



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN  
AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN  
EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL AGUACATE  
HASS (*Persea americana* Mill) PARA LA CONSERVACIÓN  
DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS**

**TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de

**INGENIERO AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR**

**WAGNER ALEJANDRO VALENCIA VILLAMARIN**

**TUTOR**

**ING. CALLE MENDOZA LUIS**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2020**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. LUIS CALLE MENDOZA MSc, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL AGUACATE HASS (*Persea americana* Mill) PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, realizado por el estudiante VALENCIA VILLAMARIN WAGNER ALEJANDRO; con cédula de identidad N° 172504744-1, de la carrera INGENIERIA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Luis Calle Mendoza, M.Sc.  
Docente tutor

Guayaquil, 5 de agosto del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL AGUACATE HASS (*Persea americana* Mill) PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS”, realizado por el estudiante: VALENCIA VILLAMARIN WAGNER ALEJANDRO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Luis Zúñiga Moreno, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Karina Marín Morocho, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Luis Calle Mendoza, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ec. Alex Ibarra Velásquez, M.Sc.  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 14 de noviembre del 2019

### **Dedicatoria**

Quiero dedicar este logro a mis padres y sobrinos ya que fueron mi motor, mencionar en especial a mi tía y primas por haberme abierto sus puertas para poder continuar mi carrera profesional ya que me han brindado su apoyo incondicional en todo lo que he necesitado tanto moral, espiritual y emocional.

### **Agradecimiento**

A Dios, a quien le debo lo que soy, lo que tengo y lo que he aprendido, quien ha sabido guiar mis pasos y me ha dado la tenacidad para finalizar con éxito la carrera que escogí para mi vida.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo VALENCIA VILLAMARIN WAGNER ALEJANDRO, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL AGUACATE HASS (*Persea americana* Mill) PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 5 de agosto del 2020

VALENCIA VILLAMARIN WAGNER ALEJANDRO  
C.I. 172504744-1

## Índice general

<b>Portada .....</b>	<b>1</b>
<b>Aprobación del tutor .....</b>	<b>2</b>
<b>Aprobación del tribunal de sustentación .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>12</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>15</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 Objetivos específicos .....</b>	<b>19</b>
<b>1.7 Hipótesis.....</b>	<b>21</b>
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Estado del arte .....</b>	<b>20</b>

<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.1 Generalidades del aguacate .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.2 Morfología.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.3 Aspectos agrícolas del cultivo del aguacate.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3.1 Temperatura ideal para el cultivo de palta .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3.2 Luminosidad requerida para el cultivo del aguacate .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3.3 Suelos adecuados para la siembra del aguacate .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3.4 Tipo de riego para el cultivo del aguacate .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3.5 Riego por goteo .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3.6 Riego por aspersión .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.3.7 Riego por gravedad .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.4 Variedades del aguacate.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.5 Aguacate Bacon .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.6 Aguacate fuerte .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.7 Aguacate has.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.8 Características del aguacate .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.8.1 Componentes nutricionales del aguacate.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.9 Deshidratación .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.10 Importancia de la deshidratación de los alimentos .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.11 Técnicas de deshidratación .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.11.1 Deshidratación solar .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.12 Deshidratación con aire caliente forzado .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.13 Deshidratación osmótica.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3 Marco legal .....</b>	<b>29</b>
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>30</b>

<b>3.1 Enfoque de la investigación .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.1 Tipo de investigación.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.2 Diseño de investigación .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1 Variables .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1.1. Variable independiente .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1.2. Variable dependiente .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.2 Tratamientos.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.3 Diseño experimental .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.4 Recolección de datos .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.5 Recursos.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.5.1 Materia prima.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.5.2 Insumos .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.5.3 Equipos.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.6 Métodos y técnicas .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.6.1 Diagrama de procesos .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.6.2 Descripción del diagrama de flujo .....</b>	<b>33</b>
3.2.6.2.1 <i>Recepción y limpieza.....</i>	33
3.2.6.2.2 <i>Selección de la fruta .....</i>	34
3.2.6.2.3 <i>Lavado .....</i>	34
3.2.6.2.4 <i>Pelado.....</i>	34
3.2.6.2.5 <i>Troceado.....</i>	34
3.2.6.2.6 <i>Distribución en las bandejas deshidratadora .....</i>	35
3.2.6.2.7 <i>Deshidratación .....</i>	35
3.2.6.2.8 <i>Enfriado.....</i>	35
3.2.6.2.9 <i>Pesado.....</i>	35

	10
3.2.6.2.10 <i>Empacado al vacío</i> .....	35
3.2.6.2.11 <i>Almacenamiento</i> .....	36
<b>3.2.7 Métodos y técnicas utilizadas para los análisis fisicoquímicos</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2.7.1 <i>Determinación de Aw</i></b> .....	<b>36</b>
<b>3.2.7.2 <i>Determinación potencial de hidrogeno (pH)</i></b> .....	<b>37</b>
<b>3.2.7.3 <i>Determinación de humedad</i></b> .....	<b>37</b>
<b>3.2.7.4 <i>Determinación de potasio</i></b> .....	<b>38</b>
<b>3.2.7.5 <i>Determinación de hierro</i></b> .....	<b>38</b>
<b>3.2.8 Análisis estadístico</b> .....	<b>39</b>
<b>4. Resultados</b> .....	<b>40</b>
<b>5. Discusión</b> .....	<b>59</b>
<b>6. Conclusión</b> .....	<b>61</b>
<b>7. Recomendaciones</b> .....	<b>62</b>
<b>8. Bibliografía</b> .....	<b>63</b>
<b>9. Anexos</b> .....	<b>73</b>

### Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía del aguacate Hass.....	22
Tabla 2. Composición nutricional .....	27
Tabla 3. Tratamientos .....	31
Tabla 4. Análisis fisicoquímicos. ....	36
Tabla 6. Esquema de la varianza.....	39
Tabla 7. Peso y porcentaje de las repeticiones del tratamiento 1 .....	42
Tabla 8. Tratamiento 2.....	43
Tabla 9. Tratamiento 3.....	44
Tabla 10. Repeticiones físicas .....	46
Tabla 11. Repeticiones químicas. ....	47
Tabla 12. Resultado del pH.....	48
Tabla 13. Promedios del % de Humedad.....	50
Tabla 14. Promedio de Aw.....	51
Tabla 15. Promedio de potasio .....	53
Tabla 16. Resultados del Hierro.....	55
Tabla 17. Análisis fisicoquímico del producto fresco y deshidratado. ....	57

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de proceso de deshidratación del aguacate <i>Hass Persea americana Mill</i> .....	33
Figura 2. Promedio de humedad de los tratamientos. ....	45
Figura 3. Análisis potencial de hidrogeno (pH).....	48
Figura 4. Repeticiones térmicas de cada tratamiento.....	49
Figura 5. Humedad del aguacate Hass deshidratado.....	50
Figura 6. Repeticiones térmicas de cada tratamiento del análisis de humedad .....	51
Figura 7. Actividad de agua (Aw) .....	52
Figura 8. Repeticiones térmicas de cada tratamiento del análisis de Aw .....	52
Figura 9. Promedio de potasio mediante graficas estadísticas.....	53
Figura 10. Gráfica de determinación de potasio a los tres tratamientos .....	54
Figura 11. Interpretación del hierro mediante gráfica estadística .....	55
Figura 12. Determinación de hierro de los tres tratamientos a analizar .....	56
Figura 13. Carta colorimétrica del aguacate Hass ( <i>Persea americana Mill</i> ) ....	73
Figura 14. Esquema de las fases alimento-fluido durante la deshidratación ...	73
Figura 15. Análisis de varianza perdida de humedad.....	74
Figura 16. Potencial de hidrogeno .....	74
Figura 17. Determinación de humedad .....	74
Figura 18. Actividad de agua (Aw) .....	75
Figura 19. Determinación de potasio .....	75
Figura 20. Determinación de hierro.....	75
Figura 21. Preparación de la solución ácido cítrico .....	76

Figura 22. Pesaje de la materia prima.....	76
Figura 23. Troceado y colocación en el deshidratador .....	77
Figura 24. Regulación de temperaturas .....	77
Figura 25. Producto deshidratando .....	78
Figura 26. Aguacate deshidratado y envasado .....	78
Figura 27. Pesaje para determinación de análisis fisicoquímicos.....	79
Figura 28. Muestras de aguacate pesadas .....	79
Figura 29. Muestras colocadas a calcinación.....	80
Figura 30. Producto calcinado .....	80
Figura 31. Pesaje de las muestras (aguacate) .....	81
Figura 32. Determinación de pH a las muestras de aguacate calcinadas .....	81
Figura 33. Medición de la disolución para determinar potasio .....	82
Figura 34. Determinación de potasio .....	82
Figura 35. Lectura del contenido de potasio .....	83
Figura 36. Análisis realizados en laboratorio certificado.....	83

## Resumen

En la presente investigación se procedió a evaluar el efecto de la deshidratación del aguacate (*Persea americana Mill*) por el método de aire caliente forzado en la que se analizó la pérdida de sus propiedades físicas ( $A_w$ , humedad y pH) y químicas (concentración de hierro y potasio), los cuales fueron sometidos a diferentes tratamientos térmicos (65°C, 70°C y 75°C). Se procedió a realizar el promedio de cada repetición con el objetivo de evaluar el efecto de la deshidratación en las propiedades fisicoquímicas presentes en el producto. Durante el proceso de deshidratación se presentó un resultado final de pH de 5.30 en relación con el estado fresco de 5.5, una  $A_w$  en estado fresco de 0.885 en comparación con el deshidratado que fue de 0.492, y una humedad en estado natural del 58% en comparación con el deshidratado que tuvo un valor de 4.36%. En cuanto a sus propiedades químicas la concentración del potasio en estado fresco fue de 345 mg/kg, mientras que en deshidratado según los análisis promediados de laboratorio fue de 133.49 mg/kg. Por último, en los resultados del hierro se tiene que para el deshidratado se obtuvo un valor de 16.02 mg/kg, mientras que en fase natural fue de 214 mg/kg.

**Palabras clave:** Aguacate (*Persea americana Mil*) evaluación fisicoquímica.

### Abstract

In the present research, the dehydration effect of the avocado (*Persea americana* Mill) was evaluated by the forced hot air method in which the loss of its physical properties ( $A_w$ ), humidity, pH in chemistry such as iron and potassium themselves that were subjected to different thermal treatments (65°C, 70°C, 75°C) where the average of each repetition was carried out in order to evaluate the effect of dehydration on the physicochemical properties present in the product case study, during the Dehydration process presented a final result at pH 5.30 in relation to the fresh state 5.5, an  $A_w$  in fresh state 885 compared to dehydrated which was 0.492 and a humidity in natural state of 58% compared to dehydrated that manifested with 4.36 %, while the chemical properties such as potassium in the fresh state it was 345 mg / kg and dehydrated according to the averaged analyzes of the laboratory gave 133.49 mg / kg, for dehydrated iron 16.02 mg / kg while in the natural phase 214 mg / kg.

**Key words:** Avocado (*Persea americana* Mill) physicochemical evaluation.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

Álava, Rojas, Huaccha, Cabrera y Bazán (2013), realizaron una investigación con el objetivo de minimizar el efecto de la temperatura del aire de secado y espesor sobre la humedad final de las rodajas de manzana (*Malus domestica*) var. Granny Smith, en la cual se emplearon tratamientos térmicos comprendidos entre 50 y 70 °C, con un espesor de 1 a 4 mm, empleando un secado convectivo, con la finalidad de evitar el pardeamiento enzimático de las rodajas de manzana fueron sumergidas en una solución de ácido cítrico para minimizar el pardeamiento, donde se utilizó un pre-tratamiento de una solución sacarosa a 40°Brix con la finalidad de reducir el tiempo de deshidratación, dando como resultado que a temperaturas de 60 °C el espesor es de 2,5 mm reduciendo así la humedad final y maximizando la aceptabilidad del snack terminado.

Zapata, Restrepo-Suárez, y Arias (2016), realizaron un estudio acerca de la deshidrataron rebanadas de aguacate variedad Hass con un diámetro de 3 mm en relación a su grado de madurez B, las cuales se sumergieron en una disolución de maltodextrina de 20 en 3 temperaturas diferentes 40, 50 y 60 °C, en las cuales se evidenció la conservación de las propiedades fisicoquímicas durante la curva de secado, mientras que Choque-Mendoza y Corilla-Huaman (2015) por medio de una solución de maltodextrina 50 % NaCl 10 %, ácido cítrico 1,5 % y ácido ascórbico 1,5 %, a una temperatura de 7,5 °C y presión de mbar durante 4 horas de proceso determinaron que es posible disminuir el deterioro de las propiedades fisicoquímicas del aguacate *Persea americana* Hass empleando una adecuada deshidratación.

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

El pardeamiento enzimático ocurre en los alimentos como en todas las frutas y verduras, ya que es el principal problema que radica en las alteraciones fisicoquímicas tales como la acción enzimática y microorganismos que acortan la vida útil del alimento.

Estas alteraciones se producen cuando el alimento entra en contacto con el oxígeno, es por esto que surge un gran interés en someter al producto a un tratamiento térmico con la finalidad de reducir las alteraciones de las propiedades y características propias del alimento. Es por esto que la presente investigación tiene como objetivo principal es extender el tiempo de vida útil del aguacate de variedad Hass minimizando las pérdidas en sus propiedades fisicoquímicas al ser tratado con un proceso de deshidratación, empleando tres tratamientos (temperaturas diferentes), identificando la más idónea para la conservación de los componentes en estudio.

### **1.2.2 Formulación del problema**

Las tres temperaturas de deshidratación utilizadas para esta investigación ¿incidirán en mayor o menor cantidad sobre los parámetros fisicoquímicos del aguacate Hass (*Persea americana Mill*).?

## **1.3 Justificación de la investigación**

La ciencia y tecnología de los alimentos busca conservar las propiedades fisicoquímicas de los alimentos cualidades importantes a ser consideradas, en el caso de las frutas que son susceptibles al deterioro y fácil alteración.

El cambio de sus componentes inicia cuando el alimento entra en contacto con el oxígeno activando reacciones que provocan las pérdidas de los nutrientes

beneficiosos para el consumidor, existiendo casos como del aguacate Hass y otros productos agrícolas que requieren de un mecanismo de control que ayude a prevenir los cambios enzimáticos y demás alteraciones.

La deshidratación es un tratamiento de conservación que consiste en disminuir el contenido de la humedad de los alimentos perecederos, especialmente en frutas y hortalizas cuyo contenido de agua es elevado, disminuyendo así su actividad enzimática y crecimiento microbiano.

La aplicación de las diferentes temperaturas de deshidratación del aguacate Hass (*Persea americana Mill*) ayudará a determinar cuáles de los tratamientos favorece la conservación de sus propiedades fisicoquímicas.

Los resultados de este proyecto servirán como referencia a posibles investigaciones en cuanto a parámetros de tiempo y temperatura, mediante la conservación de sus valores nutricionales, después de ser sometidos al proceso de deshidratación.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

**Espacio:** El trabajo se realizó en la provincia del Guayas.

**Tiempo:** El tiempo de desarrollo y culminación del proyecto fue de aproximadamente 6 meses.

**Población:** Los resultados obtenidos estuvo dirigido al público en general.

#### **1.5 Objetivo general**

Determinar el efecto de la temperatura durante la deshidratación del aguacate Hass (*Persea americana Mill*), para la conservación de sus propiedades fisicoquímicas.

### 1.6 Objetivos específicos

- Emplear tres tratamientos (temperaturas diferentes) para deshidratar muestras de aguacate Hass (*Persea americana Mill*).
- Establecer las propiedades físicas como potencial de hidrógeno, actividad de agua y humedad (pH, Aw, humedad) minerales, potasio y hierro de los productos sometidos al proceso de deshidratación.
- Comparar las propiedades fisicoquímicas del producto fresco y deshidratado.

### 1.7 Hipótesis

La aplicación de las temperaturas de deshidratación incidirá en menor o mayor medida en la conservación de las propiedades fisicoquímicas del aguacate Hass (*Persea americana Mill*).

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Chávez-Ortiz, Leiva-Tafur, y Corroto (2016), realizaron una caracterización fisicoquímica, bromatológica y microbiológica del aguacate, previo al proceso de extracción se efectuó la deshidratación de la materia prima mediante tres métodos. El primero consistió en un liofilizado a  $-25^{\circ}\text{C}$  y 0,05 mbar a una velocidad de  $0,04^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . El segundo consistió en un secado convectivo a temperatura de  $45^{\circ}\text{C}$  y luego a esto se tiene un secado solar con una temperatura interior por debajo de los  $45^{\circ}\text{C}$  solar, hasta que la humedad del producto alcance el 10%. Los aceites obtenidos se les realizaron pruebas de calidad en parámetros tales como índice de acidez, índice de peróxido, yodo, índice de saponificación y gravedad específica.

Ruiz-Ruiz, Cortes-Rodríguez, y Gil-Gonzalez (2017), analizaron la estabilidad de las propiedades del polvo de aguacate reforzado con vitaminas y minerales (fosforo + calcio) siendo este sometido a un secado por atomización, bajo diferentes temperaturas de almacenamiento ( $15$ ,  $25$  y  $35^{\circ}\text{C}$ ) y tipo de atmosfera de empaques (vacíos y nitrógeno) en las cuales fueron evaluadas durante 180 días. Los resultados recopilados indican que a altas temperaturas de almacenamiento se acelera la producción de peróxido, alcanzando esta una rancidez macho más acelerada.

Garcia-Pereira, Muniz-Becerá, Hernández-Gómez, González, y Fernández-Valdés (2013), en un caso de estudio determinaron que las propiedades físico-mecánico de las frutas frescas empleando diferentes mecanismos de deshidratación se pudieron evidenciar los parámetros tales como masa, firmeza, talla, pH y contenido de solidos solubles (SS). Las frutas fueron troceadas en cubos de  $1 \times 5 \pm 0.02$  cm para luego ser sometidas a tratamientos de deshidratación

osmótica (DO) a 60°C durante 10 horas y una deshidratación por flujo caliente (DAC ) a 65°C a un tiempo de 5 horas), donde la variabilidad alcanzada a partir de la diferencia entre los valores iniciales y finales de la masa, firmeza y el aumento del porcentaje de pérdida de peso fue inferior para la fruta sometida al proceso tecnológico de (DO) con valores de 49,4; 86 y 64,17  $\pm$  0.02 % mientras que para el tratamiento por (DAC) encontramos valores de 80; 88,3; y 80  $\pm$  0.02 %.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Generalidades del aguacate**

La palta o aguacate, es un fruto originario de México y Centroamérica, datos revelan que se encontraron las semillas de palta junto a restos humanos hace más de ocho mil años de antigüedad, esto junto con la llegada de los españoles el cultivo se propagó a los países de Colombia y Ecuador (Buelvas-Salgado, Patiño-Gómez, y Cano-Salazar, 2017).

La palabra aguacate proviene del náhuatl que significa testículo, mientras que en portugués se lo conoce como abacate y en alemán es identificado como “fruta de mantequilla” quedando los españoles con el léxico de ahuatl, creando los aguacata, la palabra guacamole proviene del náhuatl ahucamolli, salsa de aguacate también conocido como aguaco o ahuaca, con este nombre (aguacate) y sus derivados se identifica al fruto *Persea americana* que son distribuidos en los países tales como, Estados Unidos, Centroamérica, el Caribe y España, mientras que con la palabra Palta, en Perú, Argentina, Bolivia, Chile y Uruguay (Cornejo-Huarancca y Morales-Castro, 2018).

El aguacate es una fruta tradicional en el régimen alimenticio de los ecuatorianos, su delicado sabor y textura cremosa se transforma en el complemento perfecto que acompaña a los platos típicos de la gastronomía del

país (Restrepo-Duque, Londoño-Londoño, González-Álvarez, Benavides-Paz, y Cardona-Salazar, 2012).

En el Ecuador, a diferencia de otros estados se puede producir aguacate durante todo el año específicamente con fechas de producción que van de febrero a marzo y de agosto a septiembre. Siendo estas las principales zonas productoras de palta Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja (El Telégrafo, 2016). A continuación, se muestra la taxonomía del aguacate en la tabla 1.

Tabla 1. Taxonomía del aguacate Hass

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliophyta</i>
Familia	<i>Laurácea</i>
Genero	<i>Persea</i>
Especie	<i>Americana</i>
Nombre binomial	<i>Persea americana Mill</i>

#### Clasificación taxonómica del aguacate Hass

Lijasz, 2003.

### 2.2.2 Morfología

Cañas-Gutiérrez, Galindo-López, Arango-Isaza, y Saldamando-Benjumea (2013) , definen las características más importantes de la morfología del aguacate de la siguiente manera:

**Árbol:** El árbol de palta es frondoso y aromático, puede llegar a medir hasta 30 metros de altura en poco tiempo, posee una raíz pivotante, la raíz principal puede superar los 90 centímetros de profundidad, mientras que las raíces secundarias y

terciarias inician su crecimiento a partir de los 60 centímetros, el árbol consta de un tallo cilíndrico leñoso y erecto.

**Hojas:** se caracterizan por ser perennes, alternas y brillantes su color cambia dependiendo de la variedad, las condiciones en las que se desarrollan presentan un tono rojizo, verde intenso al llegar a la madurez.

**Flores:** Las flores del aguacate se caracterizan por ser hermafroditas, es decir constan de dos órganos (femenino y masculino) los cuales son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación. Se cierran primero como femeninas por un periodo fino y luego se abren como masculinas en una segunda apertura; cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y solo el 0,1% se transforman en frutos.

**Fruto:** es carnoso de forma periforme, elíptica alargada con colores característicos que van desde el verde claro a oscuro y en su etapa de maduración van de violeta al negro.

### **2.2.3 Aspectos agrícolas del cultivo del aguacate**

#### **2.2.3.1 *Temperatura ideal para el cultivo de palta***

El cultivo de aguacate se da en diferentes temperaturas alrededor de todo el mundo, sin embargo en los climas fríos existen problemas vegetativos. La palta requiere de una temperatura superior a los 12 grados centígrados siendo así las temperaturas óptimas entre 20 y 30 grados centígrados para florecer de forma favorable. En asuntos de altitudes, se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm (Pardo-Martínez y León-Gómez, 2019).

#### **2.2.3.2 *Luminosidad requerida para el cultivo del aguacate***

Las plantaciones de aguacate requieren luz solar directa, es decir exponerse directamente a los rayos solares. Las hojas que no reciben luz son prácticamente

improductivas, por lo que se recomienda realizar una buena poda para despejar aquellas áreas del árbol que impiden la radiación solar, ya que cumple un papel fundamental en el buen desarrollo de la producción de este (Peña-Urquiza, Rebollar-Rebollar, Callejas-Juárez, Hernández-Martínez, y Gómez-Tenorio, 2015).

#### **2.2.3.3 Suelos adecuados para la siembra del aguacate**

Para tener un suelo apto para la siembra se debe tener en cuenta tres aspectos importantes, contar con un suelo que no esté bien compacto ya que esto ayudará a obtener mejores beneficios para la planta, no obstante si el suelo es compacto se estará impidiendo el desarrollo de sus raíces, un excelente drenaje ayudara a que el aguacate se libere del exceso de agua, un suelo aireado, rico en materia orgánica con un pH optimo entre 5.5 y 7 (Basantes-Morales, 2015).

#### **2.2.3.4 Tipo de riego para el cultivo del aguacate**

Macas, (2012) indica que el factor riego, es determinante en el éxito o fracaso del cultivo de aguacate, puesto que es donde la planta adquiere peso en las primeras fases de su crecimiento y posterior desarrollo.

La mejor alternativa para el riego de este cultivo es mediante riego localizado por goteo, la cantidad de agua que se requiera va depender básicamente del clima, precipitaciones, tipos de suelo, composición del suelo y variedad de la palta sembrada. Aproximadamente cada árbol consume 35.000 litros de agua anualmente (Sánchez, 2013).

#### **2.2.3.5 Riego por goteo**

Este método también conocido con el nombre de riego gota a gota, es una técnica de irrigación utilizada en las zonas áridas puesto que permite la optimización de agua y abonos, es un método efectivo, apropiado aporta agua a

las plantas, mediante el cultivo en línea (la mayoría de cultivos hortícolas, invernaderos y viñedos) o en plantas aisladas (Martínez-Guzman, 2013).

#### **2.2.3.6 Riego por aspersión**

El sistema de riego por aspersión se realiza en pequeñas gotas imitando al agua de lluvia, permitiendo así brindar ahorro de agua (H<sub>2</sub>O) en comparación con otros tipos de riego como el de surcos ya que este es apropiado para campos pequeños y grandes (Demin, 2014).

#### **2.2.3.7 Riego por gravedad**

Si bien es cierto este es uno de los métodos no tan efectivos presentando grandes desventajas como, baja eficiencia en la utilización del agua, la necesidad de nivelar el terreno, problemas para aplicar volúmenes correctos con la frecuencia adecuada, y una elevada demanda de mano de obra. Sin embargo, es utilizado por su fácil mantenimiento y el empleo de energía gravitatoria (Concha-Tito, Roman-Alvarado, y Veliz-Meza, 2018).

### **2.2.4 Variedades del aguacate**

Las variedades más comunes al redor del mundo son:

- Aguacate Bacon
- Aguacate Fuerte
- Aguacate Hass

### **2.2.5 Aguacate Bacon**

Este fruto con forma ovalada, de color característico verde incluso al madurar, su piel es fina, brillante y sensible a los daños producidos por los vientos el tamaño varia de mediano a grande (170-510 g). Al tener una semilla más grande, permite el aprovechamiento de la pulpa en un 61%. La calidad gustativa no es muy

apetecible, sin embargo, es un buen polinizador de la variedad Hass debido a su aporte erecto se lo utiliza como corta vientos (Valderrama-Solar, 2013).

### **2.2.6 Aguacate fuerte**

La variedad fuerte tiene menos porcentaje de aceite que varía entre el 16 al 18%, su piel es menos resistente al maltrato que se pueda producir en la pos-cosecha y almacenamiento ya que la textura representa un papel fundamental en cuanto a la determinación de la calidad de la palta, puesto que los trastornos de esta pueden influenciar de manera directa al momento de evaluar en términos comerciales (Coello-Macías, 2015).

### **2.2.7 Aguacate Hass**

La variedad de aguacate Hass es un cultivo adaptado a diferentes condiciones climáticas siendo esta la especie más sembrada y reconocida a nivel mundial (Pérez-Velásquez y Quicio-Balladares, 2016). Esta especie es excelente para desarrollarse en altitudes de 1600 y 2100 metros sobre el nivel del mar (msnm), el fruto es de tamaño pequeño con peso promedio de 180g, su maduración varía de oscura morada a negra, ya que es una de las características indispensable para identificar un fruto cuando está en su etapa de maduración, es muy rico en contenido de grasa interna ya que esta puede alcanzar hasta un 21% cuando el fruto se encuentra totalmente maduro. Cabe recalcar que esta especie por contener innumerables características externas e internas muy rentables para los procesos industriales (Peña-Urquiza et al., 2015).

La variedad Hass tiene como ventaja su alto contenido de aceite que varía entre (18 a 20 %), su corteza es gruesa y rugosa que lo hace resistente al almacenamiento y golpes en el transporté de la fruta. Además, tiene un alto

potencial en la exportación razón por la cual desde hace 5 años se la está cultivando (Coello-Macías, 2015).

## 2.2.8 Características del aguacate

### 2.2.8.1 Componentes nutricionales del aguacate

Se ha señalado que la ingesta de 68 g de pulpa de aguacate aporta

Tabla 2. Composición nutricional

Fibra dietarias	4.6 g
Azúcar total	0.2 g
Potasio	345 mg
Sodio	5.5 mg
Magnesio	19.5 mg
Vitamina A	43 ug
Vitamina C	6.0 mg
Vitamina E	1.3 mg
Vitamina K1	14. ug
Hierro	214 mg
Folato	60 mg
Vitamina B-6	0.2 mg
Niacina	1.3 mg
Ácido pantoténico	1.0 gr
Riboflavina	0.1 mg
Cloruro	10 mg
luteína/zeaxantina	185 ug
Fsteroles	57 mg
Ácido grasos insaturados	6.7 gr

Se describe mediante una tabla el contenido de las propiedades fisicoquímicas del aguacate  
Coello-Macías, 2015

## 2.2.9 Deshidratación

Según Orrego-Alzate (2003) la Deshidratación es un proceso de conservación de los alimentos, debido a que proporciona un ambiente no favorable para el crecimiento de microorganismos, mediante la reducción del contenido hídrico, generando un descenso de peso y con frecuencia la disminución de volumen del

alimento, la deshidratación implica la transferencia simultánea de masa y calor dentro de los alimentos y el medio utilizado para transferir energía a los alimentos.

Fito-Maupoe, Andrés-Grau, Barat-Baviera y Albors-Sorolla (2016), define a la deshidratación como “una operación básica por la que el agua que contiene un sólido o una disolución se transfiere a la fase fluida que lo rodea debido a los gradientes de actividad de agua entre ambas fases” (p.7).

### **2.2.10 Importancia de la deshidratación de los alimentos**

Los alimentos deshidratados en la actualidad son de gran importancia debido a su uso en época de escasez, desde el punto de vista comercial una importante ventaja de utilizar esta técnica, es que al convertir un alimento fresco en uno procesado (deshidratado) se añade valor agregado a la materia prima utilizada (Marín, Lemus, Flores, y Vega, 2006).

### **2.2.11 Técnicas de deshidratación**

#### **2.2.11.1 *Deshidratación solar***

La deshidratación solar resulta ser una de las más utilizadas en el trópico debido a su bajo costo, este proceso requiere entre 100 a 120h de exposición directa al sol, presenta desventajas como, vulnerabilidad del alimento a la contaminación por polvo, infestación por insectos y hongos productores de aflatoxinas, pérdidas por animales y baja calidad de los productos obtenidos (Paz-Echeverría, 2005).

#### **2.2.12 Deshidratación con aire caliente forzado**

En este método, el aire caliente remueve el agua en estado libre de la superficie de los productos, el incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento provoca una reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una deshidratación eficiente (Ochoa-Reyes et al., 2012).

### **2.2.13 Deshidratación osmótica**

Gallo-García, Tirado-Armesto y Acevedo-Correa (2015) indican que la deshidratación osmótica (OD) se puede llevar a cabo para obtener varios tipos de productos, tales como productos de humedad intermedia o mínimamente procesados, o como un pretratamiento antes del secado o congelación. Correa, Rasia, Mulet & Cárcel (2017), menciona que “el pretratamiento de deshidratación osmótica antes de la deshidratación convencional con aire caliente permite reducir los tiempos de deshidratación y conservar mejor las propiedades de las frutas y verduras deshidratadas” (p.350).

García-Huamán, Bejarano-Luján, Paredes-Quiroz, Vega-Rojas y Encinas-Puscán (2018) indican que “el uso adecuado del pre-tratamiento osmótico puede reducir considerablemente el tiempo de secado, conservando el color, mejorando la textura y protegiendo el contenido de vitaminas y compuestos con alto valor nutricional de las frutas y verduras” (p.7).

## **2.3 Marco legal**

Por no disponer de una norma en el ámbito de productos deshidratado que especifique el rango y estándares mínimos y máximos, se procedió a regirnos por la normativa LORSA sanidad e inocuidad alimentaria.

Artículo 24. Finalidad de la sanidad e inocuidad alimentarias tienen por objeto promover una adecuada nutrición y protección de la salud de las personas; y prevenir, eliminar o reducir la incidencia de enfermedades que se puedan causar o agravar por el consumo de alimentos contaminados (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria [LORSA], 2010).

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

El presente proyecto fue una investigación de tipo descriptiva y experimental, mediante datos recolectados para el caso de estudio que fue analizado y detallado de forma ordenada, con el objetivo de encontrar información que aporten como referencia a futuras investigaciones sobre la conservación de las propiedades fisicoquímicas y nutricionales después de la deshidratación.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación será acorde a las necesidades del tipo de proyecto. En esta sección, especifique y argumente si la investigación es experimental o no experimental.

#### **3.2 Metodología**

##### **3.2.1 Variables**

###### **3.2.1.1. Variable independiente**

Las temperaturas de deshidratación del aguacate Hass (*Persea americana Mill*), 65°C, 70°C y 75°C durante 7 horas de exposición térmica.

###### **3.2.1.2. Variable dependiente**

Las características fisicoquímicas del aguacate Hass (*Persea americana Mill*) como pH, humedad, Aw, potasio y hierro.

### 3.2.2 Tratamientos

**Tabla 3. Tratamientos**

Ingredientes	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	g	%	g	%	g	%
Aguacate Hass	885	100	885	100	885	100
Temperaturas	65 °C		70 °C		75 °C	
Tiempo	7 horas		7 horas		7 horas	
Ácido cítrico	50		50		50	
Tiempo	5 min		5 min		5 min	

Se detalla el tiempo y peso utilizados para cada tratamiento según la metodología planteada Valencia, 2019

### 3.2.3 Diseño experimental

La presente investigación se la realizó de manera experimental en la cual se dispuso de materiales y equipos de laboratorio para su proceso de evaluación fisicoquímica.

### 3.2.4 Recolección de datos

Se utilizaron materiales como: hojas, tintas de impresión, carpetas, lápices, y en cuanto a equipos se tiene computadora, pendrive, impresora. Talento humano tutor, estudiante y analistas.

### 3.2.5 Recursos

#### 3.2.5.1 *Materia prima*

- Aguacate Hass (*Persea americana Mill*), bandejas de acero inoxidable, porcelana y papel absorbente.

#### 3.2.5.2 *Insumos*

- Ácido cítrico al 1%

### **3.2.5.3 Equipos**

- Mesa: de acero inoxidable marca tramontini.
- Cuchillos: de acero inoxidable marca tramontini.
- Tajadora mecánica de acero inoxidable.
- Balanza industrial de mesa Hermes.
- Refractómetro de escala 28-62 °Brix en línea.
- pH metro modelo CPC-401M.
- Empacadora al vacío EVD-8.
- Deshidratador de fruta convencional RK-CT-C (40 – 90 °C) 350 W.

### 3.2.6 Métodos y técnicas

#### 3.2.6.1 Diagrama de procesos

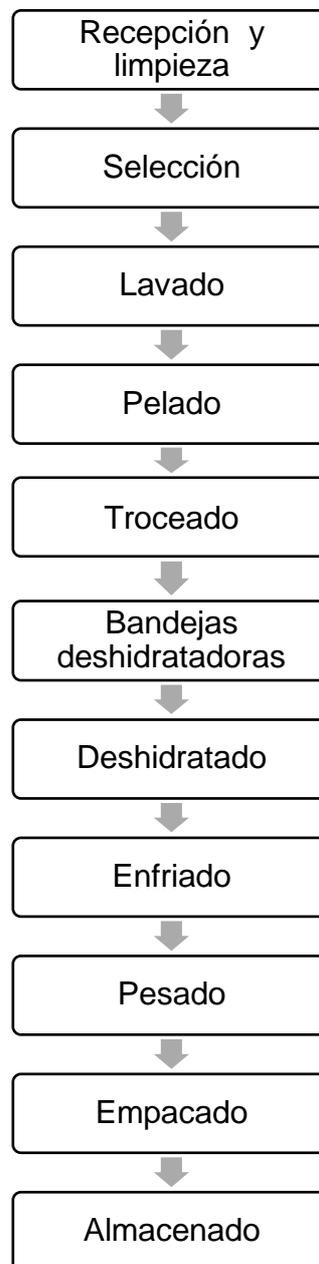


Figura 1. Diagrama de proceso de deshidratación del aguacate *Hass Persea americana Mill.*  
Valencia, 2019

#### 3.2.6.2 Descripción del diagrama de flujo

##### 3.2.6.2.1 Recepción y limpieza

En la recepción y limpieza de la materia prima, la fruta se la proceso con un grado de madurez 3 según se muestra en anexo figura 2.

#### 3.2.6.2.2 *Selección de la fruta*

Se realizó la operación de selección de la fruta, teniendo en cuenta su grado de madurez, sanidad, variedad, peso, tamaño, forma y color del aguacate. Este procesó es necesario con el fin de obtener una materia prima de calidad las características encontradas en el fruto deben corresponder al tipo de fruta, no debe contener golpes, raspones o magulladuras, sin orificios ni presencia de mohos, si la fruta tiene tallo, esta deberá estar perfectamente fijada (Silva et al., 2016).

#### 3.2.6.2.3 *Lavado*

Consistió en la remoción total de las partículas u objetos extraños al producto a ser tratado. Con la ayuda de un cepillo tipo plancha y abundante agua se procedió al lavado del aguacate durante 30 segundos aproximadamente por cada aguacate hasta observar que el mismo no presenten indicio de material extraño, después del lavado se realizará un escurrido de 4 minutos.

#### 3.2.6.2.4 *Pelado*

Es el retiro de la parte no comestible del alimento a ser procesado, para este caso de estudio se procedió a realizar un pelado mecánico con un cuchillo de acero inoxidable para evitar futuras contaminaciones, de la misma manera luego del pelado se continuo a sumergir en una solución de ácido cítrico al 1% durante 5 minutos con la finalidad de retardar el pardeamiento enzimático.

#### 3.2.6.2.5 *Troceado*

Se realizó un troceado en rodajas con el fin de reducir el tamaño del producto, el grosor de las rodajas será de 5 centímetros (cm) de largo y 1 (cm) de diámetro con el objetivo de ayudar así a la evaporación del contenido de humedad presente en el producto.

#### 3.2.6.2.6 *Distribución en las bandejas deshidratadora*

Consistió en colocar el aguacate de la variedad Hass troceada en las bandejas metálicas de forma ordena y ascendente para facilitar la distribución adecuada de la corriente de aire caliente.

#### 3.2.6.2.7 *Deshidratación*

El producto objeto de estudio estuvo sometido a una temperatura de aire caliente durante 2 horas a  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  siendo este el primer tratamiento, una vez transcurrido el tiempo planteado se procede con el segundo tratamiento a  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ , y por ultimo a  $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  en el tercero, en la cual el contenido de agua se evaporo de manera ascendente aumentando la velocidad de aire caliente ocasionando el deshidratado del producto.

#### 3.2.6.2.8 *Enfriado*

Se procedió a retirar el producto deshidratado del horno, introduciéndolo en un desecador por aproximadamente una hora, hasta que se encuentre totalmente frio para poder medir su peso y evaluar sus propiedades fisicoquímicas.

#### 3.2.6.2.9 *Pesado*

En esta sección se verifico cual era el peso real de la materia prima después del proceso de deshidratación de cada tratamiento durante el tiempo planteado.

#### 3.2.6.2.10 *Empacado al vacío*

El envasado al vacío fue una técnica en la cual se eliminó total del aire que se encontraba dentro del recipiente, para continuar preservando sus propiedades. Esta técnica se lo realizará en el equipo de extracción y sellado automático dejando un empaque perfecto al vacío (Murillo-Rodriguez y González-Baquerizo, 2016).

### 3.2.6.2.11 Almacenamiento

Las frutas y verduras deshidratadas deben ser consideradas como un alimento perecedero puesto que están expuestos al crecimiento de hongos, microorganismos y el deterioro de sus propiedades fisicoquímicas.

Lo óptimo es contar con un ambiente cerrado (que no permita el acceso de insectos y animales) pero ventilado (debe circular aire), seco, fresco (las bajas temperaturas inhiben el desarrollo de huevos o larvas) y oscuro. El lugar que se escoja debe estar lejos de toda fuente potencial de contaminación (Carrillo-Inungaray y Reyes-Munguía, 2013).

### 3.2.7 Métodos y técnicas utilizadas para los análisis fisicoquímicos

A continuación, se detallan los métodos que se muestran en la tabla 4 para los análisis fisicoquímicos empleados.

**Tabla 4. Análisis fisicoquímicos.**

Análisis físicos	Métodos
Aw	AOAC 20TH 920.151
pH	AOAC 20TH 981.12
Humedad	GRAVIMÉTRICO
Potasio	MMQ-AAS-15
Hierro	MMQ-AAS-17

Técnicas para la determinación de cada análisis físico.  
Valencia, 2019

#### 3.2.7.1 Determinación de Aw

Para la determinación de actividad de agua se utilizó el método AOAC 20TH 920.151, donde se procederá con el secado en la capsula por 30 minutos y con eso se tomará, como referencia los datos para determinar el contenido de agua presente en cada una de las muestras deshidratada en los distintos tratamientos.

### **3.2.7.2 Determinación potencial de hidrógeno (pH)**

Se determinó mediante un potenciómetro o también denominado AOAC 20TH 981.12, de tal forma que se procedió a triturar la muestra de aguacate con la ayuda de un mortero para facilitar la homogenización de la muestra y así poderla introducir en la disolución de agua destilada en un vaso de precipitación de 250.

### **3.2.7.3 Determinación de humedad**

Para la determinación de humedad (%H) se utilizó una balanza analítica y estufa en las cuales se establecieron los porcentajes de humedad contenida en las diferentes muestras, que consistió en pesar y analizar los resultados mediante cálculos matemáticos aplicando las respectivas formulas (Oliveros-Tascón, López-Valencia, Buitrago y Moreno-Cárdenas, 2014).

En la cual se procedió con el secado de la cápsula a continuación de eso procedí a pesar la capsula más la muestra (10 g) a 102 durante 30 minutos, luego

Primero se pesó la capsula sin muestra P1, después colocar las muestras (10 g) en la capsula y pesar P2 y durante 30 minutos se la mantuvo a  $102 \pm 2$  °C, una vez transcurrido el tiempo se situó la capsula en el desecador hasta alcanzar temperatura ambiente.

Fórmula para los cálculos:

$$\text{Porcentaje de humedad} = (M1 - M2) \frac{100}{M1 - M0}$$

Siendo:

M0= peso, en g, de la capsula.

M1= peso, en g, de la capsula y muestra antes del secado.

M2= peso, en g, de la cápsula y de la muestra después del secado.

#### **3.2.7.4 Determinación de potasio**

Para la determinación de potasio se procedió a pesar 1 a 3 g con (exactitud 0,1 g) de muestra de tejido vegetal seca y molida a 1 mm en un crisol 2.1, se debe incluir dos blancos de la muestra y una muestra de referencia, luego se continuo a colocar los crisoles en una mufla y lentamente se empezó a subir la temperatura de manera que alcanzara los 500 °C en dos horas, después de dejo calcinar por 4 a 8 horas a 500 °C.

A continuación, se procedió a esperar que la mufla este enfriar (temperatura ambiente), lentamente se abrió la puerta, sacando los crisoles evitando disturbar las cenizas y taparlo.

Entreabriendo la tapa, agregar cuidadosamente 1 a 2 ml de agua para humedecer las cenizas.

Agregar 10 ml de ácido clorhídrico 2 mol/L y hervir en una plancha calefactora dejando reposar las muestras en una cámara extractora de gases.

Filtrar el contenido de los crisoles a través de papel filtro con un tamaño de poro  $\leq 3 \mu\text{m}$ , recibiendo el filtrado en un matraz aforado de 50 ml o 100 ml, lavar y enjuagar con agua

Una vez obtenido el filtrado en él se podrá observar las concentraciones de potasio en las muestras calcinadas de aguacate a las distintas temperaturas.

#### **3.2.7.5 Determinación de hierro**

Para la determinación de hierro se aplicó el método MMQ-AAS-15 en la cual se utilizaron equipos de laboratorio con el fin de obtener medidas exactas.

Las cenizas obtenidas de la calcinación se le añadieron con una pipeta 2 ml de ácido clorhídrico (HCl) concentrado para disolver las cenizas en la cual se dejó

evaporar en y enfriar, posteriormente a eso se añadió 1 ml de HCl concentrado y 3.5 ml de agua destilada.

Pesamos cuantitativamente el líquido en un matraz aforado de 50 ml y después aforamos.

Para la cuantificación de hierro se procedió a filtrar la solución de cenizas y tomar alícuotas de 10 ml para desarrollar el color de acuerdo al siguiente orden: 1 ml de la solución de clorhidrato de hidroxilamina al 10% y agitar, luego 5 ml de buffer de acetatos y agitar, 1 ml de ortofenantrolina al 1% y agitar, dejándola en reposo durante 1 a 10 minutos.

Después se procedió a leer en el espectrofotómetro a 530 nm frente a un blanco preparado con agua tratada de la misma manera. Es muy importante añadir los reactivos en el orden descrito ya que la concentración de hierro se obtiene en una curva patrón preparada a partir de soluciones de sulfato ferroso amoniacal tratada de la misma manera, en concentraciones de 0,01 a 0,1 mg/ml de hierro preparando la curva de calibración a partir de la solución patrón de concentración 0,5 mg/ml.

### 3.2.8 Análisis estadístico

En el presente experimento se realizó un diseño completamente al azar (DCA), donde se evaluaron tres tratamientos con 10 repeticiones, además se aplicó el test de Tukey al 5 % de probabilidad para el estudio de sus medias.

**Tabla 5. Esquema de la varianza.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	29
Tratamientos	3
Error	27

Error estándar del análisis de la varianza.  
Valencia, 2019

## 4. Resultados

### 4.1 Tratamientos (temperaturas diferentes)

Para el proceso de deshidratación, se utilizó aguacate de variedad Hass, cuya fruta fue recolectada en el mercado “Las Esclusas” ubicado al sur de la ciudad de Guayaquil. Para la selección de la materia prima, se tomó en cuenta el grado de madurez fisiológica 3, la cual se realizó de manera visual mediante una carta colorimétrica como se muestra en el anexo de la figura 8.

El lavado de la fruta se lo realizó mediante el empleo de una disolución hipoclorito de sodio al 0.05%  $\pm$  1, en 5000 ml de agua, para desinfectar la materia prima y evitar algún tipo de contaminación durante el pelado.

Para el proceso de deshidratado, las muestras de aguacate fueron cortadas a la mitad, retirando cáscara y semilla, la pulpa fue troceada en láminas de 0,5 cm de espesor y sumergida a una solución de ácido cítrico al 1% en 1000 ml de agua destilada durante cinco minutos, con el objetivo de inhibir el pardeamiento enzimático.

Una vez controlado el pardeamiento enzimático se procedió con un escurrido de dos minutos, luego se colocaron las rebanadas de aguacate en el deshidratador de marca “Princess” con número de serie 01.112380.01.001, que cuenta con seis capas apilables y con temperaturas ajustable de dimensiones 31 x 31 x 20 cm y 230 voltios.

De acuerdo con la metodología planteada se establecieron tres tratamientos donde se emplearon las siguientes temperaturas T1= 65°C, T2= 70°C, T3=75°C  $\pm$  2°C, por cada variable tuvo 7 horas de exposición. Se deshidrataron 30 muestras de la materia prima citada anteriormente, en donde se evaluó el contenido de Humedad, Aw, pH, potasio y hierro, según el Codex Alimentarius para el aguacate

CODEX STAN 197-1995, Emd. 1-2005 (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2007).

Una vez concluido el tiempo propuesto en la metodología se pudo evidenciar, que el mismo era insuficiente para prolongar la vida útil del producto ver anexo figura 3, es por eso que revisando fuente bibliográficas e investigaciones sobre el tema propuesto, según el autor Jacho-Calderón (2014) el tiempo y la temperatura se basan en el tipo de alimento, citando como ejemplo la deshidratación de la manzana el tiempo de exposición es de 5 a 12 horas de tratamiento térmico de acuerdo con el investigador Aguilar-Guncay (2017) las condiciones ideales para lograr la deshidratación son, una masa de aire que envuelva al producto con una alta temperatura y una humedad relativa baja, con el fin de favorecer y acelerar el proceso de exposición mediante una corriente de aire, es por tal motivo que se procedió trabajar con 7 horas de exposición al tratamiento térmico, para lograr medir el porcentaje de pérdidas en sus propiedades fisicoquímicas de acuerdo la metodología propuesta, en las tablas 7,8 y 9 se muestra el tiempo utilizado y peso obtenido con sus respectivas temperaturas.

**Tabla 6. Peso y porcentaje de las repeticiones del tratamiento 1**

Tiempo y temperatura	Peso inicial	Peso final	Peso perdido	% de pérdida humedad
T1 7 horas 65°C	885 g	285g	600g	68%
T1 7 horas 65°C	885 g	280g	605g	68%
T1 7 horas 65°C	885 g	275g	610g	69%
T1 7 horas 65°C	885 g	283g	602g	68%
T1 7 horas 65°C	885 g	260g	625g	70%
T1 7 horas 65°C	885 g	280g	605g	68%
T1 7 horas 65°C	885 g	285g	600g	68%
T1 7 horas 65°C	885 g	289g	596g	60%
T1 7 horas 65°C	885 g	298g	587g	59%
T1 7 horas 65°C	885 g	269g	616g	62%

Tabla de peso inicial y final expresado en porcentaje según el tiempo, temperatura planteado en el caso de estudio.

Valencia, 2019

**Tabla 7. Tratamiento 2**

<b>Tiempo y temperatura</b>	<b>Peso inicial</b>	<b>Peso final</b>	<b>Peso perdido</b>	<b>% de perdida humedad</b>
T2 7 horas 70°C	885 g	270g	615g	69%
T2 7 horas 70°C	885 g	268g	616g	70%
T2 7 horas 70°C	885 g	265g	620g	70%
T2 7 horas 70°C	885 g	274g	611g	69%
T2 7 horas 70°C	885 g	275g	610g	68%
T2 7 horas 70°C	885 g	269g	616g	70%
T2 7 horas 70°C	885 g	270g	615g	69%
T2 7 horas 70°C	885 g	274g	611g	69%
T2 7 horas 70°C	885 g	272g	613g	69%
T2 7 horas 70°C	885 g	261g	624g	71%

Tabla de peso inicial, final, tiempo y temperatura planteada en el caso de estudio  
Valencia, 2019

**Tabla 8. Tratamiento 3**

Tiempo y temperatura	Peso inicial	Peso final	Peso perdido	% de pérdida de humedad
T3 7 horas 75°C	885 g	213g	672g	76%
T3 7 horas 75°C	885 g	229g	656g	74%
T3 7 horas 75°C	885 g	220g	665g	75%
T3 7 horas 75°C	885 g	192g	693g	78%
T3 7 horas 75°C	885 g	210g	675g	76%
T3 7 horas 75°C	885 g	200g	685g	77%
T3 7 horas 75°C	885 g	205g	680g	77%
T3 7 horas 75°C	885 g	208g	677g	76%
T3 7 horas 75°C	885 g	196g	689g	78%
T3 7 horas 75°C	885 g	200g	685g	77%

Tratamiento a 70°C con su respectivo porcentaje y su tiempo de las repeticiones.  
Valencia, 2019

#### 4.2 Pérdida de humedad

Según los promedios realizado a los análisis de laboratorio se observó que en el tratamiento T1 sometido a  $65^{\circ}\text{C} \pm 2$  con un espesor de 0,5 cm logró una pérdida de agua del 68 %, en un tiempo determinado de 7 horas, dando como resultado una humedad final del 32%.

Con el mismo tiempo y espesor, al trabajar en el T2 con una temperatura de  $70^{\circ}\text{C} \pm 2$  el porcentaje de pérdida de agua aumento al 69%, obteniendo una humedad final del 31%. Mientras que en la deshidratación T3 a  $75^{\circ}\text{C} \pm 2$  la pérdida fue de un 72%, dando como resultado final un porcentaje de humedad del 28%.

Para obtener un valor representativo de las repeticiones de cada tratamiento se procedió a calcular la media, en la que T1 a  $65^{\circ}\text{C}$  se logró una pérdida de humedad 605g, de la misma manera el T2 a  $70^{\circ}\text{C}$  el promedio es de 615g, mientras tanto que el T3 a  $75^{\circ}\text{C}$  fue de 678g para tener una mejor interpretación de los datos descrito ver figura 2.

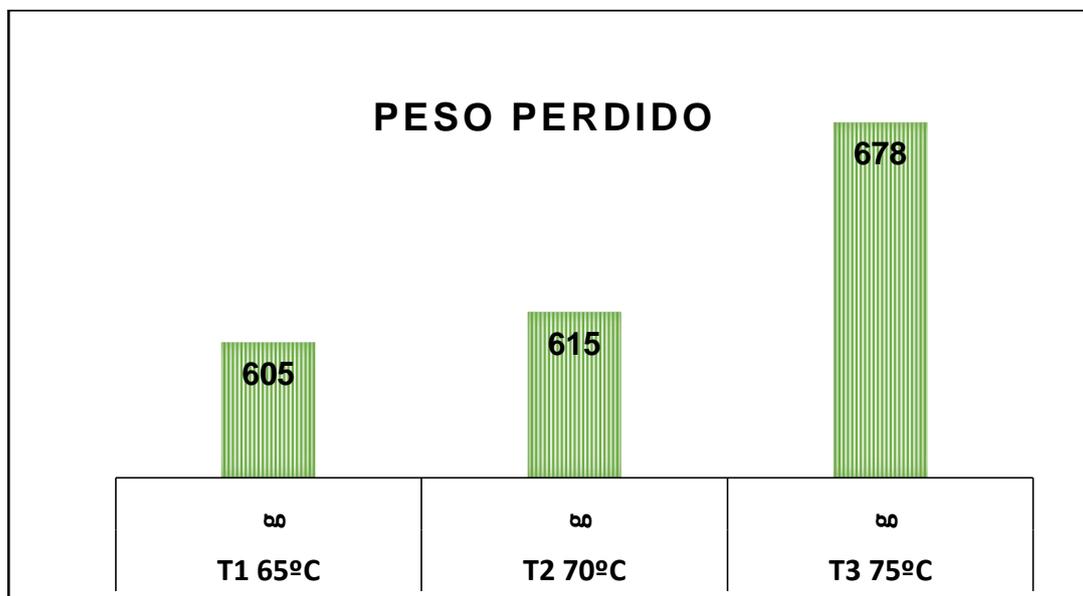


Figura 2. Promedio de humedad de los tratamientos.  
Valencia, 2019

Se procedió a realizar un diseño completamente al azar (DCA), donde se evaluaron las repeticiones de los tres tratamientos planteados mediante una prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, en la cual el alfa fue de 0,05 y el DMS = 10,28596 existiendo una deferencia mínima entre los tres tratamientos ya que el valor de ( $p > 0,05$ ) con un margen de error del 86,0519 gl: 27 (ver figura 14).

### 4.3 Propiedades fisicoquímicas pH, Aw, humedad potasio y hierro.

**Tabla 9. Repeticiones físicas**

ANÁLISIS FÍSICOS					
Tratamientos	Potencial de hidrogeno	Tratamientos	Humedad %	Tratamientos	Aw
T1	4,66	T1	8,38	T1	0,624
T1	5,88	T1	5,58	T1	0,415
T1	5,71	T1	5,56	T1	0,525
T1	4,34	T1	7,28	T1	0,435
T1	5,3	T1	5,55	T1	0,622
T1	4,35	T1	5,4	T1	0,435
T1	5,4	T1	8,3	T1	0,564
T1	5,38	T1	6,6	T1	0,438
T1	4,37	T1	2,59	T1	0,435
T1	5,32	T1	5,35	T1	0,522
T2	5,28	T2	2,58	T2	0,455
T2	4,38	T2	4,46	T2	0,336
T2	4,31	T2	4,98	T2	0,455
T2	5,81	T2	3,81	T2	0,425
T2	5,98	T2	4,99	T2	0,442
T2	4,08	T2	3,75	T2	0,565
T2	6,05	T2	4,56	T2	0,554
T2	4,09	T2	3,55	T2	0,455
T2	5,11	T2	4,2	T2	0,522
T2	5,95	T2	5,01	T2	0,424
T3	4,99	T3	3,56	T3	0,565
T3	3,88	T3	2,08	T3	0,435
T3	5,96	T3	3,14	T3	0,352
T3	4,94	T3	4,57	T3	0,422
T3	3,59	T3	3,5	T3	0,426
T3	2,75	T3	2,2	T3	0,431
T3	3,82	T3	2,98	T3	0,323
T3	3,99	T3	2,25	T3	0,464
T3	4,74	T3	3,01	T3	0,455
T3	5,68	T3	2,50	T3	0,421

Repeticiones de los análisis físicos realizados a los tratamientos.  
Valencia, 2019

**Tabla 10. Repeticiones químicas.**

<b>ANALISIS QUIMICOS</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Potasio mg/kg</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Hierro mg/kg</b>
T1	162,1	T1	13,34
T1	152,83	T1	14,58
T1	153,56	T1	16,35
T1	166,8	T1	15,34
T1	142,01	T1	17,58
T1	132,04	T1	16,35
T1	151,82	T1	17,23
T1	121,84	T1	18,52
T1	114,5	T1	16,09
T1	141,92	T1	13,15
T2	183,58	T2	14,34
T2	161,89	T2	11,45
T2	141,8	T2	12,23
T2	112,12	T2	14,01
T2	133,56	T2	15,05
T2	142,21	T2	12,01
T2	121,54	T2	12,04
T2	120,83	T2	14,25
T2	121,06	T2	11,76
T2	122,2	T2	15,08
T1	162,1	T1	13,34
T1	152,83	T1	14,58
T1	153,56	T1	16,35
T1	166,8	T1	15,34
T1	142,01	T1	17,58
T1	132,04	T1	16,35
T1	151,82	T1	17,23
T1	121,84	T1	18,52
T1	114,5	T1	16,09
T1	141,92	T1	13,15

Repeticiones de los análisis químicos realizados a los tratamientos.  
Valencia, 2019

#### 4.4 Promedio del potencial de hidrógeno (pH).

**Tabla 11. Resultado del pH.**

Tratamientos	Ensayos/realizados	Unidad	Resultados/ promedio	Métodos/Ref.
T1 65°C	pH	-	5,07	AOAC20TH934. 02
T2 70°C	pH	-	5,10	AOAC20TH934. 02
T3 75°C	pH	-	4,43	AOAC20TH934. 02

Promedio de repeticiones en cada tratamiento según el análisis físico de pH Valencia, 2019

Los resultados obtenidos de las repeticiones realizadas al producto objeto de estudio se evidenciaron que a temperaturas de  $65\text{ °C} \pm 2$  para el tratamiento T1 el pH es de 5,07 y en niveles de  $70\text{ °C} \pm 2$ , T2 el pH se presenta en 5,10 por otra parte en el tratamiento T3 a  $75\text{ °C} \pm 2$  el pH desciende a 4,43, ver figura 3.

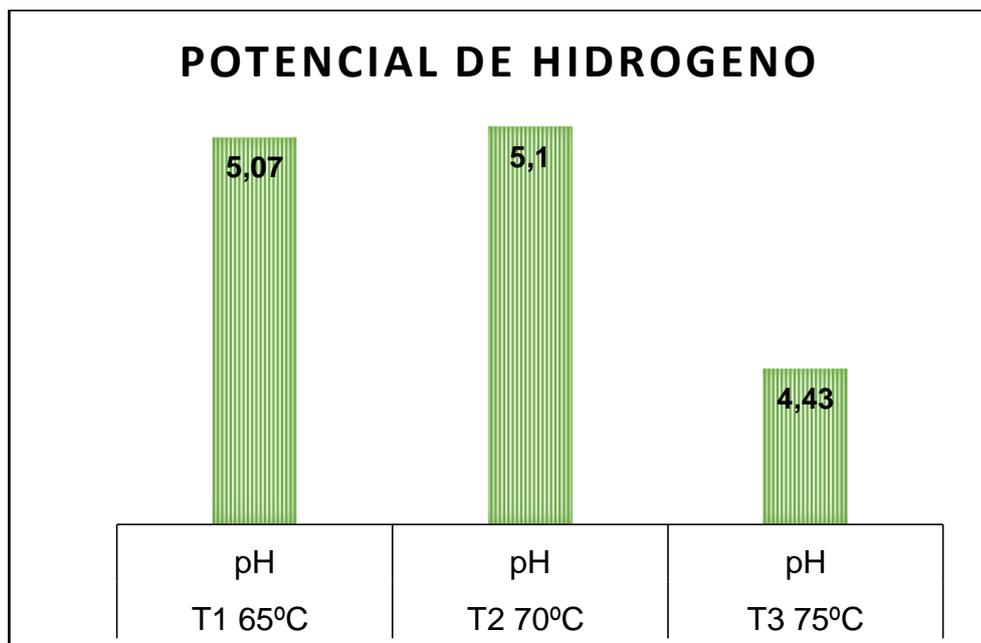


Figura 3. Análisis potencial de hidrogeno (pH).  
Valencia, 2019

Según el método de Tukey los valores de la media se presentó con una letra común para el pH, en los tratamientos dos y tres (b) mientras que el T1 a 65°C se manifestó con (a) pero sin embargo estos valores no fueron significativamente diferente dado que el valor de ( $p > 0.05$ ), tal y como se muestra en anexos figura 15.

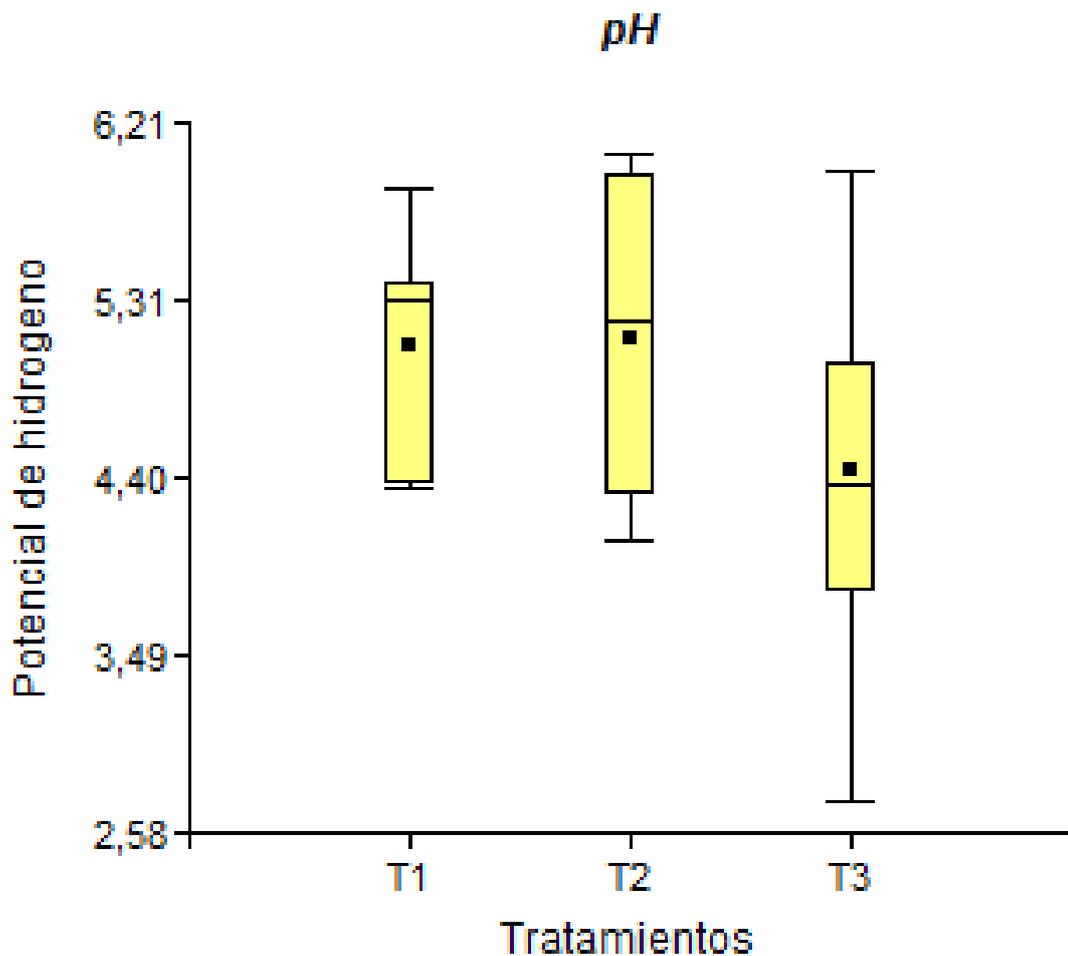


Figura 4. Repeticiones térmicas de cada tratamiento  
Valencia, 2019

En esta gráfica se muestra las repeticiones térmicas de cada tratamiento, reflejando que para el T1 los valores son diferentes, existiendo mayor concentración en los T2 y T3 a temperaturas más altas en cuanto al pH y el porcentaje de humedad.

**Tabla 12. Promedios del % de Humedad.**

Tratamientos	Ensayos/realizados	Unidad	Resultados	Métodos/Ref.
T1 65°C	Humedad	%	6,06	ISO 1026:1982
T2 70°C	Humedad	%	4,19	ISO 1026:1982
T3 75°C	Humedad	%	2,98	ISO 1026:1982

Determinación de humedad de cada tratamiento según el análisis de Tukey.  
Valencia, 2019

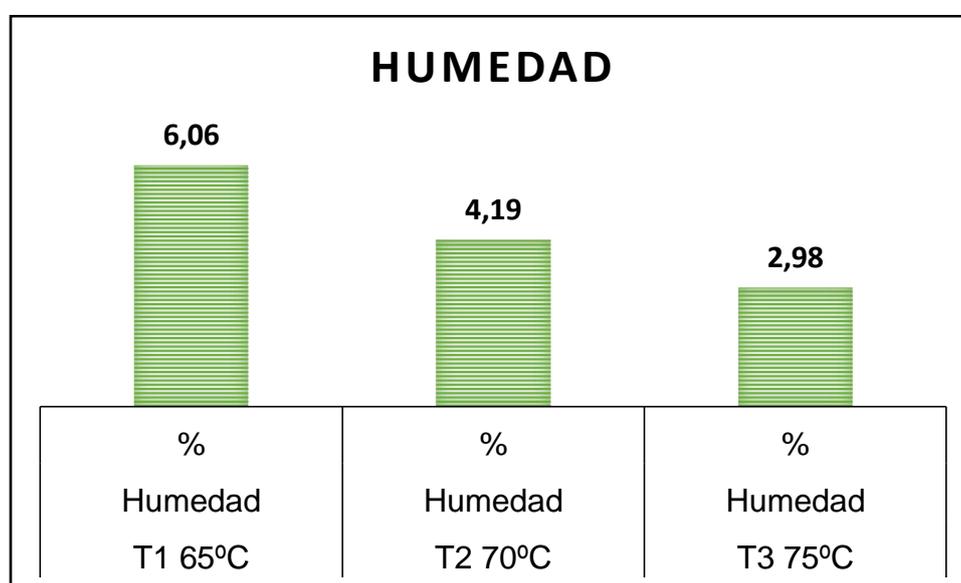


Figura 5. Humedad del aguacate Hass deshidratado  
Valencia, 2019

Mediante un análisis estadístico realizado a las repeticiones se evidenció que si hay diferencias significativas en cuanto a los tratamientos dos y tres ya que estos presentaron una letra en común (a), a diferencia del T1 que se manifestó con una letra (b) (ver anexo figura 16).

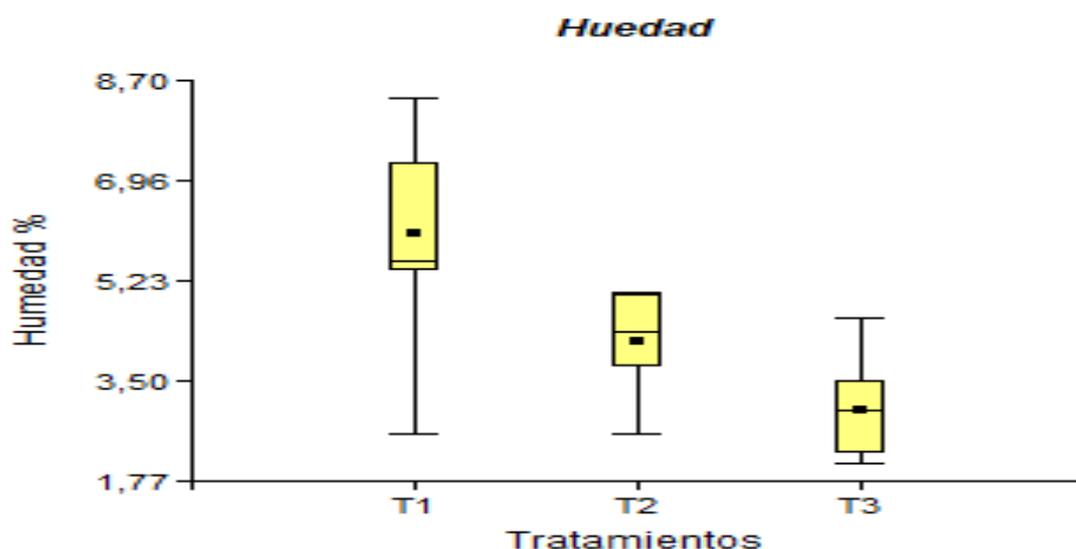


Figura 6. Repeticiones térmicas de cada tratamiento del análisis de humedad Valencia, 2019

La gráfica de caja muestra las repeticiones térmicas de cada tratamiento reflejando que para el T1 los valores de humedad son diferentes, existiendo mayor pérdida en los T2 y T3 a temperaturas más altas.

#### 4.5 Actividad de agua (Aw).

**Tabla 13. Promedio de Aw.**

Tratamientos	Ensayos/realizados	Unidad	Resultados	Métodos/Ref.
T1 65°C	Aw	-	0,50	AWhandheldHp23A
T2 70°C	Aw	-	0,46	AWhandheldHp23A
T3 75°C	Aw	-	0,43	AWhandheldHp23A

Métodos de ensayo utilizados en los tratamientos térmicos para la determinación de actividad de agua (Aw).  
Valencia, 2019

Las propiedades geológicas de un alimento dependen del contenido de agua en el producto, aun cuando el mismo influye definitivamente en las reacciones enzimáticas y metodológicas del propio alimento (Badui-Dergal, 2015).

La actividad de agua del aguacate se determinó mediante el método expuesto en la tabla 14, en la que se obtuvieron valores de acuerdo al análisis de Tukey al 5% de cada tratamiento térmico siendo los siguientes como se visualiza en la figura 17.

Para el primer tratamiento T1 a  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  el contenido de Aw fue de 0,50; mientras que para temperatura del T2 a  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  se pudo evidenciar una Aw del 0,46; y por último en el tratamiento T3 a  $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  dio como resultado una Aw de 0,43 como se muestra en la figura 7 mediante barras.

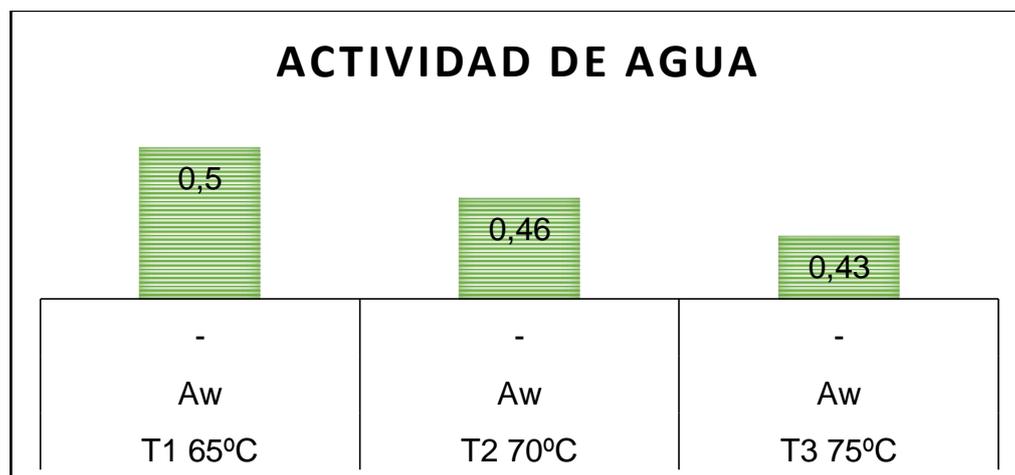


Figura 7. Actividad de agua (Aw)  
Valencia, 2019

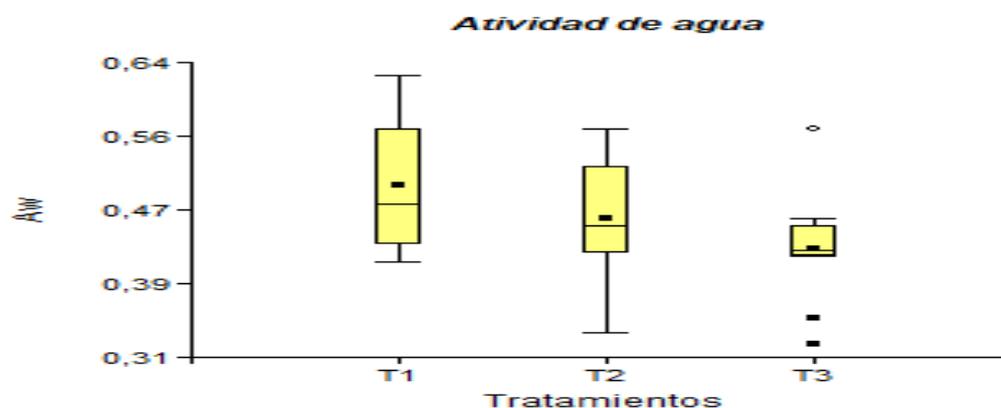


Figura 8. Repeticiones térmicas de cada tratamiento del análisis de Aw  
Valencia, 2019

Por medio de una gráfica de caja se muestran las repeticiones térmicas de cada tratamiento reflejando que para el T1 los valores de la  $A_w$  se manifiestan poco alterados en comparación con los T2 y T3 a temperaturas más altas.

#### 4.6 Potasio

**Tabla 14. Promedio de potasio**

Tratamientos	Ensayos/realizados	Unidad	Resultados	Métodos/Ref.
T1 65°C	Potasio	mg/kg	143,94	AOAC20TH985.35
T2 70°C	Potasio	mg/kg	136,08	AOAC20TH985.35
T3 75°C	Potasio	mg/kg	115,35	AOAC20TH985.35

Análisis de las repeticiones de cada tratamiento planteado  
Valencia, 2019

Para el tratamiento T1 a 65°C el promedio en la determinación de potasio fue 143,94 mg/kg y en el tratamiento T2 a 70°C el resultado es de 136,08 mg/kg; mientras que para el proceso T3 a 75°C dio como resultado 115,35 mg/kg. Estos valores fueron expresados en una figura de barra para lograr una mejor interpretación de la variación del promedio entre los tratamientos, tal y como se muestra en la figura 9.

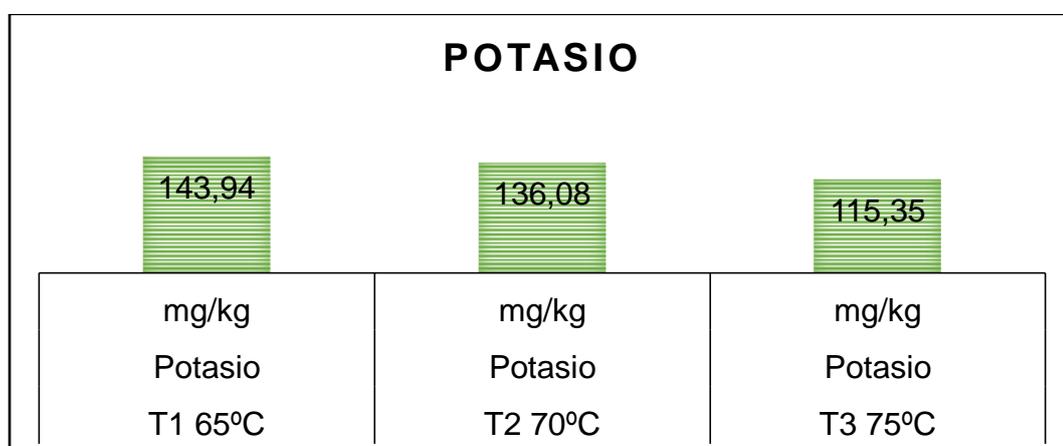


Figura 9. Promedio de potasio mediante graficas estadísticas  
Valencia, 2019

Se realizó un análisis estadístico (DCA) en la cual se reflejaron diferencia significativa entre las repeticiones del tratamiento T3 a 75°C con una letra diferente (a) efectuada en comparación a los tratamientos T1 y T2 con una letra en común (b) (ver anexo figura 18).

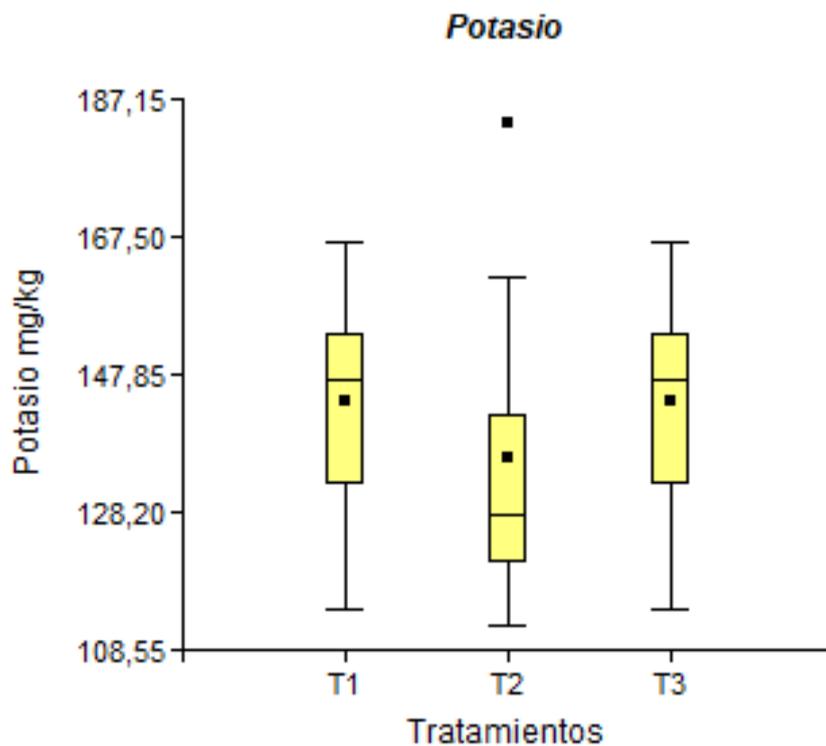


Figura 10. Gráfica de determinación de potasio a los tres tratamientos Valencia, 2019

Según la gráfica de caja se pudo evidenciar que para las repeticiones térmicas de cada tratamiento reflejaron en el T1 y T2 los valores de potasio se conservaron mayoritariamente a diferencia que en el T3 que se manifestó con mayor alteración.

#### 4.7 Hierro

**Tabla 15. Resultados del Hierro.**

Tratamientos	Ensayos/realizados	Unidad	Resultados	Métodos/Ref.
T1 65°C	Hierro	mg/kg	15,85	AOAC20TH 999.11
T2 70°C	Hierro	mg/kg	13,22	AOAC20TH 999.11
T3 75°C	Hierro	mg/kg	10,74	AOAC20TH 999.11

Promedio de las repeticiones de cada tratamiento del hierro

Valencia, 2019

En la determinación de hierro los análisis se mostraron que para el proceso térmico T1 a 65°C  $\pm$  2 un valor de 15,85 mg/kg, para el tratamiento T1 70°C  $\pm$  2 el hierro dio 13,22 mg/kg y mientras que T3 a 75°C  $\pm$  2 se manifestó un resultado de 10.74 mg/kg (ver figura 11).

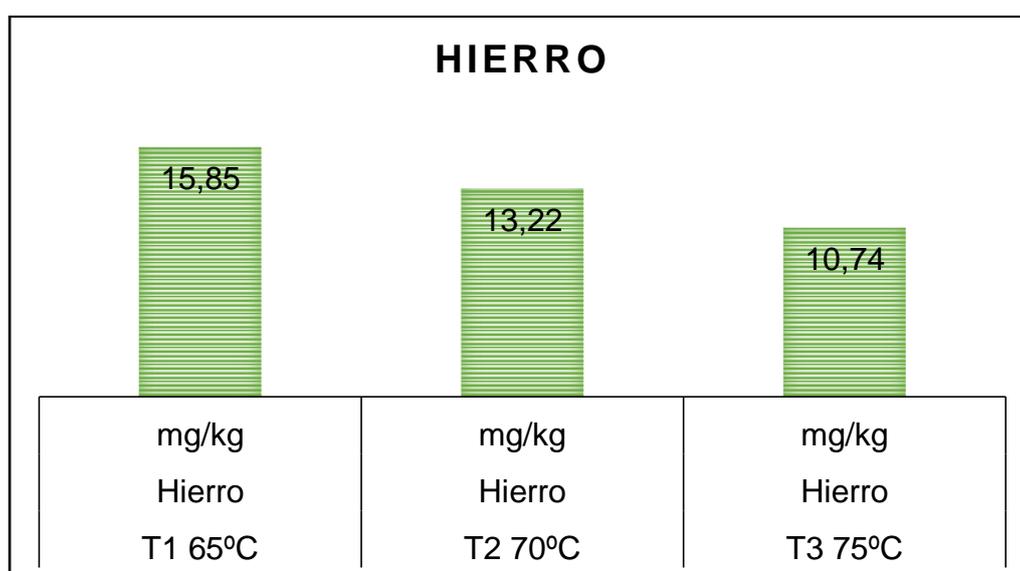


Figura 11. Interpretación del hierro mediante gráfica estadística  
Valencia, 2019

El diseño completamente al azar (DCA), que se realizó a los tratamientos planteados en la metodología refleja que, si existe diferencia significativa según el test de Tukey al 5 %, tal y como se muestra en anexos (figura 19).

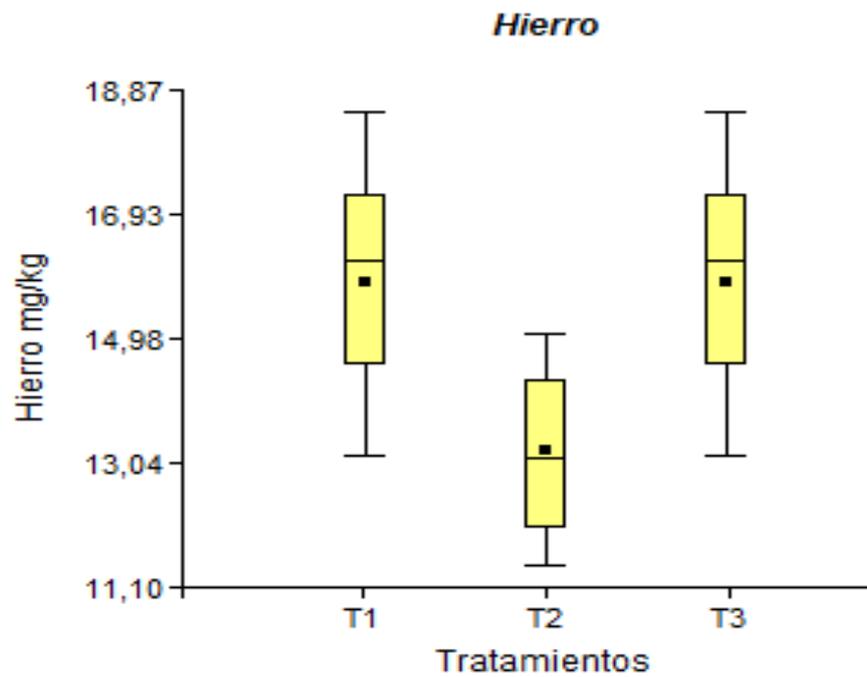


Figura 12. Determinación de hierro de los tres tratamientos a analizar Valencia, 2019

Según la gráfica de caja se evidencia que para el T1 y T3 los cuartiles (Q1, Q3) en cuanto a la media acercándose al valor mínimo a diferencia del T2 que el Q2 se encuentra más cerca de la media pero hacia valores máximo en cuanto al hierro.

#### 4.8 Comparar las propiedades fisicoquímicas del producto fresco y deshidratado.

**Tabla 16. Análisis fisicoquímico del producto fresco y deshidratado.**

Análisis	T1 65°C	T2 70°C	T3 75°C	Aguacate Hass fresco
Humedad	6,06%	4,19%	2,18%	58%
Aw	0,50	0,46	0,43	0.885
pH	5,07	5,10	4,43	5.5
Potasio	143,94 mg/kg	136,08 mg/kg	115,35 mg/kg	345 mg/kg
Hierro	15,85 mg/kg	13,22 mg/kg	10,74 mg/kg	214 mg/kg

Promedios de todos los tratamientos y repeticiones de los análisis químicos  
Valencia, 2019

Los análisis obtenidos durante el proceso de deshidratación dieron como resultado final un pH, para el tratamiento T1 a 65°C de 5.07 mientras que para el tratamiento T2 a 70°C fue de 5.10 y para el T3 a 75 un pH de 4.43 en relación con el estado fresco 5,5.

En la Actividad de agua (Aw) el aguacate deshidratado presentó en el T1 a 65°C 0.50 y para T2 a 70°C 0.46, y por último T3 a 75°C se manifestó con una Aw de 0.43, en comparación al estado fresco 0.885.

La humedad en T1 65°C fue de 6,06% comportándose diferente el T2 a 70°C con una humedad de 4,19% y por último el T3 a 75°C fue de 2.98% en relación con el estado natural que era del 58%.

Para los minerales como potasio en el T1 a 65°C resultó de 143.94 mg/kg, en el T2 a 70°C se manifestó con 136.08 mg/kg, mientras que para el T3 a 75°C presentó un valor de 115.35 mg/kg frente a la materia prima que presentaba 345 mg/kg.

Los análisis de hierro para el T1 a 65°C fue de 15,85 mg/kg durante la exposición en el T2 a 70°C el hierro se comporta con valores de 13,22 mg/kg y totalmente diferente en el T3 a 75°C con 10,74 mg/kg frente al producto en estado natural de 214 mg/kg.

## 5. Discusión

### 5.1 Tratamientos (temperaturas diferentes) para deshidratar muestras de aguacate Hass (*Persea americana Mill*).

Hernández-Ruiz (2017) en un estudio sobre la deshidratación por el método de corriente y aire forzado a temperaturas de 55°C y 70°C se obtuvieron peso de 49 ± 1% 55°C y para 70°C 31 ±1 % mientras que en la investigación planteada en el caso de estudio a temperaturas de 65°C, una humedad final promedio de toda las repeticiones de 6,06 ± 1%, y en el tratamiento a 70°C 4.19 ±1 % de esta manera coincidiendo en el contenido final de humedad, y por ultimo a 75°C 2,98 ±1 %.

Puente, Lastreto, Mosquera, Saavedra & Cordova (2010) en una investigación evidenciaron que conforme se incrementaba la concentración, en la deshidratación osmótica mayor era la pérdida de humedad, para un tiempo de (6hrs.) en la cual se alcanzaron varios niveles en cuanto a la disminución de agua, siendo la mayor la correspondiente a 50°Brix (16.7 %) respecto de 40 y 30°Brix (12.01 % y 6.13 %respectivamente.

Tomando como referencia estas concentraciones antes mencionada en los resultados obtenidos se pudo evidenciar que el T1 a temperaturas de 65°C se obtuvo una pérdida de humedad del 68% y una disminución en el T2 a temperaturas de 70 °C con una humedad perdida de 69%, a diferencia del T3 a 75°C se pudo constatar una reducción de humedad del 72% en tiempo constate para los tres tratamientos de 7 horas.

### 5.2 Propiedades fisicoquímicas

En este caso de estudio la deshidratación del aguacate (*Persea americana Mill*) a 65°C para la determinación de sus propiedades fisicoquímicas según el análisis de Tukey realizado a las repeticiones al primer tratamiento T1 a 65°C fue de 5,07

pH, humedad 6,06%, Aw 0,50, 143,94 mg/kg potasio y 15.85 mg/kg de hierro. El segundo T2 a 70°C se obtuvo valores de 5,10 en cuanto al pH, humedad 4.19%, Aw 0,46 potasio 136,08mg/kg y 13,22 mg/kg en hierro. En cuanto el tercer T3 a 75°C tenemos como consecuencia del proceso de deshidratación los siguientes datos 4,43 pH, humedad 2,98%, Aw 0,43 potasio 15,35 mg/kg y 10,74 mg/kg para hierro.

Esto datos se asemejan en algunos resultados obtenidos por Telenchana, Valladares y Hernández (2017), los cuales realizaron la caracterización de las propiedades fisicoquímicas encontrando rangos del Aw entre 0 a 1, en donde los valores que se encuentran de 0.01 a 0.099 la actividad de agua está dentro del rango establecido.

### **5.3 Propiedades fisicoquímicas del producto fresco y deshidratado**

El estudio estadístico reveló que las propiedades físicas y químicas analizadas demostraron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en cuanto al análisis realizado al producto deshidratado, puesto que tiende a modificar la temperatura sus propiedades fisicoquímicas tales como pH, Aw, humedad, potasio y hierro.

Rodríguez (2014) indicó que los componentes fisicoquímicos antes mencionados tienden a ser modificados por las múltiples variables de procesamiento en cuanto al tiempo y temperatura, mismos que fueron analizados mediante un análisis estadístico en donde el resultado la prueba de Tukey arrojó valores significativo ( $p < 0.05$ ). García-Patermina, Alvis-Bermudez y García-Mogollon (2015) evaluaron el efecto de secado en distintos procesos en la cual utilizaron una deshidratación combinado (70 °C en una estufa tipo bandeja y al sol con una humedad del 80%) temperaturas que se asemejan a las empleadas en nuestro caso de estudio.

## 6. Conclusión

En el presente caso de estudio se procedió a evaluar el efecto de deshidratación del aguacate, mediante tratamientos térmicos (temperaturas diferentes) en la cual se evidenció que en el tratamiento T1 a 65°C el pH, potasio y hierro sufrieron menos cambios fisicoquímicos a diferencia del T2 y T3. Pero sin embargo en la humedad y actividad de agua ( $A_w$ ) el mejor fue el T3 a 75°C.

El pH en el tratamiento T1 se conservó de mejor manera en relación al tratamiento T3 que se fue concentrando a mayor temperatura, pero favoreciendo en el contenido de humedad y actividad de agua ( $A_w$ ).

En cuanto a los minerales como el hierro y potasio se constató que existieron alteraciones de reducción en el T3 con mayor severidad a diferencia de los T1 y T2.

## **7. Recomendaciones**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda el tratamiento T3 a 75°C, en vista de que presenta mejores condiciones en cuanto a parámetros fisicoquímicos como pH, humedad, Aw, potasio y hierro.

Si se desea efectuar una futura comercialización de snack a partir de las rebanadas de aguacate deshidratado, se recomienda estimar el tiempo de vida útil en anaquel.

Con respecto al pardeamiento enzimático se recomienda realizar un escaldado para inactivar la enzima poli-fenol oxidasa y tener una mejor apariencia del producto final.

## 8. Bibliografía

- Aguilar-Guncay, I. (2017). *Optimización del proceso de secado en pastas alimenticias* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28690/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Alava, H., Rojas, S., Huaccha, K., Cabrera, J., & Bazan, E. (2013). Optimización de humedad y textura en snacks de manzana, evaluando espesor y temperatura de secado. *Escuela de Ingeniería Agroindustriales*, 3(2), 91-100. Recuperado de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/501>
- Alvarado-Bawab, M. (2017). Estudio del proceso de secado de fresa. *Prospect*, 15(1), 29-34. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v15n1/1692-8261-prosp-15-01-00029.pdf>
- Badui-Dergal, S. (2015). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. Mexico: Pearson Educación.
- Basantes-Morales, E. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Ecuador: ESPE. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Bernal, J., Díaz, C., Osorio, C., Tamayo, A., Osorio, W., & Córdoba, O. (2015). Actualización tecnológica y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. *DANEC*, 1-110. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408018.pdf>

- Buevas-Salgado, G., Patiño-Gómez, J., & Cano-Salazar, J. (2017). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate Hass (*Persea americana Mill*) utilizando tratamiento enzimático. *Lasallista de Investigación*, 9(2), 138-150. Recuperado de <https://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/343/0>
- Caballero, B., Márquez, C., & Betancur, M. (2017). Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (*Capsicum pubescens R & P*) con o sin semilla. *Bioagro*, 29(3), 225-234. Recuperado de <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v29n3/art08.pdf>
- Cañas-Gutiérrez, G., Galindo-López, L., Arango-Isaza, R., & Saldamando-Benjumea, C. (2013). Diversidad Genética de cultivares de aguacate (*Persea americana*). *Chapingo Serie Horticultura*, 2, 143-147. doi:[Http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i1.16936](http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i1.16936)
- Carrillo-Inungaray, M., y Reyes-Munguía, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 2-23. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063620>
- Chávez-Ortiz, J., Leiva-Tafur, D., & Corroto, F. (2016). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. *Ciencias Amazónicas*, 6(1), 16–27. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5608573>
- Choque-Mendoza, S. L., & Corrilla Huaman, G. P. (2015). *Imfluencia de la temperatura del aire de entrada y las concentraciones de maltrodextrina en la humedad final y contenido de antocianinas en el secado por atomización*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1229>

- Coello-Macías, M. (2015). *Estudio de factibilidad económica del aguacate (Persea americana Mill variedad Hass) en la provincia de Santa Elena, con fines de exportación al mercado de Estados Unidos* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3717/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-18.pdf>
- Concha-Tito, C., Roman-Alvarado, J., & Veliz-Meza, M. (2018). *Evaluación de diseño del proyecto de la asociación de productores agrícolas Santa Elena para la instalación de sistema de riego por goteo para cultivos de exportación (Quinoa, paprika) en el distrito de supe, Barranca, entre 2013 y 2018* (Tesis de pregrado). Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13141/CONCHA\\_TITO\\_ROMAN\\_ALVARADO\\_VELIZ\\_MEZA\\_EVALUACION\\_DE\\_PRODUCTORES\\_AGRICOLAS\\_SANTA\\_ELENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13141/CONCHA_TITO_ROMAN_ALVARADO_VELIZ_MEZA_EVALUACION_DE_PRODUCTORES_AGRICOLAS_SANTA_ELENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cornejo-Huaranca, I., y Morales-Castro, M. (2018). *Introducción de la Producción de Palta en la economía de las Familias Campesinas de Ivin y Huantaro, distrito de Chinchaypujio, Provincia de Anta 2014- 2018* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/2403>
- Correa, J., Rasia, M., Mulet, A., & Cárcel, J. (2017). Influence of ultrasound application on both the osmotic pretreatment and subsequent convective drying of pineapple (subsequent convective drying of pineapple). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 41, 284-291. Recuperado de <https://scihub.bban.top/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856416306725>

- Demin, P. (2014). *Aportes para el mejoramiento de los sistemas de riego*. INTA, Catamarca. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_aportesparaelmejoramientodel\\_manejo\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_riego.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportesparaelmejoramientodel_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf)
- El Telégrafo. (20 de Febrero de 2016). *Variedades de estas frutas producidas en el país*. El Telégrafo: Recuperado de <https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/los-cultivos-de-aguacate-se-extienden-por-los-valles-templados-de-la-serrania>
- Fito-Maupoy, P., Andrés-Grau, A., Barat-Baviera, J., & Albors-Sorolla, A. (2016). *Introducción al secado de alimentos*. València: Universidad politecnica de València. Recuperado de [https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC\\_4092\\_02\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true)
- Gallo-García, L., Tirado-Armesto, D., & Acevedo-Correa, D. (2015). Deshidratación Osmótica. *Recitela*, 15(1), 1-11. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/293942449\\_Articulo\\_de\\_Revision\\_DESHIDRATACION\\_OSMOTICA\\_UNA\\_REVISION](https://www.researchgate.net/publication/293942449_Articulo_de_Revision_DESHIDRATACION_OSMOTICA_UNA_REVISION)
- García-Huamán, F., Bejarano-Luján, D., Paredes-Quiroz, L., Vega-Rojas, R., & Encinas-Puscán, J. (2018). La deshidratación osmótica mejora la calidad de Ananas comosus deshidratada. *Scientia Agropecuaria*, 9(3), 349 – 357. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n3/a06v9n3.pdf>
- García-Mogollon, C., Sierra-Bautista, M., & Miranda-Ramos, L. (2016). Modelado de la Cinética de Secado en Microondas de Ñame. *Información Tecnológica*,

- 27(1), 61-68. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v27n1/art08.pdf>
- García, M., Alvis, A., y García, C. (2015). Evaluación de los Pretratamientos de deshidratación osmótica y microondas en la obtención de hojuelas de mango (Tommy Atkins). *Información tecnológica*, 26(5), 1-8. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n5/art09.pdf>
- García-Pereira, A., Muniz-Becerá, S., Hernández-Gómez, A., González, L., & Fernández-Valdés, D. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(1), 62-69. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542013000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000100011)
- Hernández-Ruiz, Y. (2017). *Deshidratación de manzanas tipo Granny Smith en ventana refractiva con pretratamiento de deshidratación osmótica y campo eléctrico moderado* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23645/3560900258387UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera-González, J., Salazar-García, J., Martínez-Flores, S., y Ruiz-García, H. (2017). Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento. *Fitotecnia Mexicana*, 40(1), 1-11. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61051194007>
- Jacho-Calderón, J. (2014). *Propuesta de aplicación de la metodología de las 9"S" en la microempresa PROVIDERSA* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://biddigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8882/1/CD-5957.pdf>

- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (2010). *Sanidad e inocuidad alimentaria*. Quito: LORSA. Recuperado de <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/pacha/wp-content/uploads/2011/04/LORSA.pdf>
- Lijasz, E. (2003). *Aguacate: Palta colecccion tierra americana (cocina)*. México: Panamericana. Recuperado de [http://books.google.com.ec/books?id=SjTbtFabKN4C&dq=taxonomia+del+aguacate&source=gbs\\_book\\_similarbooks](http://books.google.com.ec/books?id=SjTbtFabKN4C&dq=taxonomia+del+aguacate&source=gbs_book_similarbooks)
- Macas, G. (2012). *Estudios de las características de calidad de pre y poscosecha en dos variedades de aguacate (Persea americana Mill) provenientes de dos localidades de la provincia de Pichincha*. Quito: INIAP. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bistream/41000/986/1/iniapscP.M113e2012.pdf>
- Marín, E., Lemus, R., Flores, V., & Vega, A. (2006). La rehidrtación de alimentos deshidrtados. *Chilena de Nutrición*, 33(3), 1-19. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/469/46914636009.pdf>
- Martínez-Guzman, M. (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua*. Honduras: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/fileadmin/userupload/AGRONoticias/docs/Tecnologiasparaelusosostenibledelagua.pdf>
- Murillo-Rodriguez, F., & González-Baquerizo, L. (2016). *Procesamiento y evaluacion de los parámetro de la fruta Ficus carica ( higo), refreido a la conserva, troceado, deshidratado, empacado al vacío y congelado* (Tesis de pregrado). Recuperado de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18848/1/tesis%20leonardo-felix.pdf>

Ochoa-Reyes, E., Ornelas-Paz, J., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J., Guevara-Arauz, J., & Aguilar, C. (2012). Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Ciencias Biológicas y de la Salud*(15). Recuperado de <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/148>

Oliveros-Tascón, C., López-Valencia, L., Buitrago, C., & Moreno-Cárdenas, E. (2014). Determinación del contenido de humedad del café durante el secado en los silos. *Cenicafé*, 61(2), 108-118. Recuperado de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/488/1/arc061%2802%29108-118.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2007). *Frutas y Hortalizas Frescas*. Roma: Codex Alimentarius. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a1389s.pdf>

Orrego-Alzate, C. (2003). *Procesamiento de alimentos*. Colombia: UNC. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=u5IWOJlhKAoC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=u5IWOJlhKAoC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Pardo-Martínez, G., & León-Gómez, N. (2019). *Proyecto productivo de aguacate Hass tipo exportación* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5038>

Paz-Echeverría, M. (2005). *Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Montevideo. UNESCO, Recuperado de

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>

Peña-Urquiza, L., Rebollar-Rebollar, S., Callejas-Juárez, N., Hernández-Martínez, J., & Gómez-Tenorio, G. (2015). Análisis de variabilidad económica para la producción comercial de aguacate Hass. *Mexicana de Agronegocios*, 36, 1325-1338. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408018.pdf>

Pérez-Velásquez, A., & Quicio-Balladares, R. (2016). *Las Exportaciones de Café y su Impacto en el Crecimiento del PBI en la Región Lambayeque 2001-2013* (Tesis de pregrado). Recuperado de

<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/863>

Puente, L., Lastreto, S., Mosquera, M., Saavedra, J., & Cordova, A. (2010). Influence of osmotic pretreatment on the hot air drying of granny smith apple.

*FAC.NAC.MINAS*, 77(164), 274-283. Recuperado de

[https://www.researchgate.net/publication/262438081\\_Influence\\_of\\_osmotic\\_pretreatment\\_on\\_the\\_hot\\_airdrying\\_of\\_Granny\\_Smith\\_apple](https://www.researchgate.net/publication/262438081_Influence_of_osmotic_pretreatment_on_the_hot_airdrying_of_Granny_Smith_apple)

Restrepo-Duque, A., Londoño-Londoño, J., González-Álvarez, D., Benavides-Paz, Y., & Cardona-Salazar, L. (2012). Comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido por fluidos supercríticos y métodos convencionales: una perspectiva desde la calidad. *Lasallista de Investigación*, 9(2), 151-161. Recuperado de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1794-44492012000200016](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-44492012000200016)

Rodríguez, A. (2014). *Convectivo por aire caliente microondas para la deshidratación de frutos del bosque* (Tesis doctoral). Recuperado de

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34108/Documento\\_completo\\_.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34108/Documento_completo_.pdf?sequence=1)

Ruiz-Ruiz, M., Cortes-Rodríguez, M., & Gil-Gonzalez, J. (2017). Estabilidad del polvo de aguacate adicionado con componentes activos durante el almacenamiento. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, (2), 42-51. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe2/1692-3561-bsaa-15-spe2-00042.pdf>

Sánchez, R. (2013). *Estimación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos en el valle Bonaerense del río Colorado*. Ecuador: INTA. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-ascasubi-requerimientos\\_hdricos\\_en\\_el\\_vbrc.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-ascasubi-requerimientos_hdricos_en_el_vbrc.pdf)

Silva, W., Gómez, P., Viera, W., Sotomayor, A., Viteri, P., & Ron, L. (2016). Selección de líneas promisorias de naranjillas para mejorar la calidad de la fruta. *Ecuador es calidad*, 3, 23-30. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4837/1/iniapscR2016v3p23.pdf>

Telenchana, C., Valladares, B., & Hernández, A. (2017). *Caracterización físico-química y sensorial de láminas de fruta complementadas con polen* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://hdl.handle.net/11036/6073>

Valderrama-Solar, C. (2013). Plan de negocios-Aguacate o Palta: Características técnicas, factores de comercialización exportación, ficha de exportación, diagramas actividades, flujos de procesos productivos, rendimientos, costos (Tesis de pregrado). Recuperado de [https://www.academia.edu/10344552/PLAN\\_DE\\_NEGOCIOS-](https://www.academia.edu/10344552/PLAN_DE_NEGOCIOS-)

AGUACATE\_O\_PALTA\_CHARACTERÍSTICAS\_TÉCNICAS\_FACTORES\_D  
E\_COMERCIALIZACION-EXPORTACION\_DIAGRAMAS-  
ACTIVIDADES\_FLUJOS\_DE\_PROCESOS\_PRODUCTIVOS\_RENDIMIEN  
TOS\_COSTOS\_

Zapata, J., Restrepo-Suárez, A., & Arias, L. (2016). Cinética de la Deshidratación Osmótica del Aguacate (*Persea americana*), y Optimización del Color por Medio de Superficies de Respuesta. *La serena*, 27(4), 17-32. doi:10.4067/S0718-07642016000400003

## 9. Anexos

### 9.1 Anexo 1. Información complementaria

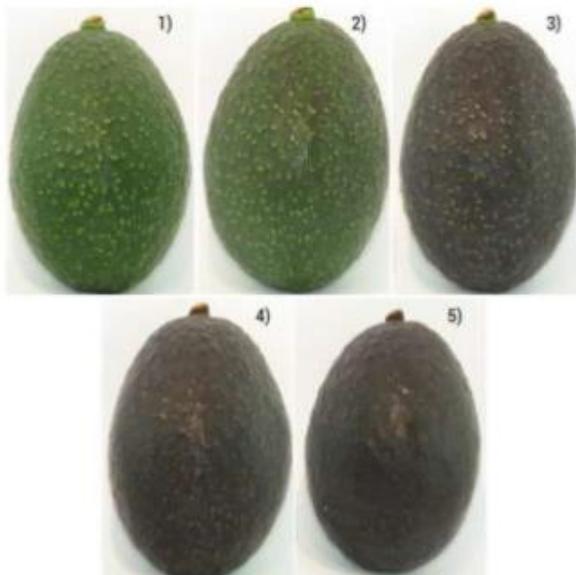


Figura 13. Carta colorimétrica del aguacate Hass (*Persea americana Mill*)  
Herrera, Salazar, Garcias , y Martinez, 2017

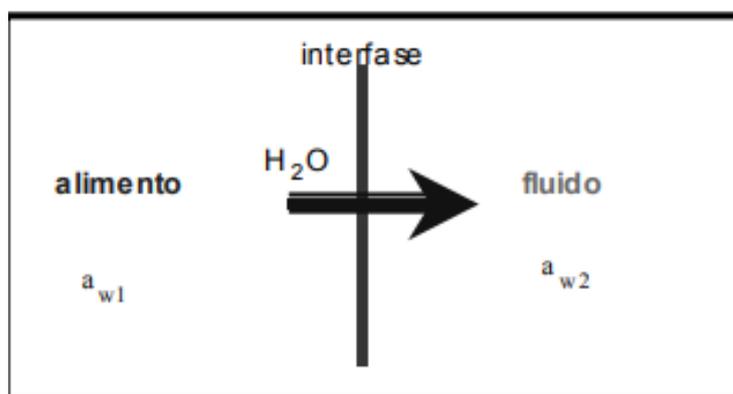


Figura 14. Esquema de las fases alimento-fluido durante la deshidratación  
Fito-Maupoy et al., 2016

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	30	0,93	0,93	1,47

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31242,07	2	15621,03	181,53	<0,0001
PESO PERDIDO	31242,07	2	15621,03	181,53	<0,0001
Error	2323,40	27	86,05		
Total	33565,47	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,28596

Error: 86,0519 gl: 27

PESO PERDIDO	Medias	n	E.E.
T1	604,60	10	2,93 A
T2	615,10	10	2,93 B
T3	677,70	10	2,93 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 15. Análisis de varianza perdida de humedad Valencia, 2019

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Potencial de hidrogeno	30	0,14	0,07	16,86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,85	2	1,43	2,12	0,1401
Tratamientos	2,85	2	1,43	2,12	0,1401
Error	18,20	27	0,67		
Total	21,06	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91046

Error: 0,6742 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	4,43	10	0,26 A
T1	5,07	10	0,26 A
T2	5,10	10	0,26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 16. Potencial de hidrogeno Valencia, 2019

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Humedad %	30	0,57	0,54	26,45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	48,16	2	24,08	17,70	<0,0001
Tratamientos	48,16	2	24,08	17,70	<0,0001
Error	36,73	27	1,36		
Total	84,89	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,29329

Error: 1,3604 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	2,98	10	0,37 A
T2	4,19	10	0,37 A
T1	6,06	10	0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 17. Determinación de humedad Valencia, 2019

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Aw	30	0,16	0,10	15,43

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	2	0,01	2,53	0,0983
Tratamientos	0,03	2	0,01	2,53	0,0983
Error	0,14	27	0,01		
Total	0,16	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07950

Error: 0,0051 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	0,43	10	0,02 A
T2	0,46	10	0,02 A
T1	0,50	10	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Figura 18. Actividad de agua (Aw)  
Valencia, 2019

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Potasio mg/kg	30	0,38	0,34	12,27

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4364,72	2	2182,36	8,34	0,0015
Tratamientos	4364,72	2	2182,36	8,34	0,0015
Error	7064,46	27	261,65		
Total	11429,18	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=17,93587

Error: 261,6468 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	115,35	10	5,12 A
T2	136,08	10	5,12 B
T1	143,94	10	5,12 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Figura 19. Determinación de potasio  
Valencia, 2019

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hierro mg/kg	30	0,69	0,67	11,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	130,70	2	65,35	29,86	<0,0001
Tratamientos	130,70	2	65,35	29,86	<0,0001
Error	59,08	27	2,19		
Total	189,78	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,64027

Error: 2,1883 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	10,74	10	0,47 A
T2	13,22	10	0,47 B
T1	15,85	10	0,47 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Figura 20. Determinación de hierro  
Valencia, 2019

## 9.2 Anexo 2. Procedimientos realizados



Figura 21. Preparación de la solución ácido cítrico  
Valencia, 2019



Figura 22. Pesaje de la materia prima  
Valencia, 2019



Figura 23. Troceado y colocación en el deshidratador  
Valencia, 2019



Figura 24. Regulación de temperaturas  
Valencia, 2019



Figura 25. Producto deshidratando  
Valencia, 2019

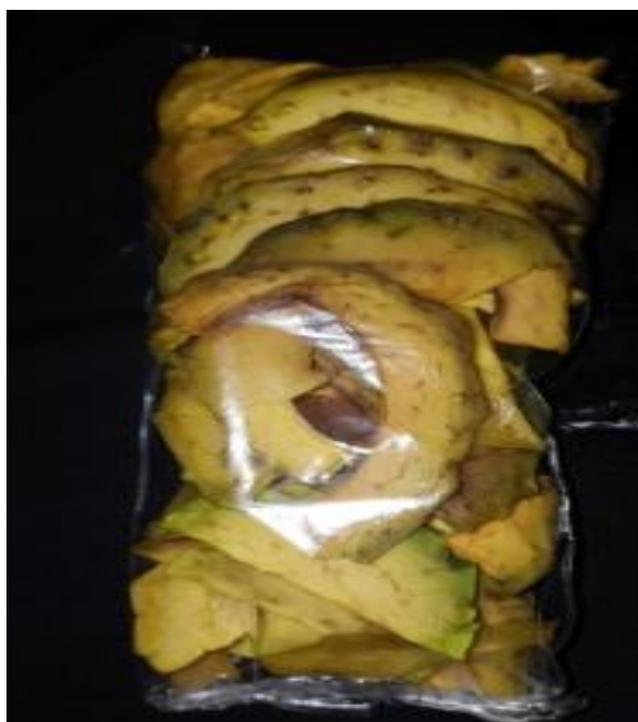


Figura 26. Aguacate deshidratado y envasado  
Valencia, 2019



Figura 27. Pesaje para determinación de análisis fisicoquímicos  
Valencia, 2019



Figura 28. Muestras de aguacate pesadas  
Valencia, 2019



Figura 29. Muestras colocadas a calcinación  
Valencia, 2019



Figura 30. Producto calcinado  
Valencia, 2019



Figura 31. Pesaje de las muestras (aguacate)  
Valencia, 2019



Figura 32. Determinación de pH a las muestras de aguacate calcinadas  
Valencia, 2019

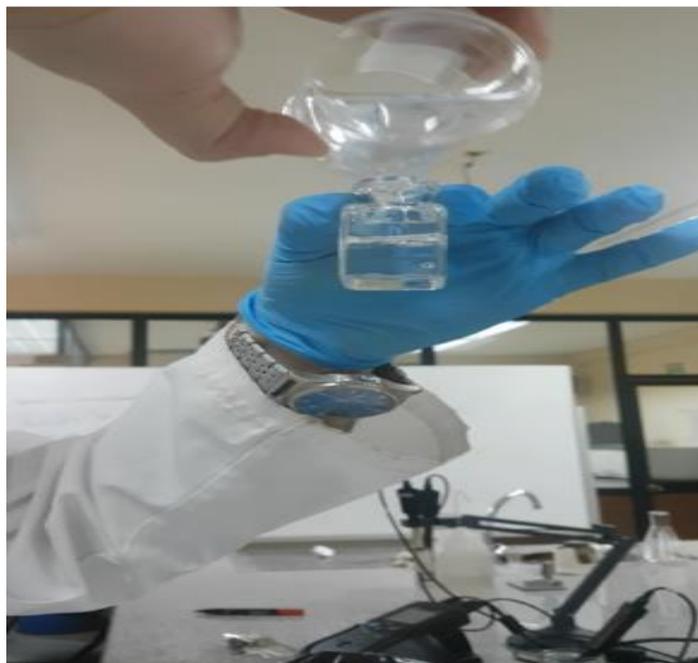


Figura 33. Medición de la disolución para determinar potasio  
Valencia, 2019



Figura 34. Determinación de potasio  
Valencia, 2019

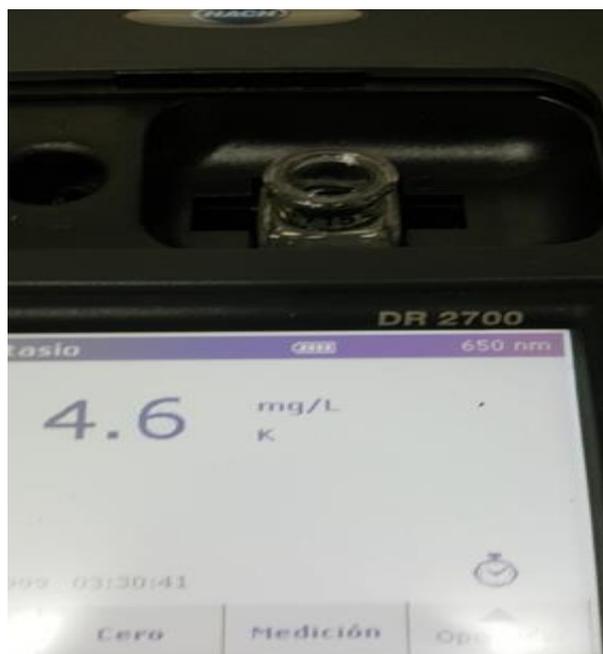


Figura 35. Lectura del contenido de potasio Valencia, 2019

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
LABORATORIO PROTAL - ESPOL

Protal

H-PGSL-POSD-T-4-01

Centro del Cliente

Nombre:	VALENCIA-VOLCANES/ALEJANDRO	Teléfono:	999750415
Dirección:	CCOP UNION DE BANANEROS GUARANO SUR MC. 16 B. 11		

**Identificación de la muestra / etiqueta**

Nombre:	Aguacates (masa deshidratada 12.75%)	Código muestra:	19-050001-M001
Marca comercial:	NA	Lot:	
Referencia:	Frutas, Hortalizas, Frutas Secas y Otras Ingredientes	Fecha de elaboración:	23/06/2019
Analista:	Franco de Jover Diego	Fecha de recepción:	23/06/2019
Concentración de la muestra:	Alimento Frasco y Saco - Zona Comercial IV	Fecha de recepción:	23/06/2019
Fecha analítica:	23/06/2019	Vida útil:	1 Año
Contenido neto declarado:	250 g		
Presentaciones:	NA		
Condi. ambientales del envase:	Temperatura 22.5 °C ± 2.0 °C y Humedad Relativa 55% ± 10%		

Ensayo realizado	Unidad	Resultado	Preparado	Método Ref.
Actividad de agua		0.455	—	AOAC 941.16
Moisture	mg/kg	24.58	—	AOAC 2010.09
Humidity	%	0.28	—	AOAC 941.16
Protein	mg/kg	1827.02	—	AOAC 2010.09
pH	%	0.48	—	AOAC 2010.09

Los resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra presentada por el cliente.

**En vigencia / Interpretaciones / etc. que se indique a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAC.**

**Observaciones:**

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente.

Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de laboratorio, folios y demás, N° 174, página 2050 y en el cuaderno interno de trabajo de laboratorio N° 4, página 382.2 de T.

- Parámetros No Acreditados
- Parámetros Subordinados
- En microbiología los valores expresados como T, U, V, W, X, Y, Z se utilizan únicamente de apoyo al método.
- Las Contas microbianas se realizaron en el laboratorio considerando su tiempo de vida útil y se desechan en un tiempo máximo de 1 mes posterior a la entrega del informe de resultados.
- Los resultados corresponden exclusivamente a la muestra analizada y se apartaron por el cliente.
- Reimpresión de informes de resultados los realiza con el gestor informático y sin la parte de su impresión.
- Seguridad de cambios o modificaciones del informe de resultados se acepta con un plazo máximo de 6 meses posteriores a la entrega del mismo. La validez de los datos microbiológicos a cambio del su informe.
- Validar modificaciones en el documento original.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio que perjudice los intereses del Laboratorio PROTAL.

REV. 00

1 de 2

Vigencia desde 13/06/2019

Figura 36. Análisis realizados en laboratorio certificado Valencia, 2019