1620	-0.0653
	40 °C x 4 h	0.0486	0.01848	0.177	-0.0089	0.1061
	60 °C x 4 h	-0.0158	0.01848	0.995	-0.0733	0.0417
	60 °C x 6 h	,3256*	0.01659	0.000	0.2739	0.3772
	60 °C x 8 h	,1983*	0.01554	0.000	0.1499	0.2467
	50 °C x 8 h	0.0117	0.01554	0.998	-0.0367	0.0601
	50 °C x 6 h	0.0392	0.01659	0.307	-0.0124	0.0908
	50 °C x 4 h	-,1902*	0.01848	0.000	-0.2477	-0.1327
40 °C x 4 h	40 °C x 8 h	-,1622*	0.01754	0.000	-0.2168	-0.1076
	40 °C x 6 h	-0.0486	0.01848	0.177	-0.1061	0.0089
	60 °C x 4 h	-,0644*	0.02019	0.040	-0.1272	-0.0016
	60 °C x 6 h	,2770*	0.01848	0.000	0.2195	0.3345
	60 °C x 8 h	,1497*	0.01754	0.000	0.0951	0.2043
	50 °C x 8 h	-0.0369	0.01754	0.472	-0.0915	0.0177
	50 °C x 6 h	-0.0094	0.01848	1.000	-0.0669	0.0481
	50 °C x 4 h	-,2388*	0.02019	0.000	-0.3016	-0.1760
	40 °C x 8 h	-,0978*	0.01754	0.000	-0.1524	-0.0432
	40 °C x 6 h	0.0158	0.01848	0.995	-0.0417	0.0733
	40 °C x 4 h	,0644*	0.02019	0.040	0.0016	0.1272
	60 °C x 6 h	,3414*	0.01848	0.000	0.2839	0.3989
	60 °C x 8 h	,2141*	0.01754	0.000	0.1595	0.2687
	50 °C x 8 h	0.0275	0.01754	0.822	-0.0271	0.0821
	50 °C x 6 h	0.0550	0.01848	0.073	-0.0025	0.1125
	50 °C x 4 h	-,1744*	0.02019	0.000	-0.2372	-0.1116

60 °C x 6 h	40 °C x 8 h	-,4392*	0.01554	0.000	-0.4876	-0.3908
	40 °C x 6 h	-,3256*	0.01659	0.000	-0.3772	-0.2739
	40 °C x 4 h	-,2770*	0.01848	0.000	-0.3345	-0.2195
	60 °C x 4 h	-,3414*	0.01848	0.000	-0.3989	-0.2839
	60 °C x 8 h	-,1273*	0.01554	0.000	-0.1757	-0.0789
	50 °C x 8 h	-,3139*	0.01554	0.000	-0.3623	-0.2655
	50 °C x 6 h	-,2864*	0.01659	0.000	-0.3380	-0.2348
	50 °C x 4 h	-,5158*	0.01848	0.000	-0.5733	-0.4583
60 °C x 8 h	40 °C x 8 h	-,3119*	0.01442	0.000	-0.3568	-0.2670
	40 °C x 6 h	-,1983*	0.01554	0.000	-0.2467	-0.1499
	40 °C x 4 h	-,1497*	0.01754	0.000	-0.2043	-0.0951
	60 °C x 4 h	-,2141*	0.01754	0.000	-0.2687	-0.1595
	60 °C x 6 h	,1273*	0.01554	0.000	0.0789	0.1757
	50 °C x 8 h	-,1866*	0.01442	0.000	-0.2315	-0.1417
	50 °C x 6 h	-,1591*	0.01554	0.000	-0.2075	-0.1107
	50 °C x 4 h	-,3885*	0.01754	0.000	-0.4431	-0.3339
50 °C x 8 h	40 °C x 8 h	-,1253*	0.01442	0.000	-0.1702	-0.0804
	40 °C x 6 h	-0.0117	0.01554	0.998	-0.0601	0.0367
	40 °C x 4 h	0.0369	0.01754	0.472	-0.0177	0.0915
	60 °C x 4 h	-0.0275	0.01754	0.822	-0.0821	0.0271
	60 °C x 6 h	,3139*	0.01554	0.000	0.2655	0.3623
	60 °C x 8 h	,1866*	0.01442	0.000	0.1417	0.2315
	50 °C x 6 h	0.0275	0.01554	0.702	-0.0209	0.0759
	50 °C x 4 h	-,2019*	0.01754	0.000	-0.2565	-0.1473
50 °C x 6 h	40 °C x 8 h	-,1528*	0.01554	0.000	-0.2012	-0.1044
	40 °C x 6 h	-0.0392	0.01659	0.307	-0.0908	0.0124
	40 °C x 4 h	0.0094	0.01848	1.000	-0.0481	0.0669
	60 °C x 4 h	-0.0550	0.01848	0.073	-0.1125	0.0025
	60 °C x 6 h	,2864*	0.01659	0.000	0.2348	0.3380
	60 °C x 8 h	,1591*	0.01554	0.000	0.1107	0.2075
	50 °C x 8 h	-0.0275	0.01554	0.702	-0.0759	0.0209
	50 °C x 4 h	-,2294*	0.01848	0.000	-0.2869	-0.1719
50 °C x 4 h	40 °C x 8 h	,0766*	0.01754	0.000	0.0220	0.1312
	40 °C x 6 h	,1902*	0.01848	0.000	0.1327	0.2477
	40 °C x 4 h	,2388*	0.02019	0.000	0.1760	0.3016
	60 °C x 4 h	,1744*	0.02019	0.000	0.1116	0.2372
	60 °C x 6 h	,5158*	0.01848	0.000	0.4583	0.5733
	60 °C x 8 h	,3885*	0.01754	0.000	0.3339	0.4431
	50 °C x 8 h	,2019*	0.01754	0.000	0.1473	0.2565
	50 °C x 6 h	,2294*	0.01848	0.000	0.1719	0.2869

Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 0.015.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Anexo 4. Humedad residual de la temperatura 40, 50 y 60 (°C) y 4, 6 y 8 (horas)

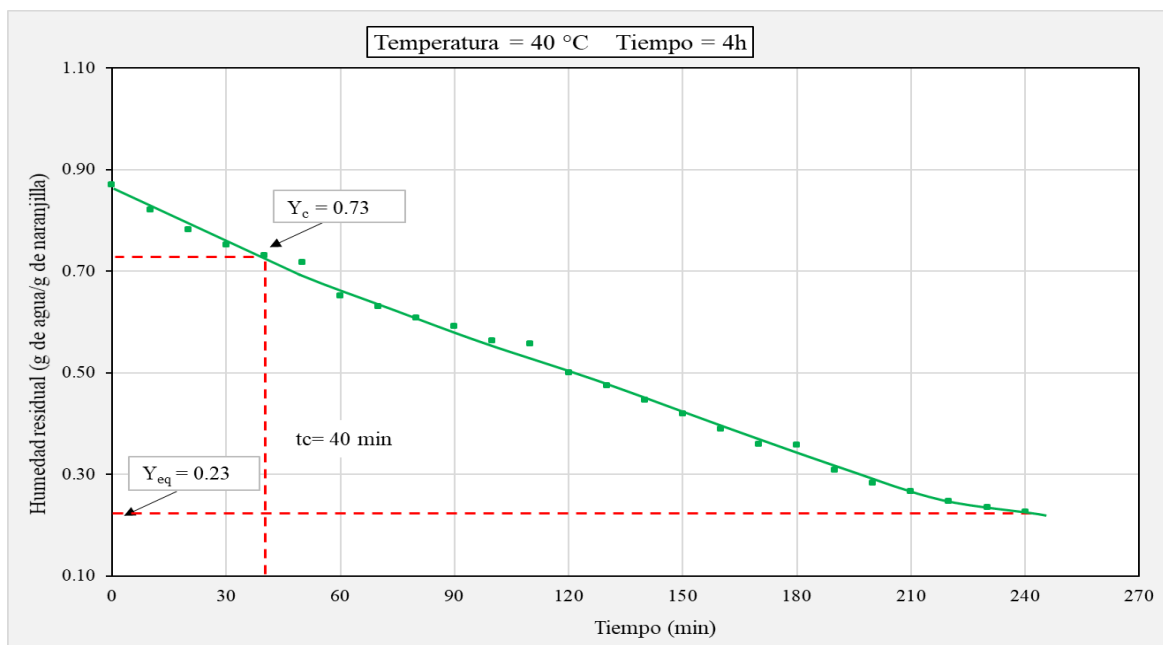


Figura 14. Humedad residual de la naranjilla a 40 °C en 4 horas de deshidratación.

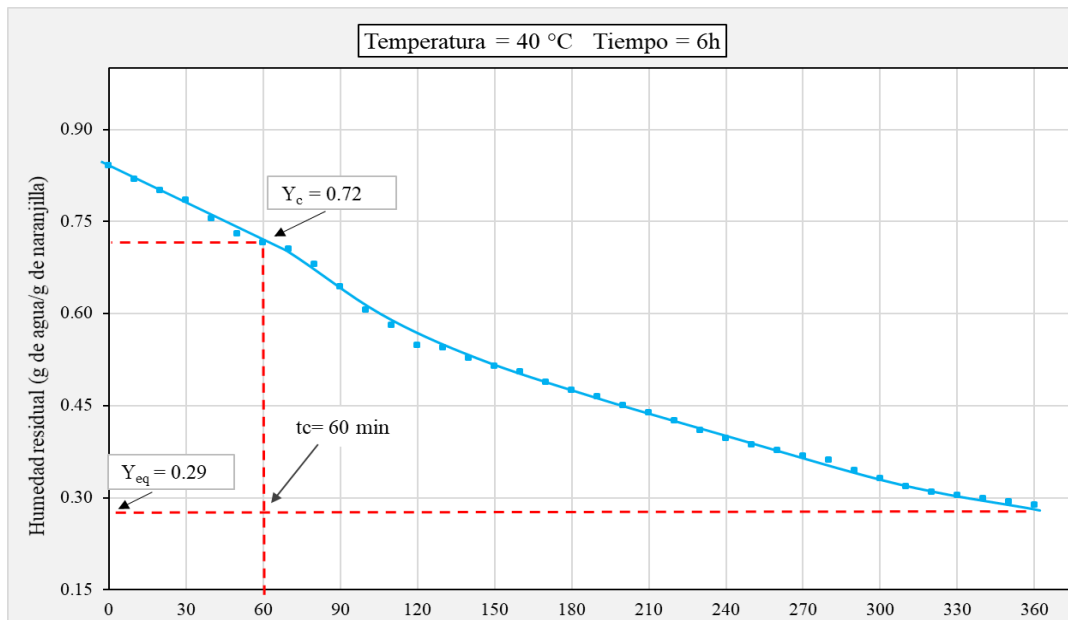


Figura 15. Humedad residual de la naranjilla a 40 °C en 6 horas de deshidratación.

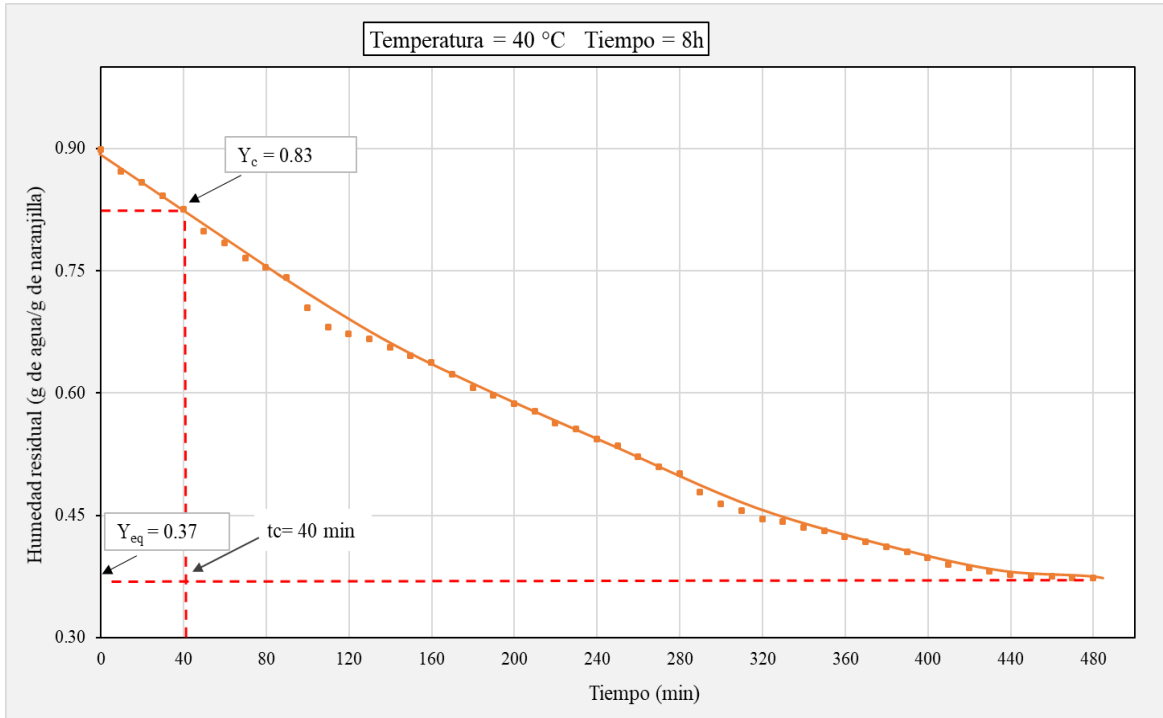


Figura 16. Humedad residual de la naranjilla a 40 °C en 8 horas de deshidratación.

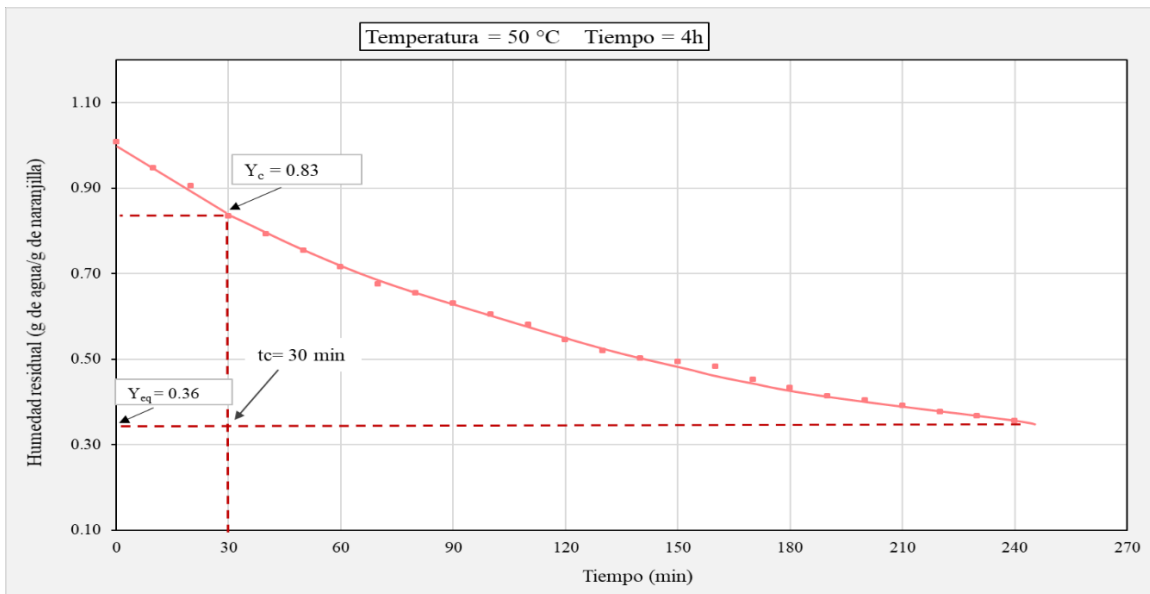


Figura 17. Humedad residual de la naranjilla a 50 °C en 4 horas de deshidratación.

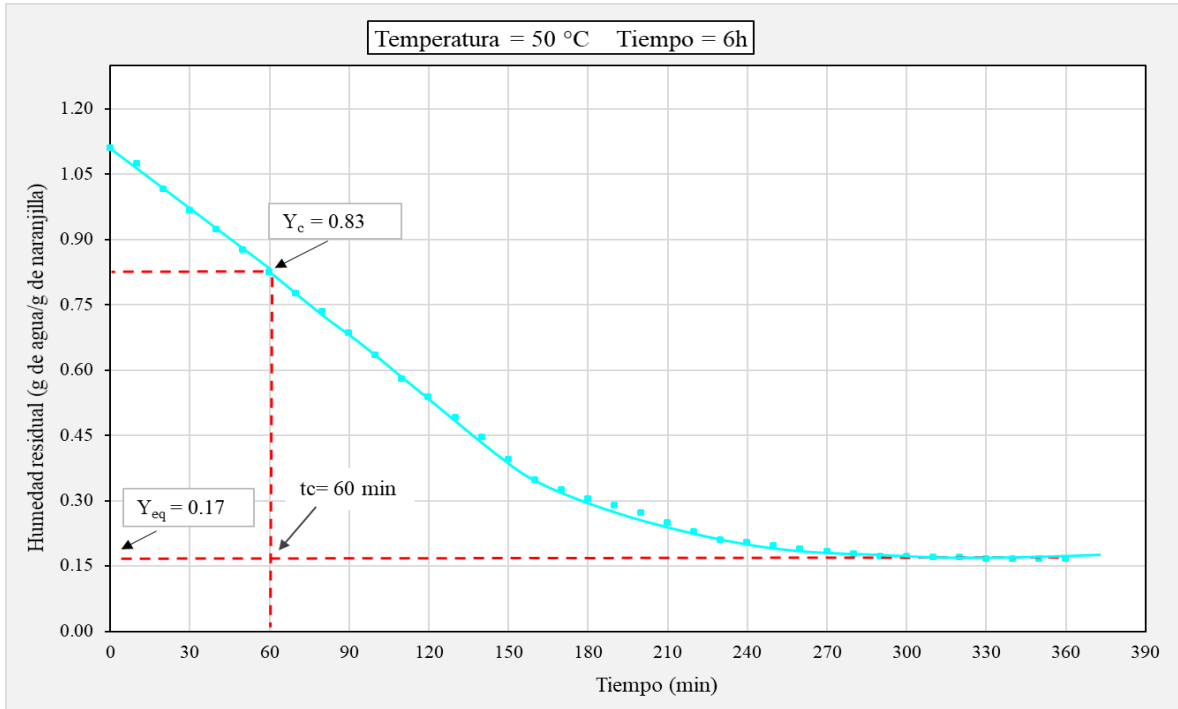


Figura 18. Humedad residual de la naranjilla a 50 °C en 6 horas de deshidratación.

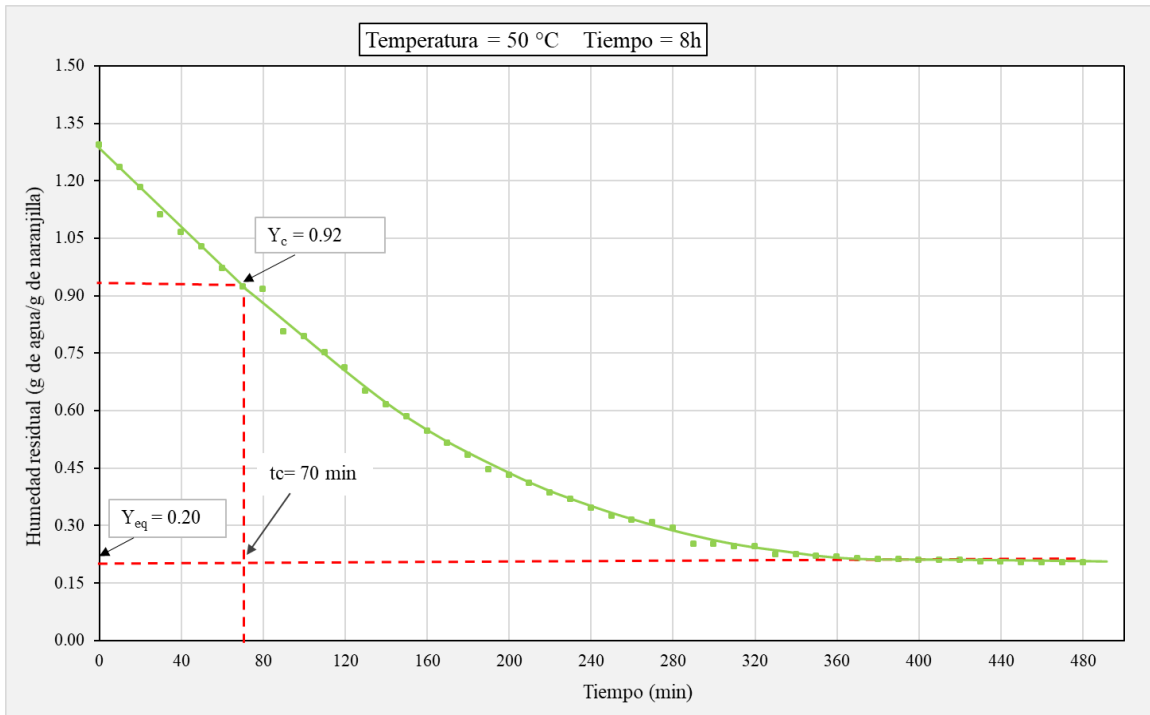


Figura 19. Humedad residual de la naranjilla a 50 °C en 8 horas de deshidratación.

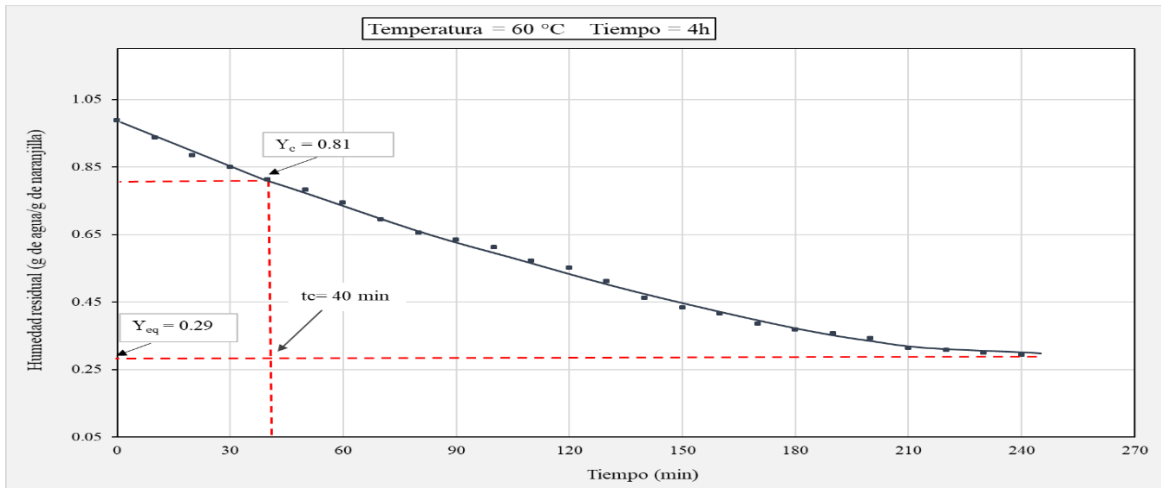


Figura 21. Humedad residual de la naranjilla a 60 °C en 4 horas de deshidratación.

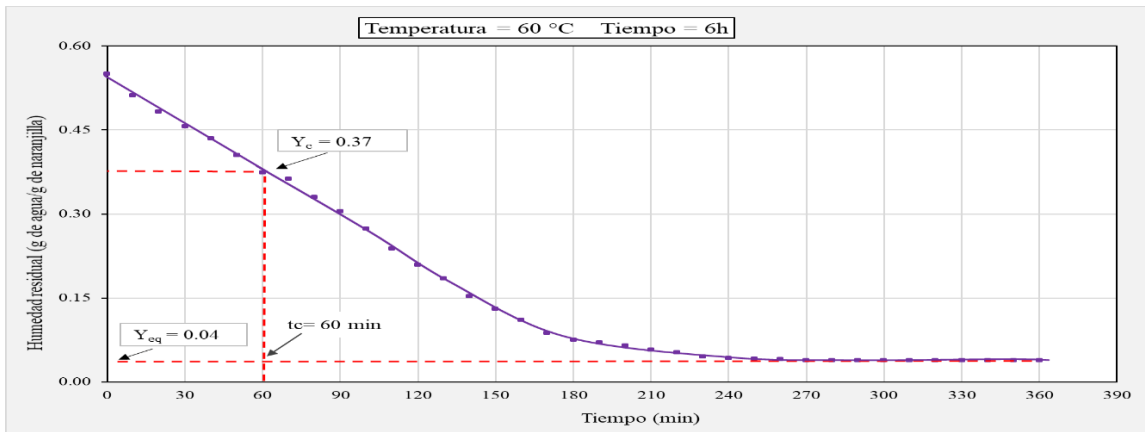


Figura 20. Humedad residual de la naranjilla a 60 °C en 6 horas de deshidratación.

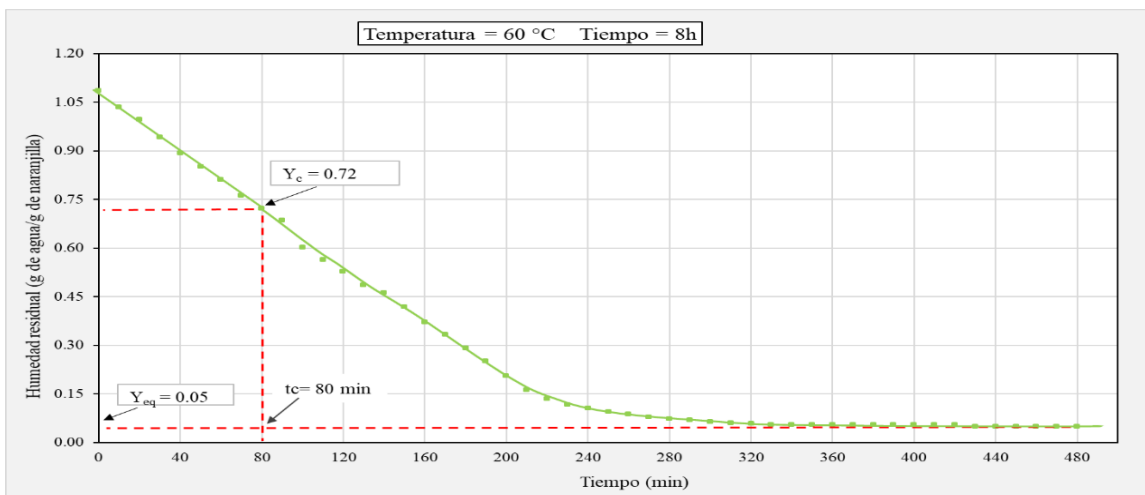


Figura 22. Humedad residual de la naranjilla a 60 °C en 8 horas de deshidratación.