

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Quilumbaquin Guachamin Yajaira Lizeth.

TUTOR: Freddy Giovanni Torres Mayanquer, Msc.

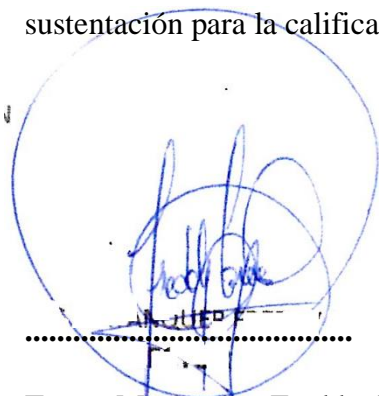
Tulcán, 2019



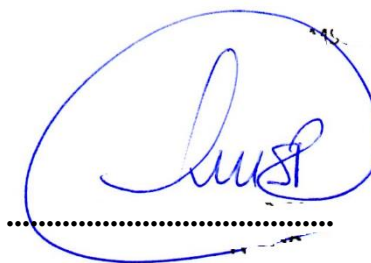
## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Quilumbaquin Guachamin Yajaira Lizeth con el número de cédula 1724842750 ha elaborado el trabajo de titulación: “Osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Torres Mayanquer Freddy Giovanni, Msc.




Rivas Rosero Carlos Alberto, Msc.

Tulcán, Septiembre de 2019

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Quilumbaquin Guachamin Yajaira Lizeth con cédula de identidad número 1724842750 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yajaira Lizeth', is written over a horizontal dotted line.

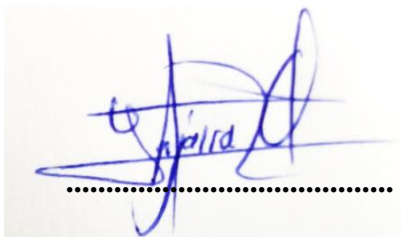
Quilumbaquin Guachamin Yajaira Lizeth.

AUTORA

Tulcán, Septiembre de 2019

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Quilumbaquin Guachamin Yajaira Lizeth declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



Quilumbaquin Guachamin Yajaira Lizeth

AUTORA

Tulcán, Septiembre de 2019

## **AGRADECIMIENTO**

*Doy gracias a Dios por permitirme culminar esta meta, por darme la bendición y la fortaleza para seguir adelante.*

*A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a través de la Escuela de Ingeniería en Alimentos y sus docentes quienes me han forjado como profesional, saciándome de conocimientos.*

*A mi tutor de tesis Msc. Freddy Giovanni Torres Mayanquer que desde el inicio de este proyecto estuvo brindándome su apoyo, consejos, orientaciones, dedicación, tiempo e infinita paciencia para la elaboración de mi Proyecto de Tesis.*

*A Yuliza, Jefferson, Fernanda, Karen, Viviana y Sandra por ser las mejores amistades en toda mi vida universitaria.*

*Yajaira Quilumbaquin*

## DEDICATORIA

*Principalmente a mis padres Oswaldo Quilumbaquin y Matilde Guachamin por ser mi más grande ejemplo de superación y constancia, mi eterna gratitud e infinito amor, a su invaluable sacrificio, esfuerzo, tiempo invertido, cariño y confianza depositada en mí; por inculcarme valores, por siempre sacarme una sonrisa en momentos de tristeza, incluso a la distancia, por su apoyo incondicional en lo material y espiritual. Ustedes han sido mi base para no rendirme, por eso considero que mis logros son suyos también.*

*A mi hermano Jhonatan mi confidente, gran apoyo y compañero de toda la vida. Gracias por creer en mí, por tus preocupaciones, consejos que valoro mucho, por tu enorme sinceridad al no decirme lo que quiero escuchar, si no lo que es mejor; eres un ser muy importante en mi vida y te deseo el mayor de los éxitos.*

*A mi hermano Kevin, gracias por tu cariño, apoyo y atención en todo momento; eres mi gran ejemplo de fortaleza. Deseo que logres mucho más de lo que te propongas porque te lo mereces.*

*A mi hermano Anderson, te agradezco por compartir conmigo tu cariño y ternura, te quiero demasiado y deseo que logres tus metas porque sé que eres muy capaz.*

*A mis pequeños hermanos Jhostyn y Lucerito, agradezco el simple hecho de que existan, por llenar mi vida de sonrisas y la felicidad que me provoca el verlos crecer.*

*A mi prima Gaby mi compañera incondicional. Gracias por tu apoyo y por tu ejemplo de lo que es ser una mujer luchadora.*

*A mis padrinos Fausto y Celeste, mis segundos padres; quienes han sabido ser incondicionales conmigo, brindándome su apoyo, afecto y ánimo todo este tiempo.*

*Yajaira Quilumbaquin*

## ÍNDICE

I. PROBLEMA.....	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	21
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	21
2.2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.2.1. Generalidades de la fresa .....	22
2.2.2. Valor nutricional .....	26
2.2.3. Características físico-químicas y organolépticas de la fresa.....	26
2.2.4. Variedades de fresa cultivadas en el Ecuador .....	26
2.2.5. Variedad Albión.....	27
2.2.6. Deshidratación .....	27
2.2.7. Deshidratación por flujo de aire caliente .....	27
2.2.8. Deshidratación osmótica .....	28
2.2.9. Solución osmótica .....	28
2.2.10. Sacarosa como agente osmodeshidratante .....	29
2.2.11. Secado combinado .....	29
2.2.12. Análisis sensorial .....	30



2.2.13. Análisis Físicoquímico .....	31
2.2.14. Análisis Microbiológico .....	31
III. METODOLOGÍA.....	35
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	35
3.1.1. Enfoque.....	35
3.1.2. Tipo de Investigación .....	35
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER .....	35
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	36
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	37
3.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. RESULTADOS.....	44
4.1.1. Caracterización físicoquímica de la fresa en estado fresco .....	44
4.1.2. Parámetros técnicos en el proceso de osmodeshidratación .....	44
4.1.3. Determinación del mejor tratamiento .....	44
4.1.3.1. Análisis sensorial primera etapa .....	44
4.1.3.2. Análisis sensorial segunda etapa .....	47
4.1.4. Características físicoquímicas del mejor tratamiento .....	47
4.1.4. Evaluación microbiológica del mejor tratamiento.....	48
4.1.5. Determinación de vida útil del mejor tratamiento .....	48
4.2. DISCUSIÓN .....	49
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
5.1. CONCLUSIONES .....	51
5.2. RECOMENDACIONES.....	51

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
VII. ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores nutricionales de la fresa en 100g de producto.....	26
Tabla 2. Reacción de deterioro en los alimentos $A_w$ mínimas de crecimiento de microorganismo .....	33
Tabla 3. Operacionalización de la variable independiente: Osmodeshidratación y deshidratación convencional.....	36
Tabla 4. Operacionalización de variable dependiente: características sensoriales y vida útil .	37
Tabla 5. Puntajes para la apreciación hedónica.....	40
Tabla 6. Tratamientos y combinación de los factores en estudio.....	42
Tabla 7. Caracterización fisicoquímica de la fruta en estado fresco.....	44
Tabla 8. Parámetros técnicos en el proceso de osmodeshidratación.....	44
Tabla 9. Análisis sensorial.....	45
Tabla 10. Aceptabilidad y criterio general en todos los tratamientos de fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis.....	46
Tabla 11. Características fisicoquímicas del mejor tratamiento.....	47
Tabla 12. Evaluación microbiológica del mejor tratamiento.....	48
Tabla 13. Medición de $A_w$ en fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis a temperatura ambiente.....	48
Tabla 14. Comparación de la fresa fresca, fresa osmodeshidratada y fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis y deshidratación convencional.....	49
Tabla 15. Disminución de peso en la etapa final de osmodeshidratación.....	57
Tabla 16. Disminución de peso en la etapa final de deshidratación con aire caliente.....	57
Tabla 17. Disminución de Grados Brix del jarabe en la etapa de osmodeshidratación.....	57
Tabla 18. Disminución de Grados Brix de la fresa en la etapa de osmodeshidratación.....	58
Tabla 19. Disminución de pH del jarabe en la etapa final de osmodeshidratación.....	58
Tabla 20. Disminución de pH de la fresa en la etapa final de osmodeshidratación.....	58

Tabla 21. Análisis de varianza para el parámetro color de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	61
Tabla 22. Test de Tukey, 95%, para el parámetro color de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	61
Tabla 23. Análisis de varianza para el parámetro olor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	62
Tabla 24. Test de Tukey, 95%, para el parámetro olor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	62
Tabla 25. Análisis de varianza para el parámetro sabor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	62
Tabla 26. Test de Tukey, 95%, para el parámetro sabor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	63
Tabla 27. Análisis de varianza para el parámetro textura de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	63
Tabla 28. Test de Tukey, 95%, para el parámetro textura de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo. ....	64
Tabla 29. Prueba de Kruskal-Wallis: SI vs. TRAT.....	64
Tabla 30. Prueba de Kruskal-Wallis .....	64
Tabla 31. Prueba de Kruskal-Wallis: NO vs. TRAT .....	65
Tabla 32. Prueba de Kruskal-Wallis .....	65

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. La fresa ( <i>Fragaria vesca</i> ) .....	23
Figura 2. Planta completa de fresa .....	25
Figura 3. Representación de la transferencia de materia durante la DO.....	28
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de obtención de fresa deshidratada con pretratamiento osmótico y deshidratación convencional .....	39

Figura 5. Aceptabilidad de las muestras de fresas evaluadas .....	46
Figura 6. Aceptación/rechazo de las muestras de fresas deshidratadas con pretratamiento osmótico mediante la prueba de Kruskal Wallis. ....	47
Figura 7. Tratamientos Vs Color .....	61
Figura 8. Tratamientos Vs Olor .....	62
Figura 9. Tratamientos Vs Sabor .....	63
Figura 10. Tratamientos Vs Textura.....	64
Figura 11. Recepción de fresas.....	67
Figura 12. Pesado .....	67
Figura 13. Lavado y desinfección.....	67
Figura 14. Troceado.....	67
Figura 15. Preparación de soluciones osmóticas .....	67
Figura 16. Proceso de osmodeshidratación .....	67
Figura 17. Medición de pH.....	68
Figura 18. Medición de acidez .....	68
Figura 19. Determinación de humedad.....	68
Figura 20. Medición de sólidos solubles .....	68
Figura 21. Muestras después de la osmodeshidratación .....	69
Figura 22. Bandejas del deshidratador .....	69
Figura 23. Deshidratador de base eléctrica con ventilador turbo y corriente de aire caliente ..	69
Figura 24. Muestras deshidratadas .....	69
Figura 25. Primera etapa de análisis sensorial efectuado por los docentes de la Escuela de Ingeniería en Alimentos.....	70
Figura 26. Segunda etapa de análisis sensorial.....	70
Figura 27. Almacenamiento de las muestras para evaluar la estabilidad .....	71

Figura 28. Análisis de actividad de agua .....	71
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Variables evaluadas en el proceso de osmodeshidratación y deshidratación convencional .....	57
Anexo 2. Cuestionario de prueba de nivel de agrado .....	59
Anexo 3. Cuestionario de prueba de aceptación/rechazo .....	60
Anexo 4. Análisis estadístico para la determinación del mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial del producto .....	61
Anexo 5. Resultados del análisis microbiológico .....	66
Anexo 6. Fotografías.....	67
Anexo 7. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano .....	72
Anexo 8. Resolución número 003929 del reglamento colombiano para frutas deshidratadas o desecadas.....	72
Anexo 9. Certificado o acta de Perfil de Investigación.....	74

## RESUMEN

El presente trabajo se basó en la aplicación de la osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente. Las concentraciones utilizadas en la solución osmótica fueron de 40, 50 y 60% soluble solids, tiempo de osmodeshidratación 24 h, temperatura de aire en el deshidratador 60 y 70 °C y tiempo de deshidratado 6 y 10 h. Todas las muestras fueron evaluadas sensorialmente en dos etapas; en la primera etapa, se evaluaron mediante una prueba de nivel de agrado con una escala hedónica estructurada de 5 puntos y en la segunda etapa se evaluaron mediante una prueba de aceptación/rechazo, donde se determinó que la fresa deshidratada en condiciones de concentración final a 50% de sólidos solubles, temperatura de aire del deshidratador de 60 °C durante 6 h, tuvo mayor aceptación por los jueces en los parámetros olor, color, sabor y textura, demostrando ser más aceptable que el testigo. Se analizaron las características fisicoquímicas y microbiológicas del mejor tratamiento, y finalmente se determinó la vida útil del mismo mediante el método directo, evaluando la actividad de agua con respecto al tiempo de almacenamiento. La calidad microbiológica del tratamiento considerado como preferido por los catadores, cumplió con los criterios microbiológicos de *Escherichia coli*, mohos y levaduras establecidos por la Norma Sanitaria Peruana, debido a la ausencia de una normativa nacional. El análisis de vida útil demostró una estabilidad de 7 meses con 19 días para el mejor tratamiento de fresas deshidratadas con pretratamiento osmótico. Este estudio permitió determinar que la deshidratación osmótica previo al secado convencional ayuda a retener las características sensoriales de la fruta, por lo tanto, mejora las propiedades de color, olor, sabor y textura de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente.

**Palabras claves:** deshidratación osmótica, sensorial, calidad microbiológica, vida útil.

## ABSTRACT

The present work was based on the application of osmodehydration as an alternative for the improvement of the sensory characteristics of the conventionally dehydrated strawberry (*Fragaria vesca*; Albion variety). The concentrations used in the osmotic solution were 40, 50 and 60% soluble solids, osmodehydration time 24h, air temperature in the dehydrator 60 and 70 °C and dehydration time 6 and 10h. All samples were sensory evaluated in two stages; in the first stage, assessment was made by a test of level of liking with a hedonic scale structured of 5 points, and in the second stage, assessment was made by an acceptance/rejection test, where it was determined that the strawberry dehydrated under conditions of final concentration at 50% soluble solids, dehydrator air temperature of 60 °C during 6h, had greater acceptance by the judges in the parameters odor, color, flavor and texture, proving to be more acceptable than the control. The physicochemical and microbiological characteristics of the best treatment were analyzed, and finally the useful life of the treatment was determined by means of the direct method, evaluating the water activity regarding storage time. The microbiological quality of the treatment considered as preferred by the tasters complied with the microbiological criteria of *Escherichia coli*, molds and yeasts established by the Peruvian Sanitary Norm, due to the absence of a national norm. The useful life analysis showed a stability of 7 months and 19 days for the best treatment of dehydrated strawberries with osmotic pre-treatment. This study determined that osmotic dehydration prior to conventional drying helps retain the sensory characteristics of the fruit, thus improving the color, odor, flavor and texture properties of conventionally dehydrated strawberries (*Fragaria vesca*; Albion variety).

**Keywords:** osmotic dehydration, sensory, microbiological quality, shelf life.



## INTRODUCCIÓN

La tendencia actual de los consumidores está dirigida al consumo de alimentos procesados que mantengan en mayor medida las propiedades sensoriales del alimento en estado fresco, respecto al olor, color, sabor y textura, atributos esenciales en la aceptación o rechazo de un producto procesado, dando importancia a las exigencias de la calidad sensorial en los productos procesados. La deshidratación es un método de conservación muy empleado por las industrias en la conservación de frutas y hortalizas, sin embargo tienen un sabor desagradable cuando están deshidratadas, además de la apariencia poco agradable debido a la pérdida de color, textura y olor. La búsqueda de tratamientos eficientes de deshidratación de frutas previos a un deshidratado convencional es muy complejo en vista que en este proceso ocurren cambios que disminuyen la calidad sensorial de los productos, teóricamente la osmodeshidratación es un pretratamiento donde no ocurren o se disminuyen estos cambios negativos en los atributos sensoriales del producto, esta técnica permite remover el agua del alimento (frutas o vegetales) por inmersión en una solución de baja actividad acuosa, llamada solución osmótica, la cual generalmente está compuesta por azúcares o sales. Una vez que el alimento y la solución osmótica se ponen en contacto, se establecen dos flujos de materia en contracorriente.

El objetivo de esta tesis fue aplicar la osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente, para lograr esto se procedió a establecer los parámetros técnicos en el proceso de osmodeshidratación, aplicado a la fresa variedad Albión, para ello se experimentó con diferentes concentraciones en las soluciones osmóticas, las cuales fueron de 40, 50 y 60 °Brix, un tiempo de osmodeshidratación de 24h, temperatura de aire en el deshidratador 60 y 70 °C y tiempo de secado 6 y 10h, se realizó el análisis sensorial que determinó como mejor tratamiento al elaborado en condiciones de: concentración final de 50% de sólidos solubles, tiempo de osmodeshidratación 24h, temperatura de aire del deshidratador de 60 °C durante 6h. Se evaluó las características físicoquímica, microbiológica y vida útil del mejor tratamiento, para garantizar que el producto obtenido presente propiedades aptas para el consumo.

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los intereses de la industria alimentaria es el procesado de alimentos perecederos, tales como las frutas, que permita mantener no sólo su calidad nutritiva y organoléptica, sino también su bioactividad, el interés de la industria se ha centrado en la aplicación de procesos que permitan una conservación óptima durante largos períodos de tiempo manteniendo en lo posible sus cualidades, entre tales procesos cabe destacar la deshidratación (Pérez, Santos, Soria, Montilla, y Villamiel, 2012). Sin embargo, según FAO (2016) las frutas y hortalizas en general, tienen un sabor desagradable cuando están deshidratadas.

De la misma manera Cuello (2014) señala, “Desafortunadamente durante la deshidratación de las frutas ocurren cambios más o menos intensos que disminuyen en calidad las características sensoriales de los productos”. Dadas las condiciones que anteceden, las frutas deshidratadas convencionalmente pierden sus atributos sensoriales particularmente en su sabor, resultando no agradables al paladar.

Anzaldúa (como se citó en Restrepo, Cortés, y Suárez, 2014) afirman, “La calidad de un alimento, depende de sus características fisicoquímicas, microbiológicas, bromatológicas y sensoriales; éstas últimas, están integradas por atributos que influyen directamente en la apreciación del consumidor y comprenden aspectos como el sabor, color, olor y textura”. García, Mina, Torres, Burbano y Yambay (2017) indican. La evaluación de la calidad sensorial de los alimentos cada día cobra más importancia en la industria alimentaria, dada las exigencias del mercado competitivo actual y su repercusión en el desarrollo de cualquier empresa o entidad productora. Numerosos grupos la consideran imprescindible para controlar la calidad de sus productos o enfocar correctamente la producción en función del gusto del consumidor.

Con referencia a lo anterior se considera a los atributos sensoriales como parámetros de calidad en los alimentos procesados ya que determinan el rechazo o aceptación del producto por parte de los consumidores, por lo tanto, se requiere una alternativa para preservar o mejorar las características sensoriales en la Industrialización de la fresa.

### 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La osmodeshidratación permite mejorar las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación buscó desarrollar una alternativa para mejorar las características sensoriales de la fresa deshidratada convencionalmente estableciendo como pretratamiento la osmodeshidratación.

Según (FAO, 2013), los productos deshidratados osmóticamente y luego secados con aire caliente hasta la humedad de conservación, en muchos casos poseen mejores características sensoriales, y en general mejor calidad que las frutas secadas únicamente con aire caliente. De la misma manera García, Muñiz, Hernández, González, y Fernández (2013) afirman que posterior a la osmodeshidratación es necesaria la aplicación de otros métodos de conservación, tales como congelación, pasterización o deshidratación. Sin embargo, el procesado de los semi-productos deshidratados osmóticamente es menos caro y preserva mejor las características adquiridas durante la osmosis.

La calidad sensorial como el olor, color, sabor y textura de un alimento son atributos esenciales en la aceptación o rechazo de un producto procesado. En este sentido se planteó la necesidad de desarrollar un método de pretratamiento que logre reducir las pérdidas en la calidad sensorial y mejorarla en el proceso de deshidratación convencional de la fresa.

### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Aplicar la osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Establecer los parámetros técnicos en el proceso de osmodeshidratación, aplicado a la fresa variedad Albión.
- Evaluar la calidad sensorial en cuanto a color, olor, sabor y textura de la fresa deshidratada convencionalmente con pretratamiento osmótico.
- Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del mejor tratamiento.
- Determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento

#### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

¿Qué se conoce referente al proceso de osmodeshidratación aplicado a la fresa?

¿Qué características sensoriales presenta la fresa deshidratada con pretratamiento osmótico?

¿Qué características fisicoquímicas presenta la fresa deshidratada con pretratamiento osmótico?

¿Qué características microbiológicas presenta la fresa deshidratada con pretratamiento osmótico?

¿Cuál es el tiempo de vida útil de la fresa deshidratada con pretratamiento osmótico?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Existen varias investigaciones relacionadas a la deshidratación osmótica como pre tratamiento en diferentes productos alimenticios, entre los cuales se menciona:

Wais (2013) en su trabajo de tesis doctoral “Secado combinado de frutas: deshidratación osmótica y microondas” afirma:

Se estudió el secado combinado de frutas (manzana), considerando a la deshidratación osmótica como pretratamiento del secado por microondas (MO). Este secado aparece como una técnica con mucho potencial de aplicación, que ha sido estudiada como complemento de los métodos tradicionales, pero poco en forma individual o unitaria. Con respecto a la calidad, en términos macroscópicos, se pudo ver que la DO promueve modificaciones en el color del alimento (aún tratamientos cortos -1 hora-) y que la magnitud del cambio depende de la pérdida de agua, de la ganancia de sólidos que haya experimentado el alimento, así como de la naturaleza del soluto incorporado. Del mismo modo, con respecto a la textura, se advierte que la DO provoca el ablandamiento y el aumento de la adhesividad del alimento (mayor cuanto mayor han sido la pérdida de agua y la cantidad de sólidos incorporados, respectivamente).

Coloma (2013) en su tesis “Estudio del efecto de la Deshidratación Osmótica en la Vida Útil de los Productos Secos” menciona:

La aplicación de la Deshidratación Osmótica es muy conocida como pre- tratamiento al secado convencional, ya que se afirma que cumple con dos funciones: primero, ayuda a retener las propiedades sensoriales de los alimentos y segundo, alarga el tiempo de vida útil del producto. Por lo que el objetivo de esta tesis fue comprobar si realmente la Deshidratación osmótica previo al secado convencional disminuye la estabilidad en percha de la fruta (melón). Este estudio permitió determinar que la deshidratación osmótica previa al secado convencional ayuda a retener las características organolépticas de la fruta y a la vez si prolonga la vida en percha de la misma.

Camargo y Espitia (2015) en su tesis “Efecto de la aplicación del método combinado de osmodeshidratación-deshidratación por microondas sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del mango tomy y papaya hawaiana” afirman:

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del método combinado de osmodeshidratación y deshidratación por microondas sobre las características fisicoquímicas

y sensoriales del mango y papaya. Las frutas de mango y papaya fueron seleccionadas, clasificadas y sometidas a osmodeshidratación un jarabe de sacarosa en concentraciones de: 50,60 y 70% durante tres horas, luego de aplicar el pre tratamiento se realizó el secado por microondas a una potencia de 700 watts en tres momentos: 5, 10 y 15 minutos. De acuerdo al análisis sensorial se determinó que las rodajas provenientes de la papaya con la solución de 70% y las del mango de los 60% de jarabe de sacarosa presentaron mejor comportamiento, tuvieron buena aceptación por los jueces semientrenados y tuvieron porcentajes de humedad de 14,64 en la papaya y 15,16 en el mango.

Carvajal (2016) en su tesis “Efecto del pre tratamiento de Deshidratación osmótica en piña (Ananas comosus; variedad Cayenne lise) en la cinética de Secado utilizando un secador de bandejas con corriente de aire” afirma:

Se estudió la evaluación del efecto del pre tratamiento de deshidratación osmótica en la cinética de secado de piña (Ananas comosus; variedad Cayenne lise). Las concentraciones utilizadas en la solución osmótica fueron de 30, 35 y 40 °Brix, temperatura de aire en el secador 60 y 70 °C y tiempo de secado 5; 5,5 y 6h. Todas las muestras analizadas mostraron una cinética de secado similar. Mediante un análisis sensorial se determinó que la piña deshidratada elaborada en condiciones de: concentración final de 40% de sólidos solubles, temperatura de aire del secador de 70 °C durante 5h fue aceptable. Para el parámetro olor, color, sabor, obtuvo un puntaje de 4.1, 4.1 y 4.4 sobre 5 respectivamente, demostrando ser más aceptable que la marca comercial Nature’s Heart.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Generalidades de la fresa**

#### **La Fresa (*Fragaria vesca*)**

“Una fresa o frutilla es una planta perenne de la familia de las Rosáceas, cuyo fruto es comestible. La planta presenta tallos rastreros, con estolones, hojas vellosas y flores blancas o amarillentas” (Torres, 2015). La figura 1 muestra a la fresa (*Fragaria vesca*) en estado fresco.



*Figura 1. La fresa (Fragaria vesca)*

Tomado de Torres (2015)

Manual Fresa (2015) menciona:

- Nombre común: Fresa o Frutilla.
- Nombre comercial: Español fresa, inglés strawberry, Francés fraise, Holandés aardbei.
- Nombre científico: *Fragaria vesca*.
- Familia: Rosáceas.
- Género: *Fragaria*.

### **Origen**

“Existe una gran cantidad de especies de fresa a través del mundo. Aunque no se sabe bien su origen, se indican dos zonas de procedencia: una en Europa, específicamente de los Alpes europeos, y otra en Sur América en Chile” (Manual Fresa, 2015).

### **Condiciones Agroclimatológicas**

Según Manual Fresa (2015):

- Altura sobre el nivel del mar: 0 a los 3.000 m.s.n.m
- Temperatura: Día entre 18 y 25 °C, noche entre 8 y 13 °C
- Humedad relativa: entre 60% y 75% Requerimiento Hídrico: 400-600 mm/año
- Tipo de Suelo: Arenoso o franco arenoso con contenido de arena superior a 50%.

- Rango de pH: Moderadamente ácido, valores entre 5,7 y 6,5
- °Brix: 6,35
- Luminosidad: Las variedades de día corto requieren entre 8 y 12 horas de luz.

### **Suelo para el desarrollo de la fresa**

La fresa se desarrolla de manera adecuada en suelos ligeramente ácidos, sueltos, aireados y bien drenados, ya que los suelos pesados limitan el desarrollo radicular. La raíz es altamente sensible a la salinidad generando reducciones de hasta el 50% en el rendimiento de la planta. Se deben evitar suelos donde se haya cultivado antes papa, tomate, pimentón, melón, sandía y calabaza, con el fin de prevenir la propagación de enfermedades que comparten con estos cultivos. Actualmente se está aumentando el área cultivada en sistemas de hidroponía y de agricultura protegida; aun cuando las inversiones son mayores para este tipo de cultivo los beneficios en productividad, calidad y operatividad hacen que el sistema sea atractivo para el agricultor (Manual Fresa, 2015).

### **Datos botánicos**

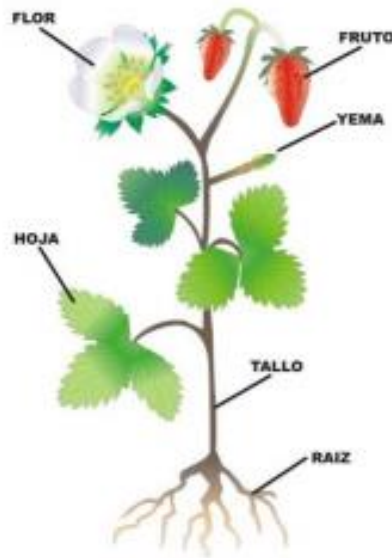
La planta presenta una roseta basal de donde surgen hojas y los tallos florales, ambos de la misma longitud. Los tallos florales no presentan hojas. En su extremo aparecen las flores de cinco pétalos blancos, cinco sépalos u numerosos estambres. Los peciolos de las hojas son pilosos. Cada uno soporta una hoja compuesta con tres folíolos ovales dentados. Estos son verdes brillantes por el haz; más pálidos por el envés que manifiesta una nervadura muy destacada y una gran pilosidad, de la roseta basal surgen también otro tipo de tallos rastreros que producen raíces adventicias de donde nacen otras plantas. El fruto que conocemos como fresa, es en realidad un engrosamiento del receptáculo floral, siendo los puntitos que hay sobre ellas los auténticos frutos (Torres, 2015).

Larson (como se citó en Bedón, 2014) menciona:

Las principales características botánicas de las fresas son: sus tallos no superan los 30 centímetros de altura, ya que esta planta crece mayoritariamente de forma horizontal. Esta planta se extiende por el suelo a través de un estolón, el cual es una estructura que surge de la base del tallo y tiene como objetivo colonizar nuevas zonas. Las hojas de las fresas tienen forma oval, presentan el margen dentado y una nervadura muy notoria que se encuentra orientada hacia el ápice. Estas hojas son de una tonalidad verde oscura y brillante. La planta es pequeña,



de no más de 50 cm de altura, con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos, que se originan en una corona o rizoma muy corto, que se encuentra a nivel del suelo y constituye la base de crecimiento de la planta; en ella se encuentran tres tipos de yemas; unas originan más tallos, que crecen junto al primero, otras los estolones, que en contacto con el suelo emiten raíces y forman nuevas plantas y el tercer tipo de yemas, forman los racimos florales cuyas flores son hermafroditas y se agrupan en racimos, como se muestra en la figura 2.



*Figura 2.* Planta completa de fresa

Tomado de Instituto Tecnológico Superior de  
Coalcomán (2018)

### **Recolección de la fresa**

Generalmente comienzan a producir en septiembre - octubre y siguen hasta principio del verano. Por lo general hay que recolectar todos los días o día de por medio para obtener frutillas en su punto óptimo: casi completamente rojas y su parte comestible es aún firme. En éste estado tienen el máximo de azúcar y la mayor concentración de ácido ascórbico (vitamina C). Se deben consumir en el día o a más tardar en 48 horas conservándolas en refrigeración, pues de lo contrario se reblandecen (Torres, 2015).

### 2.2.2. Valor nutricional

Tras el agua, su principal componente son los hidratos de carbono, la mayoría simples como la fructosa, por lo que su valor calórico es bajo. Destaca su aporte de fósforo y en lo que a vitaminas se refiere, además contiene una cantidad moderada de vitaminas A, vitamina C. Entre los minerales, se destaca por su contenido de potasio, que es un mineral indispensable para el sistema nervioso y para la actividad muscular, como lo muestra la tabla 1 (Torres, 2015).

**Tabla 1.** Valores nutricionales de la fresa en 100g de producto

Componente	Contenido en 100g	Componente	Contenido en 100g
Kilocalorías	32	Magnesio	12 mg
Agua	89,90%	Vitamina A	5 mg
Proteínas	0,7 mg	Vitamina C	60 mg
Grasa	0,5 mg	Vitamina E	0,23 mg
Carbohidratos	6,90%	Fósforo	27 mg
Fibra	1,4 g	Fenoles totales	58-210 mg
Potasio	190 mg	Antocianinas totales	55-145 mg

Tomado de Manual Fresa (2015)

### 2.2.3. Características físico-químicas y organolépticas de la fresa

- **Propiedades Físico-químicas:** El peso de la fresa varía según la variedad entre 16,53 y 6,65 g. Su concentración de azúcar oscila entre 6,7 y 7,28 grados Brix (Manual Fresa, 2015).
- **Características organolépticas:** El sabor es condicionado por el balance de azúcar y acidez, ya que cuenta con una serie de azúcares y ácidos con diferentes grados de concentración según la variedad. Generalmente son cónicas y alargadas; sin embargo, dependiendo de la variedad puede variar la forma. Su olor es característico de la fruta. La fresa ha de tener un brillo intenso y un color rojizo oscuro y uniforme, aunque puede ser más rosado o anaranjado dependiendo de la variedad. El color natural en estado maduro es rojo y solo dos variedades maduran con un color blanco. Su pulpa es de color blanco, pero también puede ser rojizo de acuerdo a la variedad. Su textura es suave con firmeza moderada (Manual Fresa, 2015).

### 2.2.4. Variedades de fresa cultivadas en el Ecuador

En todo cultivo la elección de la variedad a cultivar constituye el paso fundamental para conseguir los mejores niveles de productividad. En el caso particular de la fresa o frutilla la renovación de variedades ha caminado muy rápidamente gracias al avance y progreso en el conocimiento de la genética de la especie y a la introducción inmediata de nuevas variedades que han sido sometidas a su adaptación a los diferentes medios ecológicos. En todos los países

donde se cultiva frutilla los productores se han preocupado preferentemente en seleccionar las mejores variedades de acuerdo a sus medios ecológicos, técnicas de cultivo, resistencia a plagas y enfermedades, tipos de fruta, color y uso. Las variedades de frutillas o fresas que más se cultivan en el Ecuador son: Oso grande, Diamante, Monterrey y Albión. Tienen texturas y pesos similares y se diferencian por su tamaño (Torres, 2015).

#### **2.2.5. Variedad Albión**

Su principal característica es su excepcional calidad de fruta, tanto por tamaño como por sabor y firmeza; presenta un peso medio de 32 gramos por fruta. Albión es de muy fácil recolección y tiene excelente vida de anaquel. Esta variedad posee alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y a enfermedades, como antracnosis, Vercillium y Phytophthora, y a la plaga araña roja (Santoyo y Martínez, 2014).

#### **2.2.6. Deshidratación**

“Se entiende por deshidratación la eliminación de la humedad por medios artificiales y, en algunos casos, en combinación con el secado al sol”. (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2996, 2015)

#### **2.2.7. Deshidratación por flujo de aire caliente**

(García, Muñiz, Hernández, González, y Fernández, 2013) afirman:

La deshidratación por flujo de aire caliente es una técnica que por medio del calor se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación, lo que impide el crecimiento de algunas bacterias que no pueden vivir en medios secos. La cinética del proceso de secado utilizando aire caliente depende tanto de la geometría y espesor del producto como de las propiedades del aire de secado, como son la humedad relativa ambiental, temperatura y velocidad del flujo de aire, por lo que para la deshidratación de frutas por este método se recomienda utilizar temperaturas entre (40–80 °C) con velocidades de aire de  $2.0 \pm 0.2$  m/s.

Los alimentos deshidratados tienen como principal característica que, al haber sido reducido notablemente el contenido de humedad, los productos se diferencian considerablemente del producto original. Esta diferencia, es en primer lugar, organoléptica. La mayoría de los productos deshidratados son rehidratados antes del consumo y es importante evaluar la diferencia o similitud que presentan una vez rehidratados con respecto al producto fresco, la cual dependerá en gran medida del método de secado empleado. Sin embargo, los alimentos deshidratados ocupan un volumen mucho menor que el producto fresco, por lo cual la

deshidratación además de prolongar la vida útil del producto, disminuye notablemente los costos de almacenamiento, transporte y distribución (Díaz, 2012).

### 2.2.8. Deshidratación osmótica

Wais (2013) menciona:

La deshidratación osmótica (DO) es una técnica que permite remover el agua de un alimento (frutas o vegetales) por inmersión en una solución de baja actividad acuosa. Esta solución, llamada solución osmótica (SO), generalmente está compuesta por azúcares y/o sales. Una vez el alimento y el SO se ponen en contacto, se establecen dos flujos de materia simultánea y en contracorriente, como se representa en la figura 3:



*Figura 3.* Representación de la transferencia de materia durante la DO.

Tomado de Wais (2013)

- Flujo de agua desde el producto hacia la solución osmótica, generalmente acompañado de sustancias propias de la fruta, como azúcares, vitaminas o pigmentos.
- Flujo de los solutos de la SO, en sentido opuesto al flujo de agua, que se incorporan al tejido del alimento.

### 2.2.9. Solución osmótica

Wais (2013) señala:

La solución osmótica debe tener una actividad acuosa baja, sabor aceptable y compatible con el alimento deshidratado y con la dieta humana. Habitualmente se usan soluciones de azúcares (sacarosa, glucosa, fructosa, jarabe de maíz, sorbitol) para el procesamiento de frutas y soluciones de sales (NaCl, CaCl<sub>2</sub>) para vegetales, carne y pescado. Además, la selección de un

agente osmótico particular depende de su costo, su peso molecular y las características del producto a deshidratar.

#### **2.2.10. Sacarosa como agente osmodeshidratante**

Wais (2013) señala:

La sacarosa es el edulcorante natural por excelencia, este disacárido representa el 60-80% de los edulcorantes y el 30% de los carbohidratos de la dieta humana. Es muy utilizada industrialmente por sus propiedades físicas de caramelización, higroscopicidad relativamente baja y su estabilidad en muchos procesos alimenticios. También es un preservador efectivo contra mohos como resultado de la presión osmótica en soluciones de alta concentración. El dulzor que proporciona a los alimentos es considerado un índice de referencia para el aportado por otros edulcorantes, ya que no desarrolla sabor residual. El peso molecular de la sacarosa es 342 g/mol.

#### **2.2.11. Secado combinado**

Wais (2013) menciona:

La utilización del secado por aire caliente como tratamiento térmico único, en todas sus variantes, permite procesar cualquier producto alimenticio para la obtención de un producto final estable. Sin embargo, produce en los alimentos algunas transformaciones que pueden afectar con su calidad final. Entre ellas podemos mencionar: alteraciones en la forma y la textura del producto; composición y estructura no uniforme, cambios de sabor y aroma, modificación del color, degradación de componentes nutricionales, mala capacidad de rehidratación, etc. El objetivo del uso de métodos combinados de secado se centra en tres aspectos fundamentales:

1. Mejora de la calidad caracterizada por una o más de las siguientes propiedades:
  - Mínima degradación química
  - Cambios de estructura y textura poco significativos
  - Mínima variación de sabor y aroma
  - Obtención del color deseado
  - Control preciso del contenido de humedad
2. Protección del medio ambiente encarada a través de:
  - Minimización del uso de energía en el proceso
  - Reducción de las pérdidas de producto en las corrientes de efluentes
3. Consideraciones económicas entre las que se incluyen:

- Reducción de costos
- Desarrollo de equipos simples, confiables y que requieran poca mano de obra
- Minimización de la proporción de productos fuera de especificación
- Desarrollo de procesos estables capaces de operar en forma continua.
- Actualmente se emplean diferentes modos de secado combinado que incluyen generalmente dos y raras veces tres de algunas de estas opciones:
  - Secado convectivo con aire caliente
  - Secado a presión reducida
  - Deshidratación osmótica
  - Calentamiento por microondas
  - Calentamiento por radio frecuencia

### **2.2.12. Análisis sensorial**

García, et al., (2017) indican:

Es evidente que a lo largo de la historia el hombre siempre ha buscado desarrollar sus gustos, definirlos, expresarlos y describirlos. Ello ha dado nacimiento, de forma natural, a lo que se llama actualmente degustación, examen organoléptico o análisis sensorial. La degustación es una acción física que permite al hombre, por mediación de los órganos de los sentidos, definir un conjunto de impresiones y sensaciones; a nivel del tacto, de la vista, del olfato, del gusto, es una operación más subjetiva que objetiva, por ello deben marcarse unas reglas que permitan traducir las apreciaciones sensoriales en valores y cantidades comparables.

Entre las múltiples aplicaciones que presenta el análisis sensorial se pueden mencionar:

- Determinación de las diferencias sensoriales entre un producto y su competidor.
- Determinación de la incidencia sensorial de la utilización de nuevos ingredientes y diferentes tecnologías.
- Realización y comparación de los perfiles sensoriales de uno o más productos.
- Determinación de las preferencias del consumidor medio entre uno o más productos, e Investigación de grado de aceptación ante un producto novedoso.
- La verificación del desarrollo del producto.

La evaluación de la calidad sensorial de los alimentos cada día cobra más importancia en la industria alimentaria, dada las exigencias del mercado competitivo actual y su repercusión en el desarrollo de cualquier empresa o entidad productora. Numerosos grupos la consideran imprescindible para controlar la calidad de sus productos o enfocar correctamente la producción en función del gusto del consumidor.

### **Características sensoriales de la fresa deshidratada**

Torres (2015) menciona:

Color. - El color debe ser característico de la frutilla el mismo que es rojo

Olor. - El olor debe ser característico propio de la frutilla, no debe presentar olor desagradable.

Sabor. - El sabor debe ser característico a la fruta considerando: Sabor natural, Sabor semi ácido, Sabor ácido.

Textura. - Las rodajas deshidratadas deben tener una textura normal de dura masticabilidad debido al contenido de fibra y su bajo porcentaje de humedad.

#### **2.2.13. Análisis Físicoquímico**

El análisis físicoquímico de los alimentos, es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad. Cumple un papel importante en la determinación del valor nutricional, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud pública y también para el estudio de las posibles irregularidades como adulteraciones y falsificaciones, tanto en alimentos terminados. (Resolución 103 ICTA, 2016)

#### **2.2.14. Análisis Microbiológico**

GAMBOA (2015) menciona:

El análisis microbiológico en los alimentos corresponde básicamente a una serie de técnicas, con resultados tan variados como productos alimenticios existen, que permiten obtener un recuento del microorganismo analizado y, que buscan cumplir con los siguientes objetivos generales:

- Determinar la buena calidad de la materia prima utilizada
- Detectar o determinar prácticas no sanitarias
- Ubicar los puntos de riesgo o peligro de contaminación durante la línea de fábrica

- Determinar el tiempo de vida útil de un producto en el mercado
- Determinar si el producto final cumple con la normativa de cada país o estado

De esta necesidad surge el contar con protocolos de laboratorio que permitan estandarizar los procesos de análisis. Cada país cuenta con una normativa para los procesos de análisis en alimentos, muy similares entre sí, debido a que en general se trata de técnicas de laboratorio globalizadas. La normativa INEN vigente en nuestro país, por ejemplo, estandariza la metodología desde la preparación de los materiales de laboratorio, pasa por los procedimientos para cada prueba y finalmente estandariza los recuentos o valores de los recuentos permitidos para cada producto alimenticio y para cada microorganismo marcador.

### **2.2.15. Vida Útil de los Alimentos**

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (VALDEZ, 2014).

### **2.2.16. Actividad del Agua y Estabilidad de los Alimentos.**

Tradicionalmente se asoció el crecimiento de los microorganismos en el alimento con su contenido de humedad, basándose en las observaciones empíricas que mostraban una asociación entre ambos factores. Por tanto, durante muchos años se pensó que el mecanismo de conservación estaría dado por la reducción del contenido de humedad, lo cual obviamente no explicaba por qué alimentos con contenidos de humedades iguales o semejantes podían diferir notablemente en cuanto a su durabilidad. Hoy sabemos que no es la cantidad de agua lo verdaderamente importante, sino la disponibilidad que ésta muestre para que ocurran las reacciones de deterioro. A esta disponibilidad la denominamos actividad de agua ( $A_w$ ) (Díaz, 2012).

AREVALO (2017) indica:

La actividad de agua  $A_w$ , es la cantidad de agua libre en el alimento, es decir el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas. Tiene un valor máximo de 1.0 y un valor de 0.0. Cuanto menor sea este valor, mejor se conservará el producto, como indica la tabla 2. La actividad de agua está



relacionada con la textura de los alimentos: a una mayor actividad la textura es mucho más jugosa, sin embargo, el producto se altera en forma más fácil y se debe tener más cuidado. A medida que la actividad de agua disminuye, la textura se endurece y el producto se seca más rápido. Por el contrario, los alimentos cuya actividad de agua por naturaleza son más crujientes y se rompen con facilidad. En este caso, si la actividad de agua aumenta, se reblandecen y dan lugar a productos poco atractivos. En ambos casos, el parámetro de la actividad de agua del alimento es un factor determinante para la seguridad del mismo y permite determine su capacidad de conservación junto con la capacidad de propagación de los microorganismos. Controlar la actividad de agua en alimentos es sinónimo de alargar su vida útil. Cuando menor sea la actividad de agua de un alimento, mayor es su vida útil.

Hasta ahora queda claro que la estabilidad de los alimentos y la actividad del agua están estrechamente relacionadas en muchas situaciones. Se intenta mostrar relaciones típicas de velocidades de reacción de  $A_w$ , para diversas clases de reacciones importantes dentro del rango de temperaturas de 25 a 45 °C, a efectos comparativos.

El contenido de agua por sí solo no proporciona información sobre la estabilidad de un alimento y por eso productos con la misma humedad, presentan distintas vidas en anaquel, dicha estabilidad se predice mejor con la  $A_w$ . La influencia de este parámetro se ha demostrado en un gran número de trabajos de investigación:

- Pérdida de Lisina disponible.
- Oscurecimiento no enzimático.
- Degradación de vitaminas.
- Inactivación del inhibidor de tripsina.
- Destrucción de pigmentos.

**Tabla 2.** Reacción de deterioro en los alimentos  $A_w$  mínimas de crecimiento de microorganismo

<b>Rango</b>	<b>m.o. inhibidores por la <math>A_w</math> más baja.</b>	<b>Alimentos generalmente contenidos en este rango</b>
1,00 a 0,95	Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Shiguella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium, Perfringes algunas levaduras	Alimentos altamente perecederos frutas, ensaladas, verduras, carnes, pescado, leche, salchichas cocidas y alimentos hasta 90% de agua.

<b>Rango</b>	<b>m.o. inhibidores por la Aw más baja.</b>	<b>Alimentos generalmente contenidos en este rango</b>
0,95 a 0,91	Salmonella, Vibrio, Parahaemolyticus, Clostridium, Serratia, Lactobacillus, Pediococcus, algunos mohos y levaduras	Algunos quesos, carnes, concentrados, zumos de frutas, y alimentos que contienen 55% de sacarosa y 12% de cloruro de sodio
0,91 a 0,87	Levaduras y microorganismos	Embutidos fermentados, dulces esponjosos, quesos secos, margarinas, y alimentos con 65% de sacarosa y 15% de cloruro de sodio
0,87 a 0,80	La mayoría de mohos, Staphylococcus aureus, Sacharomyces y los Debaryomyces	Zumos de frutas concentrados, leches concentradas edulcorados, jarabe, chocolate, frutas, harinas, arroz, legumbres de 15% a 17% de humedad
0,80 a 0,75	La mayoría de bacterias halófilas	Las compotas, mermeladas, maza pan, frutas glaseadas, algunos pasteles a base de gelatina
0,75 a 0,65	Xerofilicos, Aspergillus, Sacharomices	Productos de avena, jaleas, milanesas, azúcar de caña sin refinar, y frutas desecadas.
0,65 a 0,60	Levaduras osmofílicas y algunos mohos	Frutas desecadas conteniendo de 15 a 20% de humedad algunos tofes, caramelos y miel.
0,50	No proliferación microbiana	Pastas conteniendo 50 aproximadamente 12% de humedad. Especies conteniendo aprox., 10% humedad
0,40	No proliferación microbiana	Polvo de huevo entero conteniendo aprox., 10% humedad
0,30	No proliferación microbiana	Galletas, bizcochos, corteza de pan y similares conteniendo 3 a 5% de humedad
0,20	No proliferación microbiana	Leche en polvo, palomitas de maíz, galletas, bizcochos menores de 5% de humedad

Tomado de Arévalo (2017)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

La presente investigación se realizó según el enfoque cuantitativo, ya que la recolección de datos para las variables en estudio se llevó a cabo mediante procedimientos e instrumentos estandarizados y fueron presentados mediante números, mismos que se analizaron a través del método estadístico empleado.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

Para ejecutar la presente investigación se consideró las siguientes investigaciones: documental-bibliográfica, experimental y aplicada.

**La investigación documental-bibliográfica:** fue necesaria en este estudio puesto que gran parte de la información requerida para alcanzar los objetivos, fue obtenida a través de revisión de documentos como: tesis de grado, pregrado, publicaciones científicas, investigaciones de organismos nacionales e internacionales, etc., de tal forma que estas fuentes de información fueron un sustento importante para emitir los resultados de este estudio.

**La investigación experimental:** se empleó para comprobar la hipótesis planteada. La experimentación tuvo lugar en el laboratorio y permitió comprobar el efecto que genera el pretratamiento de osmodeshidratación en la calidad sensorial de la fresa deshidratada convencionalmente.

**Aplicada:** Debido a que se empleó metodologías aplicadas en tesis de grado y pregrado referentes al proceso de osmodeshidratación como pretratamiento a la deshidratación convencional de frutas, mismas que sirvieron de referencia en la presente investigación.

#### 3.2. HIPÓTESIS

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** La osmodeshidratación como pretratamiento no mejora las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente.

**Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>):** La osmodeshidratación como pretratamiento mejora las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### Variable dependiente:

- ✓ Características sensoriales y vida útil.

Un conjunto de impresiones y sensaciones; a nivel del tacto, de la vista, del olfato del gusto, es una operación más subjetiva que objetiva, por ello deben marcarse unas reglas que permitan traducir las apreciaciones sensoriales de color, olor, sabor y textura en valores y cantidades comparables (García, et al., 2017).

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (VALDEZ, 2014)

#### Variable independiente:

- ✓ Osmodeshidratación y deshidratación convencional.

La deshidratación osmótica (DO) es una técnica que permite remover el agua de un alimento (frutas o vegetales) por inmersión en una solución de baja actividad acuosa. Esta solución, llamada solución osmótica (SO), generalmente está compuesta por azúcares y/o sales (Wais, 2013).

La tabla 3, para la variable independiente muestra: osmodeshidratación y deshidratación convencional; señala la dimensión, indicadores, técnicas e instrumentos empleados en la investigación.

**Tabla 3.** Operacionalización de la variable independiente: Osmodeshidratación y deshidratación convencional

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumento
<b>Independiente</b> Osmodeshidratación y deshidratación convencional.	Osmodeshidratación de fresa variedad Albión.	Concentración de sólidos solubles (°Brix):40, 50 y 60 °Brix	NTE INEN-ISO 2173:2013 Determinación de sólidos solubles.	Refractómetro digital
	Deshidratación convencional.	Tiempo de deshidratación 6 y 10 horas.  Temperatura de deshidratación 60 y 70 °C	NTE INEN-ISO 712 Determinación de humedad por desecación en estufa	Estufa

La tabla 4, para la variable dependiente muestra: características sensoriales y vida útil; señala la dimensión, indicadores, técnicas e instrumentos empleados en la investigación.

**Tabla 4.** Operacionalización de variable dependiente: características sensoriales y vida útil

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
<b>Dependiente</b> Características sensoriales y vida útil.	Análisis sensorial	Color Olor Sabor Textura	Aplicación de prueba de nivel de agrado con una escala estructurada de 5 puntos y prueba de aceptación/rechazo.	Cuestionario para evaluación sensorial.
	Vida útil	Valor de actividad de agua (Aw)	Análisis de actividad de agua (Aw) cada 15 días durante el tiempo de almacenamiento.	Equipo de determinación de actividad de agua (Aw)

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### Materiales

El proceso de elaboración de fresas deshidratadas convencionalmente con pretratamiento osmótico y los materiales correspondientes se representa en la figura 4.

#### Materia prima

Se utilizó fresas variedad Albión, la fruta fue adquirida de los cultivos de Tupigachi, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Pedro Moncayo. Se realizó la caracterización físicoquímica de las fresas en estado fresco, para lo cual se evaluó pH y sólidos solubles (°Brix). Estos datos fueron obtenidos como un valor promedio tomado de 15 unidades de fresa fresca.

#### Selección

El proceso de selección de las frutas se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

- Daños mecánicos: Magulladuras, compresión y golpes.
- Daños por plagas y enfermedades: Contaminación por insectos, roedores, pájaros, Botrytis cinérea y Colletotrichum gloeosporioides.

#### Lavado

Se lavó con agua a presión para eliminar impurezas y partículas extrañas (No se quitó el pedúnculo y sépalo antes de la desinfección).

## **Desinfección**

Se desinfectó la fresa en una solución de cloro a 25 ppm durante 20 minutos, como lo recomienda Manual Fresa (2015).

## **Troceado**

Previo al troceado se procedió a retirar el sépalo y pedúnculo que se encontraba unida a la fruta, luego se efectuó cortes en sentido longitudinal para lo cual se empleó un rebanador de frutas, modelo mandolina tupperware, mismo que permitía regular el espesor, obteniéndose láminas de 2 mm de espesor.

## **Preparación de la solución osmótica**

Para la preparación de la solución osmodeshidratante se empleó agua destilada y sacarosa, se formularon tres concentraciones: 40, 50 y 60 °Brix. Cada solución se calentó hasta llegar al punto de ebullición durante 10 minutos para disolver las partículas de sacarosa.

## **Osmodeshidratación**

Se realizó la inmersión de las láminas de fresa en cada una de las concentraciones del jarabe. La relación fruta-jarabe fue de 1:2.

Las láminas de fresa permanecieron en los jarabes durante 24 horas, al finalizar el proceso de osmodeshidratación se calentó el jarabe hasta una temperatura de 25°C para que se torne fluido con el propósito de obtener únicamente la fruta, las láminas de fresa fueron secadas con papel absorbente para eliminar los restos del jarabe, se evaluó la diferencia de peso al final del pretratamiento respecto al peso inicial y las propiedades fisicoquímicas (pH y °Brix) del jarabe y de la fruta.

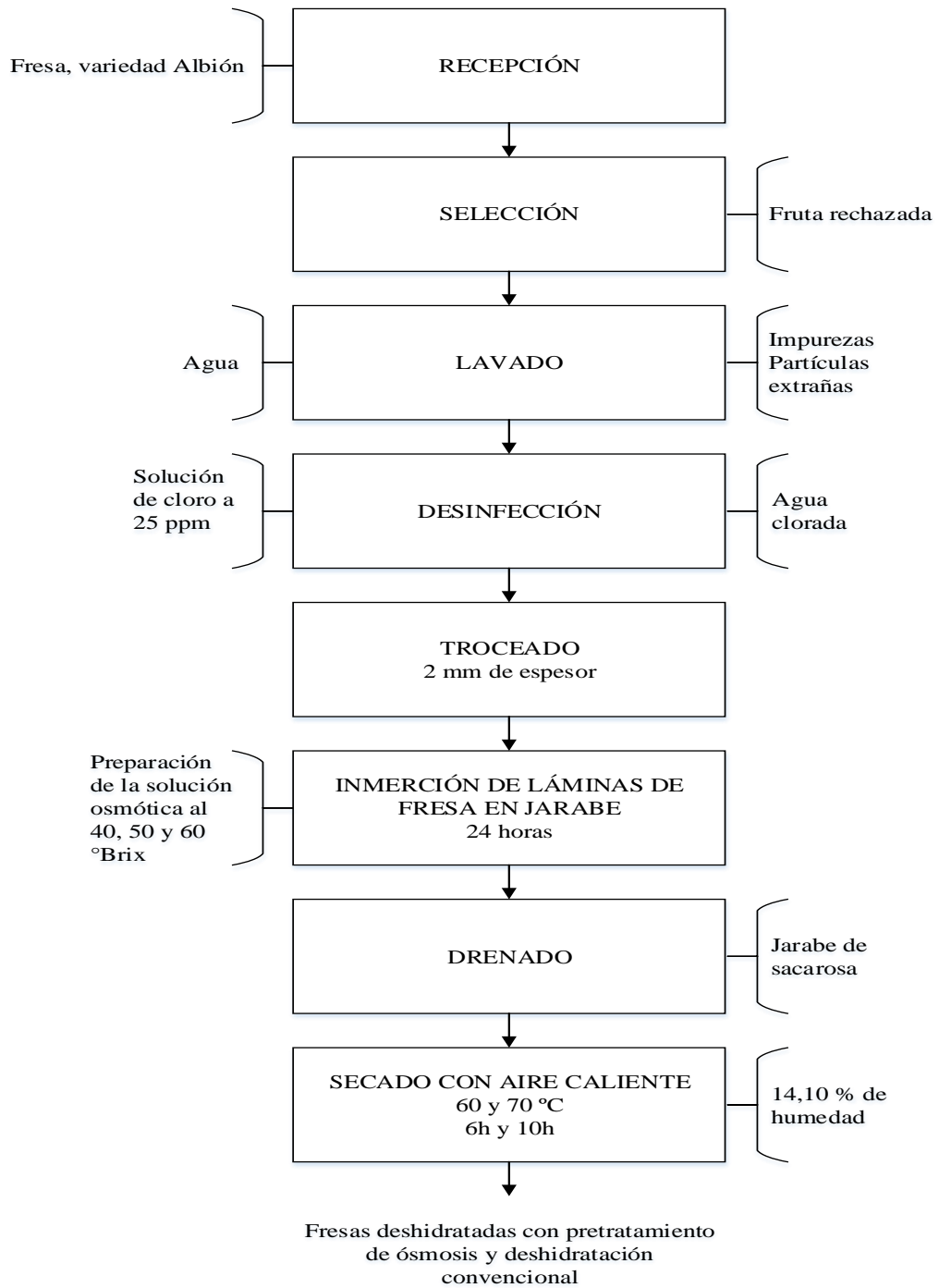
## **Deshidratación**

Para el deshidratado convencional de la fruta previamente osmodeshidratada, se utilizó un deshidratador de base eléctrica con ventilador turbo y corriente de aire caliente de las siguientes características:

- ✓ Marca: ronco
- ✓ Modelo: fd6000whgen
- ✓ Componentes: deshidratador de alimentos con 5 bandejas y cubierta

- ✓ Control de temperatura: 35-75 °C
- ✓ Capacidad: 2,5 kilogramos
- ✓ velocidad del aire: 0,5 m/s

**Diagrama de proceso**



*Figura 4.* Diagrama de flujo del proceso de obtención de fresa deshidratada con pretratamiento osmótico y deshidratación convencional

## Métodos

### Análisis sensorial

Para doce tratamientos más un testigo, se organizó la evaluación sensorial en dos etapas: en la primera etapa se evaluó los parámetros correspondientes a color, olor, sabor y textura con una escala hedónica de 5 puntos, como indica la tabla 5. Se organizó un panel de 11 catadores conformado por los docentes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, quienes degustaron todos los tratamientos. En la segunda etapa se evaluó la aceptación o rechazo del producto, organizando un panel de 50 jueces no entrenados quienes degustaron los dos mejores tratamientos obtenidos en la primera etapa de evaluación sensorial.

**Tabla 5.** Puntajes para la apreciación hedónica

Apreciación Hedónica	Puntaje
Me gusta Mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta Mucho	1

### Análisis fisicoquímico

Para realizar el análisis fisicoquímico se empleó la metodología propuesta por (Coloma, 2013).

#### Acidez.

Se realizó por titulación con una solución valorada de NaOH 0.1 N frente a fenolftaleína como indicador, hasta la aparición de color rosado que persista por 30 segundos. Seguido de esto se registró el porcentaje de acidez titulable a través de la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V * N * \text{MeqAc}}{m} \times 100$$

Donde:

V: Consumo en ml de NaOH 0.1N

N: Normalidad de NaOH

Meq.Ac.: Miliequivalente del ácido predominante (0.07 de ácido cítrico en frutas)

m: Peso de la muestra en gramos



### **Humedad.**

Se realizó por desecación en la estufa marca Ecocell Co9173. Se pesaron previamente las cápsulas de porcelana vacías (M1), colocando 3 gramos de cada muestra, finalmente se registró el peso total (M2). Las cápsulas de porcelana con las muestras, fueron llevadas a la estufa a  $103 \pm 2$  °C por 24h. Cuando las muestras se enfriaron se procedió a pesar nuevamente (M3). El porcentaje de humedad fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} * 100$$

### **pH.**

Se pesó 20 gramos de muestra, se colocó en un vaso de precipitación con 50 ml de agua destilada, homogenizando las muestras durante 5 minutos. Las muestras se dejaron en reposo por una hora. Una vez transcurrido ese tiempo, se tomaron las lecturas correspondientes con la ayuda de un pH-metro marca Mettler Toledo.

### **Sólidos solubles.**

La medición de este parámetro se realizó de acuerdo a la norma (NTE INEN-ISO 2173:2013), Método refractométrico. La determinación de los sólidos solubles se efectuó con un refractómetro digital marca Hanna 96801. Para ello, se colocó una muestra en el lector del dispositivo óptico, los resultados se expresaron en °Brix, previo a la toma de lectura se realizó una calibración con agua destilada.

### **Análisis microbiológico**

La muestra de fresa deshidratada fue evaluada bajo la Norma Sanitaria: Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano Peruana, en ausencia de una normativa nacional específicamente para fresa. Se realizó ensayos microbiológicos de E.coli, mohos y levaduras.

### **Determinación de vida útil**

Se empleó el método directo para poder determinar la vida útil del mejor tratamiento de fresas deshidratadas con pretratamiento de osmosis. Se almacenó el producto a temperatura ambiente promedio de  $12^{\circ}\text{C} \pm 4$  en un empaque ziplock de polietileno de baja densidad, se controló periódicamente, realizando observaciones de acuerdo a la metodología empleada por Posada (2011), para definir el inicio del deterioro, para lo cual se analizó la actividad de agua (Aw), en

el equipo water activity marca novasina. Las pruebas se realizaron en las condiciones de laboratorio temperatura promedio de  $12^{\circ}\text{C}\pm 4$ . A las muestras de temperatura ambiente se le hizo las mediciones de  $A_w$  al inicio del experimento y luego se realizó la medición cada 15 días.

### 3.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la experimentación del trabajo de investigación se llevó a cabo los siguientes factores y niveles de estudio:

- Factor A: Concentración del contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) en la solución osmodeshidratante:

a1:40

a2:50

a3:60

- Factor B: Tiempo de secado con aire caliente (horas)

b1: 6

b2: 10

- Factor C: Temperatura del aire en el secador ( $^{\circ}\text{C}$ )

c1: 60

c2: 70

La tabla 6, señala los factores (A, B y C) los cuales fueron combinados para establecer el número de tratamientos a emplearse en la investigación, obteniéndose 12 tratamientos.

**Tabla 6.** Tratamientos y combinación de los factores en estudio

Nº	Factor A Concentración de sólidos solubles totales ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	Factor B Tiempo de secado con aire caliente (horas)	Factor C Temperatura del aire en el secador ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tratamientos
1	40	6	60	a1b1c1
2	40	6	70	a1b1c1
3	40	10	60	a1b1c2
4	40	10	70	a1b1c2
5	50	6	60	a2b1c1
6	50	6	70	a2b1c1
7	50	10	60	a2b1c2

<b>Nº</b>	<b>Factor A</b> <b>Concentración de sólidos</b> <b>solubles totales (°Brix)</b>	<b>Factor B</b> <b>Tiempo de secado con</b> <b>aire caliente (horas)</b>	<b>Factor C</b> <b>Temperatura del aire</b> <b>en el secador (°C)</b>	<b>Tratamientos</b>
8	50	10	70	a2b1c2
9	60	6	60	a3b1c1
10	60	6	70	a3b1c1
11	60	10	60	a3b1c2
12	60	10	70	a3b1c2

Para el análisis de los datos obtenidos se empleó el software Minitab. La existencia de diferencias significativas entre los niveles se determinó mediante un ANOVA y test de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 % para la primera etapa de evaluación sensorial, mientras que para la segunda etapa de evaluación sensorial se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar el mejor tratamiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Caracterización fisicoquímica de la fresa variedad Albión en estado fresco

En la tabla 7 se muestran las características fisicoquímicas de pH y porcentaje de sólidos solubles totales de la fresa en estado fresco.

**Tabla 7.** Caracterización fisicoquímica de la fruta en estado fresco

Parámetro	Resultado
SST	6,51 %
pH	3,16

Se muestran los valores promedio de pH y °Brix de 15 unidades de fresa fresca, el valor de pH obtenido es de 3,16 que es un valor ácido característico de una fruta fresca. El porcentaje de sólidos solubles totales corresponde a un 6,51 %.

#### 4.1.2. Parámetros técnicos en el proceso de osmodeshidratación

La tabla 8 indica los parámetros técnicos en el proceso de osmodeshidratación deshidratación convencional de la fresa

**Tabla 8.** Parámetros técnicos en el proceso de osmodeshidratación

Parámetros técnicos	Resultado
Concentración de sólidos solubles totales del jarabe (°Brix)	50
Tiempo de deshidratación (horas)	6
Temperatura del aire en el deshidratador (°C)	60

Los parámetros técnicos más adecuados para la obtención de fresas deshidratadas con pretratamiento osmótico son los que se aplicaron al mejor tratamiento obtenido del análisis sensorial, tal cual lo realizaron (Camargo y Espitia, 2015) quienes mencionan que de acuerdo al análisis sensorial se puede determinar las condiciones más aceptables para las frutas en estudio.

#### 4.1.3. Determinación del mejor tratamiento

##### 4.1.3.1. Análisis sensorial primera etapa

La tabla 9 muestra la existencia de diferencias significativas entre las medias determinadas mediante un ANOVA y test de Tukey empleando un nivel de significancia del 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 9.** Análisis sensorial

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura
T1	2,364±1,206abc	2,818±0,874a	2,727±1,348ab	2,545±1,214ab
T2	2,091±1,044bc	3,091±1,300a	2,364±1,027ab	2,091±1,221ab
T3	3,909±1,300a	3,364±1,027a	3,636±1,206a	3,182±1,168a
T4	3,091±1,578ab	3,000±1,183a	2,545±1,214ab	2,727±1,618ab
T5	3,545±1,036ab	3,364±1,286a	3,727±1,009a	3,455±0,934a
T6	3,364±0,924ab	3,636±0,924a	3,455±1,036a	3,091±1,221a
T7	3,455±1,368ab	3,364±1,027a	3,727±1,489a	3,455±1,572a
T8	3,091±0,831ab	3,182±0,874a	3,727±1,104a	3,273±1,191a
T9	3,000±1,000abc	3,091±0,701a	3,455±0,934a	3,000±0,894ab
T10	2,818±0,982abc	2,818±0,874a	3,000±1,000ab	2,545±0,82ab
T11	3,091±1,136ab	2,818±0,982a	3,455±1,036a	3,364±1,027a
T12	2,545±0,82abc	3,091±0,701a	3,273±1,104ab	3,636±1,12a
T13(testigo)	1,455±0,522c	2,273±1,191a	1,727±0,905b	1,364±0,505b

Estadísticamente en el parámetro color, los tratamientos: T1, T2, T9, T10 y T12 no presentaron diferencia significativa respecto al testigo por lo tanto fueron iguales es decir el pretratamiento no tuvo influencia significativa en estos tratamientos y tuvo influencia significativa en T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T11.

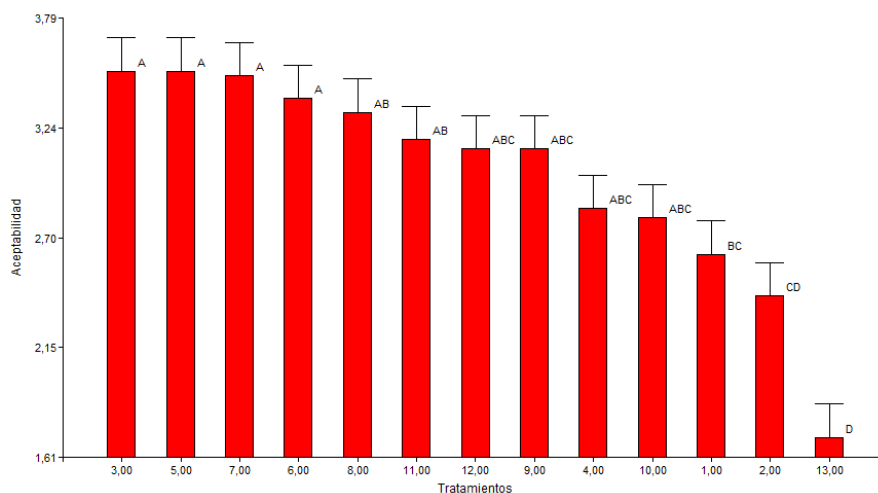
En el olor no presentó diferencia significativa en todos los tratamientos, por lo tanto, el pretratamiento no tuvo influencia significativa en el olor del producto.

En el sabor, los tratamientos: T1, T2, T4, T10 y T12 no presentaron diferencia significativa respecto al testigo por lo tanto fueron iguales es decir el pretratamiento no tuvo influencia significativa en estos tratamientos y tuvo influencia significativa en T3, T5, T6, T7, T8, T9, T11.

En la textura, los tratamientos: T1, T2, T4, T9 y T10 no presentaron diferencia significativa respecto al testigo por lo tanto fueron iguales es decir el pretratamiento no tuvo influencia significativa en estos tratamientos y tuvo influencia significativa en T3, T5, T6, T7, T8, T11 y T12.

## Aceptabilidad global para los tratamientos en estudio

En la figura 5 se muestra la aceptabilidad global de todos los tratamientos, el promedio de aceptación por parte de los jueces y los grupos homogéneos correspondientes a cada tratamiento, desde el tratamiento con mayor aceptación hasta el de menor aceptación.



**Figura 5.** Aceptabilidad de las muestras de fresas evaluadas

La tabla 10 indica la aceptabilidad global y el criterio de todos los tratamientos de fresa deshidratada con pretratamiento de ósmosis.

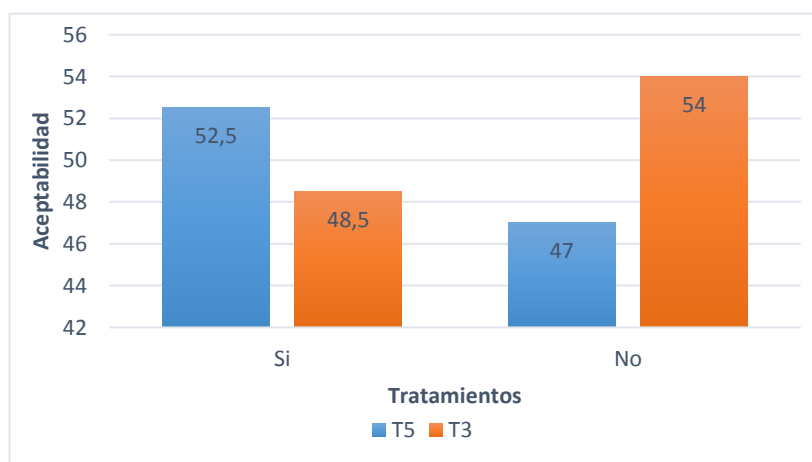
**Tabla 10.** Aceptabilidad y criterio general en todos los tratamientos de fresa deshidratada con pretratamiento de ósmosis

Tratamientos	Aceptabilidad	Criterio
T3	3,52a	Me gusta
T5	3,52a	Me gusta
T7	3,50a	Me gusta
T6	3,39a	No me gusta ni me disgusta
T8	3,32ab	No me gusta ni me disgusta
T11	3,28ab	No me gusta ni me disgusta
T12	3,14abc	No me gusta ni me disgusta
T9	3,14abc	No me gusta ni me disgusta
T4	2,84abc	No me gusta ni me disgusta
T10	2,80abc	No me gusta ni me disgusta
T1	2,61bc	No me gusta ni me disgusta
T2	2,41cd	Me disgusta
T13 (testigo)	1,70d	Me disgusta

Los tratamientos T3 y T5 tuvieron mayor aceptación por los docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos en el parámetro de aceptación global, obteniendo un promedio de 3,52 sobre una escala de 5 con un criterio de “me gusta” para los dos casos, resultantes del test de Tukey al 95 % de confianza, provenientes de los test ANOVA efectuados (Anexo 4, Tabla 20 – 27).

#### 4.1.3.2. Análisis sensorial segunda etapa

En la figura 6 se muestra que el mejor tratamiento fue el T5, al presentar mayor aceptación sensorial por parte de los jueces no entrenados, los datos fueron resultantes de una prueba de Kruskal Wails (Anexo 4, Tabla 28 – 31)



**Figura 6.** Aceptación/rechazo de las muestras de fresas deshidratadas con pretratamiento osmótico mediante la prueba de Kruskal Wallis.

#### 4.1.4. Características fisicoquímicas del mejor tratamiento

La tabla 11 indica los sólidos solubles (%), Humedad (%), pH y Acidez (% de ácido cítrico) del mejor tratamiento.

**Tabla 11.** Características fisicoquímicas del mejor tratamiento

Parámetros fisicoquímicos	Tratamiento
Sólidos solubles (%)	10,93
Humedad (%)	14,10
pH	3,61
Acidez (% de ácido cítrico)	0,26

El producto alcanzó un pH de 3,61 y 10,93 de sólidos solubles, el porcentaje de humedad obtenido fue de 14,10%, este valor se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la RESOLUCIÓN NÚMERO 003929 (2013) del reglamento colombiano para frutas deshidratadas o desecadas, la acidez (% de ácido cítrico) tuvo un valor de 0,26.

#### 4.1.4. Evaluación microbiológica del mejor tratamiento

En la tabla 12 se muestra los resultados microbiológicos con respecto a E. coli, Mohos y Levaduras.

**Tabla 12.** Evaluación microbiológica del mejor tratamiento

Ensayos microbiológicos	Resultado	Norma Sanitaria
Mohos y Levaduras UPM/g	<10	10
E. coli UFC/g	<10	10

El producto cumple con los estándares de calidad microbiológicos, de acuerdo a la Norma Sanitaria: Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano Peruana, los resultados obtenidos se encuentran por debajo de lo estipulado por la misma, por lo tanto, se considera un producto inocuo y de buena calidad microbiológica (Anexo 5).

#### 4.1.5. Determinación de vida útil del mejor tratamiento

En la tabla 13 se indica la medición de Aw en fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis a temperatura ambiente

**Tabla 13.** Medición de Aw en fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis a temperatura ambiente

Fecha D/M/A	Tiempo/Semanas	Análisis de Aw
07/12/2018	1	0,458
28/12/2018	3	0,479
18/01/2019	6	0,496
08/02/2019	9	0,500
01/03/2019	12	0,510
22/03/2019	15	0,528
03/05/2019	18	0,538
24/05/2019	21	0,558
14/06/2019	24	0,597
05/07/2019	27	0,621
26/07/2019	30	0,653

El valor de la actividad de agua va aumentando conforme pasa el tiempo y es en la semana 30 donde se estabiliza por lo que el tiempo de vida útil de la fresa deshidratada con pretratamiento de ósmosis almacenada a temperatura ambiente ( $12^{\circ}\text{C}\pm 4$ ) en un empaque ziplock de polietileno de baja densidad es de 7 meses con 19 días.



En la tabla 14 se muestra la comparación en pH y °Brix la fresa fresca, fresa osmodeshidratada y fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis y deshidratación convencional

**Tabla 14.** Comparación de la fresa fresca, fresa osmodeshidratada y fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis y deshidratación convencional

Parámetro	Fresa fresca	Fresa osmodeshidratada	Fresa deshidratada con pretratamiento osmótico.
pH	3,16	3,56	3,61
Sólidos solubles (°Brix)	6,51	9,05	10,93

El pH de fresa fresca tuvo una ligera variación desde 3,16 en la fruta fresca, después del proceso de osmodeshidratación el valor fue de 3,56 y después de la deshidratación con pretratamiento de osmosis y deshidratación convencional el pH final fue de 3,61; a su vez los sólidos solubles aumentaron desde 6,51 °Brix en la fruta fresca, después del proceso de osmodeshidratación el valor fue de 9,05 °Brix, hasta una concentración final de sólidos solubles de 10,93 °Brix en la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis y deshidratación convencional. Según Gaspareto, Oliveira, Silva, y Magalhães (2014), esto ocurre por el intercambio de solutos con el medio y la pérdida de agua en el material deshidratado osmóticamente, por ello se concentran los solutos de la solución osmótica en la fresa y el agua de la misma migra hacia la solución osmótica debido a la diferencia de concentraciones incidiendo en el aumento de pH y °Brix de la fresa.

#### 4.2. DISCUSIÓN

Los parámetros técnicos del producto en cuanto a: concentración de sacarosa en el jarabe a 50% de sólidos solubles, temperatura de aire del deshidratador de 60 °C durante 6h se obtuvieron del mejor tratamiento el cual se determinó mediante un análisis sensorial; estos parámetros establecidos difieren a los obtenidos por (Carvajal, 2016) en su estudio realizado en piña, donde obtuvo las condiciones ideales a 40% de sólidos solubles de sacarosa en el jarabe, temperatura de aire del deshidratador de 70 °C durante 5h. Con respecto a esto, las condiciones varían porque existe una diferencia de 10% de sólidos solubles en el jarabe, 10 °C y 1 hora en el proceso de deshidratación, estas variaciones se deben a la naturaleza de la fruta empleada para cada estudio por ello se requiere establecer condiciones técnicas óptimas en el proceso orientado a una fruta en específico.

El mejor tratamiento T5 tuvo mayor aceptación que el testigo, por parte de los consumidores, a éste se le realizó un pretratamiento de osmodeshidratación. Todo esto concuerda con (Carvajal,

2016) en su estudio, en el cual mediante un análisis sensorial determinó mayor aceptación en la muestra con pretratamiento de osmosis en relación al testigo. La fruta deshidratada con pretratamiento presentó mejores características sensoriales y tuvo mayor aceptación por parte de los jueces.

En las características fisicoquímicas se obtuvo 3,61 de pH; 10,93 de sólidos solubles, 14,10% de humedad y un valor de 0,26 de acidez (% de ácido cítrico). De acuerdo con (Coloma, 2013) en su investigación obtuvo 5,48 de pH; 11,52 de sólidos solubles; 0,28 de acidez y 12 % de humedad. Los datos del autor no coinciden con los valores obtenidos porque que se emplearon diferentes condiciones en el proceso.

La muestra de fresa deshidratada con pretratamiento de ósmosis cumple con los criterios microbiológicos de inocuidad establecidos por la Norma Sanitaria: Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano Peruana, los resultados obtenidos se encuentran por debajo de lo estipulado por la misma, siendo <10 UFC/g para E. coli y <10 UPM/g para mohos y levaduras. Por lo tanto, se considera un producto inocuo y de buena calidad microbiológica (Anexo 5). De acuerdo a esta normativa en la investigación realizada por (Carvajal, 2016) el producto con pretratamiento de osmodeshidratación presentó un recuento de E. coli <1 UFC/g y levaduras <1 UPM/g, sin embargo el recuento de mohos fue mayor al permitido, por lo que existió una fuente de contaminación a diferencia de los resultados obtenidos en la presente investigación que cumplió con las medidas de inocuidad durante todo el proceso.

La fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis almacenada a temperatura ambiente ( $12^{\circ}\text{C}\pm 4$ ) en un empaque ziplock de polietileno de baja densidad, mantuvo estabilidad durante el tiempo de evaluación en cuanto a la actividad de agua al no superar el límite establecido de 0,65 para frutas desecadas de acuerdo con AREVALO (2017), la actividad de agua del producto tuvo un valor creciente respecto al inicial hasta alcanzar 0,653 Aw en el último análisis. Por lo tanto, esta variación da inicio al deterioro tal como lo afirma Posada (2011), que un producto es estable hasta encontrar el inicio de su deterioro, donde el valor empieza a variar respecto a lo establecido. Por lo cual el producto presentó estabilidad durante un periodo de 7 meses con 19 días. En la investigación realizada por (Coloma, 2013) del tiempo de vida útil en melón con previa deshidratación osmótica, se tomó como referencia la ganancia de humedad en la fruta y se obtuvo una estabilidad de 7 meses, por lo cual se coincide con el autor al determinar un tiempo de vida útil similar.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las condiciones óptimas de osmodeshidratación y deshidratación convencional en la fresa variedad Albión, se establecieron en una concentración de jarabe de sacarosa a 50 °Brix por 24 horas de inmersión, una temperatura de aire en el deshidratador de 60 °C por un tiempo de 6h.
- Una vez realizado el análisis sensorial, el mejor tratamiento fue el T5 (a2b1c1) que corresponde a: concentración de sacarosa en el jarabe de 50 °Brix, una temperatura de aire en el deshidratador de 60 °C por un tiempo de 6h, el cual cumplió con la mayor aceptación por parte de los jueces; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, estableciendo que la osmodeshidratación como pretratamiento mejora las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) de la fresa (variedad Albión) deshidratada convencionalmente.
- En el análisis fisicoquímico, se obtuvo los siguientes valores: 10,93 de sólidos solubles (°Brix); 14,10% de humedad; 3,61 de pH y una acidez de 0,26 expresado en % de ácido cítrico.
- De acuerdo a los criterios microbiológicos establecidos por la Norma Sanitaria Peruana, la muestra de fresa deshidratada con pretratamiento de ósmosis presentó un recuento de E.coli, mohos y levaduras <10 UFC/g respectivamente, demostrando ser un producto seguro microbiológicamente.
- La evaluación de actividad de agua (Aw), resultó idóneo de acuerdo con lo establecido para frutas desecadas, se obtuvo un valor de 0,653 durante los 7 meses con 19 días de almacenamiento, mostrando estabilidad en este periodo de tiempo.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Trabajar de acuerdo a los parámetros técnicos determinados como óptimos para lograr una buena aceptación del producto
- Emplear otras opciones de agentes osmodeshidratantes aplicado a fresas.

- Aplicar la metodología dispuesta en este trabajo, en otras variedades de fresa o en otro tipo de frutas.
- Realizar cortes con un espesor no mayor a 2 mm para facilitar el proceso en el pretratamiento y en la deshidratación convencional.
- Determinar la capacidad de rehidratación en el producto final ya que es un parámetro importante en las modificaciones que pueden afectar la calidad del producto deshidratado.
- Determinar el rendimiento entre la fruta deshidratada con pretratamiento osmótico y la fruta deshidratada convencionalmente sin pretratamiento.
- Determinar el tiempo de vida útil del producto empleando otras metodologías.
- Examinar opciones para el jarabe obtenido del proceso de deshidratación osmótica y su posible reutilización con el fin de optimizar recursos y costos de producción.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AREVALO, S. (2017). AGUA EN LOS ALIMENTOS. TRABAJO DE PREGRADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, IQUITOS. Recuperado de [file:///C:/Users/PC/Desktop/plan%20investigacion/Syumey\\_Tesis\\_Titulo\\_2017aw.pdf](file:///C:/Users/PC/Desktop/plan%20investigacion/Syumey_Tesis_Titulo_2017aw.pdf)
- BEDÓN, N. (2014). APLICACIÓN DE MERISTEMAS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN FRESA (*Fragaria vesca* L.) CULTIVADA EN CAMPO ABIERTO Y BAJO CUBIERTA (tesis de pregrado para optar el título de ingeniera agrónoma). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7874/1/Tesis-80%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20276.pdf>
- Camargo, M., y Espitia, N. (2015). EFECTO DE LA APLICACION DEL MÉTODO COMBINADO DE OSMODESHIDRATACIÓN Y DESHIDRATACIÓN POR MICRRONDAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL MANGO Y PAPAYA (tesis de pregrado para optar el título de ingeniera en Alimentos). *FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA. Bogotá*. Recuperado de: [https://issuu.com/maosabo/docs/documento\\_final\\_tesis\\_1\\_\\_1\\_](https://issuu.com/maosabo/docs/documento_final_tesis_1__1_)
- Carvajal, M. (2016). Efecto del pre tratamiento de Deshidratación osmótica en piña (*Ananas comosus*; variedad Cayenne lise) en la cinética de Secado utilizando un secador de bandejas con corriente de aire (tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniera en Alimentos). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. Ambato, Ecuador. Recuperado de: <file:///C:/Users/PC/Desktop/plan%20investigacion/UTA.pdf>
- Coloma, E. (2013). Estudio del efecto de la Deshidratación osmótica en la Vida Útil de los Productos Secos (tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniera en Alimentos).

- Escuela Politécnica del Litoral*. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/12012/3/tesis%20isabel.pdf>
- Cuello, R. (2014). DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN FRUTAS. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/141980646/DESHIDRATACION-OSMOTICA-EN-FRUTAS-pdf>
- Díaz, R. (2012). *CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS*. La Habana : Félix Varela.
- FAO. (1971). *CODIGO DE PRACTICAS DE HIGIENE PARA LAS FRUTAS Y HORTALIZAS DESHIDRATADAS INCLUIDOS LOS HONGOS COMESTIBLES*. Recuperado de [file:///C:/Users/PC/Downloads/CXP\\_005s%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/CXP_005s%20(1).pdf)
- FAO. (2013). Procesados de frutas. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-au168s.pdf>
- GAMBOA, M. (2015). *Actualización de pruebas de laboratorio microbiológicas para el control*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8719/MONICA%20GAMBOA%20MONOGRAFIA%20%2023%20marzo%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, A., Muñoz, S., Hernández, A., González, L., y Fernández, D. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (*Ananas Comosus*, variedad Cayena lisa). *SciELO*.22(1). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-005420130001000](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-005420130001000).
- García, J., Mina, J., Torres, F., Burbano, M., y Yambay, W. (2017). *EVALUACIÓN SENSORIAL Y METODOLOGÍAS PARA SU ANÁLISIS* . Tulcán : Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Gaspareto, O., Oliveira, E., Silva, P., y Magalhães, M. (2014). Influencia del Tratamiento Osmótico en el Secado de la Banana “Nanica” (*Musa cavendishii*, L.) en Secador de Lecho Fijo. *SCIELO* , 9-16.

Manual Fresa. (2015). *PROGRAMA DE APOYO AGRÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL VICEPRESIDENCIA DE FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14312/Fresa.pdf?sequence=1>

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2996. (2015). *Productos deshidratados: zanahoria, zapallo, uvilla. Requisitos*. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://docplayer.es/25136139-Nte-inen-xx.html> P

Pérez, M., Santos, G., Soria, Montilla, y Villamiel. (2012). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN FRUTAS DESHIDRATADAS COMERCIALES COMUNES Y EXÓTICAS*. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL) (CSIC-UAM) CEI (CSIC+UAM). Recuperado de <https://previa.uclm.es/area/cta/cesia2012/cd/PDFs/1-TEC/TEC-P13T.pdf>

Posada, C. (2011). Recopilación de estudios de tiempos de vida útil de productos nuevos y ya existentes de la compañía de galletas NOEL S.A.S (Informe de práctica empresarial para optar al título de ingeniería de alimentos). Corporación universitaria lasallista. Facultad de Ingeniería de Alimentos, Caldas. Recuperado de: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/683/1/Recopilacion\\_estudios\\_vida\\_util.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/683/1/Recopilacion_estudios_vida_util.pdf)

RESOLUCIÓN NÚMERO 003929. (2016). *Reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumos) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de éstos que se procesen, empaquen, transporten, importen*. Recuperado de: [file:///C:/Users/PC/Desktop/plan%20investigacion /permisibles%20norma%20colombiana.pdf](file:///C:/Users/PC/Desktop/plan%20investigacion%20permisibles%20norma%20colombiana.pdf)

Restrepo, A., Cortés, M., y Suárez, H. (2014). *EVALUACIÓN SENSORIAL DE FRESA (Fragaria x ananassa Duch.) Y UCHUVA (Physalis peruviana L.) FORTIFICADAS*

CON VITAMINA E. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1799/179915376019.pdf>.

Santoyo, J., y Martínez, C. (2014). Paquete tecnológico para la producción de fresa. *Fundación Produce Sinaloa, A.C.* Recuperado de <file:///C:/Users/PC/Downloads/Paquete%20eTecnología->

Torres, C. (2015). Deshidratación de dos variedades de frutilla (*Fragaria vesca*) mediante la utilización de flujo de aire caliente. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*. Obtenido. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4083>

VALDEZ, K. (2014). ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE PRODUCTOS SNACKS PROCESADOS EN LA EMPRESA PROCESOS VELSAC. SAC MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y SENSORIALES (*TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO*). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, Callao. Recuperado de: [file:///C:/Users/PC/Desktop/plan%20investigacion/KrystelCecilia\\_Tesis\\_tituloprofesional\\_2014.pdf](file:///C:/Users/PC/Desktop/plan%20investigacion/KrystelCecilia_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf)

Wais, N. (2013). SECADO COMBINADO DE FRUTAS: DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y MICROONDAS (tesis de posgrado para optar por el título de Doctor en Ingeniería). Universidad nacional de la Plata: Recueperado de [file:///C:/Users/PC/Downloads/N.%20 Wais%20-%20Tesis%20Doctoral%20 \(2011\) %20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/N.%20Wais%20-%20Tesis%20Doctoral%20(2011)%20(1).pdf)



## VII. ANEXOS

**Anexo 1.** Variables evaluadas en el proceso de osmodeshidratación y deshidratación convencional

**Tabla 15.** Disminución de peso en la etapa final de osmodeshidratación

Nº de Trat.	Trat.	Peso inicial (g)	Peso final (g)
T1	a1b1c1d1	200	152,06
T2	a1b1c1d2	200	151,05
T3	a1b1c2d1	200	152,03
T4	a1b1c2d2	200	150,07
T5	a2b1c1d1	200	136,10
T6	a2b1c1d2	200	134,10
T7	a2b1c2d1	200	131,05
T8	a2b1c2d2	200	134,54
T9	a3b1c1d1	200	136,71
T10	a3b1c1d2	200	136,08
T11	a3b1c2d1	200	135,03
T12	a3b1c2d2	200	133,98

**Tabla 16.** Disminución de peso en la etapa final de deshidratación con aire caliente

Nº de Trat.	Trat.	Peso inicial (g)	Peso final (g)
T1	a1b1c1d1	152,06	34,70
T2	a1b1c1d2	151,05	34,11
T3	a1b1c2d1	152,03	32,55
T4	a1b1c2d2	150,07	32,15
T5	a2b1c1d1	136,10	34,40
T6	a2b1c1d2	134,10	34,63
T7	a2b1c2d1	131,05	31,12
T8	a2b1c2d2	134,54	35,51
T9	a3b1c1d1	136,71	36,41
T10	a3b1c1d2	136,08	36,20
T11	a3b1c2d1	135,03	36,00
T12	a3b1c2d2	133,98	37,00

**Tabla 17.** Disminución de Grados Brix del jarabe en la etapa de osmodeshidratación

Nº de Trat.	Trat.	Grados Brix inicial (%)	Grados Brix final (%)
T1	a1b1c1d1	40	33,01
T2	a1b1c1d2	40	33,02
T3	a1b1c2d1	40	33,05
T4	a1b1c2d2	40	33,11
T5	a2b1c1d1	50	25,02
T6	a2b1c1d2	50	25,03
T7	a2b1c2d1	50	25,07
T8	a2b1c2d2	50	25,10
T9	a3b1c1d1	60	28,04
T10	a3b1c1d2	60	28,09
T11	a3b1c2d1	60	28,05
T12	a3b1c2d2	60	27,97

**Tabla 18.** Disminución de Grados Brix de la fresa en la etapa de osmodeshidratación

Nº de Trat.	Trat.	Grados Brix inicial (%)	Grados Brix final (%)
T1	a1b1c1d1	6,51	7
T2	a1b1c1d2	6,51	7,01
T3	a1b1c2d1	6,51	7,02
T4	a1b1c2d2	6,51	7
T5	a2b1c1d1	6,51	9,05
T6	a2b1c1d2	6,51	9,03
T7	a2b1c2d1	6,51	9,03
T8	a2b1c2d2	6,51	9,05
T9	a3b1c1d1	6,51	9,99
T10	a3b1c1d2	6,51	10
T11	a3b1c2d1	6,51	10,01
T12	a3b1c2d2	6,51	9,99

**Tabla 19.** Disminución de pH del jarabe en la etapa final de osmodeshidratación

Nº de Trat.	Trat.	pH inicial	pH final
T1	a1b1c1d1	3,19	4,14
T2	a1b1c1d2	3,19	4,14
T3	a1b1c2d1	3,19	4,14
T4	a1b1c2d2	3,19	4,15
T5	a2b1c1d1	3,14	4,16
T6	a2b1c1d2	3,14	4,16
T7	a2b1c2d1	3,14	4,16
T8	a2b1c2d2	3,14	4,16
T9	a3b1c1d1	3,28	4,17
T10	a3b1c1d2	3,28	4,17
T11	a3b1c2d1	3,28	4,17
T12	a3b1c2d2	3,28	4,17

**Tabla 20.** Disminución de pH de la fresa en la etapa final de osmodeshidratación

Nº de Trat.	Trat.	pH inicial	pH final
T1	a1b1c1d1	3,16	3,58
T2	a1b1c1d2	3,16	3,57
T3	a1b1c2d1	3,16	3,58
T4	a1b1c2d2	3,16	3,58
T5	a2b1c1d1	3,16	3,56
T6	a2b1c1d2	3,16	3,56
T7	a2b1c2d1	3,16	3,56
T8	a2b1c2d2	3,16	3,55
T9	a3b1c1d1	3,16	3,61
T10	a3b1c1d2	3,16	3,61
T11	a3b1c2d1	3,16	3,60
T12	a3b1c2d2	3,22	3,60

**Anexo 2.** Cuestionario de prueba de nivel de agrado

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**  
**ESCUELA DE ALIMENTOS**  
**PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO**

Fecha: ..... Género:  M  F Edad:..... años

**Instrucciones:**

Usted ha recibido trece muestras codificadas de fresa deshidratada con pretratamiento osmótico. Proceda a degustarlas una a continuación de la otra, cuidando de enjuagarse la boca luego de su degustación. Coloque los números del 1 al 5 en cada atributo, según su apreciación sensorial, donde 1: característica de menor valor y 5: característica de mayor valor.

Indique el grado de aceptación o rechazo de cada muestra acorde a los siguientes indicadores.

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho

CÓDIGO	Calificación para cada atributo sensorial			
	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				
T13				

**Observaciones**.....  
.....  
.....

**¡Gracias por su colaboración!**

**Anexo 3.** Cuestionario de prueba de aceptación/rechazo

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**ESCUELA DE ALIMENTOS**

**PRUEBA DE ACEPTACIÓN/RECHAZO**

Fecha: ..... Género:  M  F Edad: ..... años

**Instrucciones:**

Usted ha recibido dos muestras codificadas de fresa deshidratada con pretratamiento osmótico. Proceda a degustarlas una a continuación de la otra, cuidando de enjuagarse la boca luego de su degustación. Coloque una X, según su apreciación sensorial: (si) acepta o (no) rechaza.

CÓDIGO	Atributo sensorial	Aceptación general del producto	
		Si	No
T5	Color		
	Olor		
	Sabor		
	Textura		
T7	Color		
	Olor		
	Sabor		
	Textura		

**¡Gracias por su colaboración!**

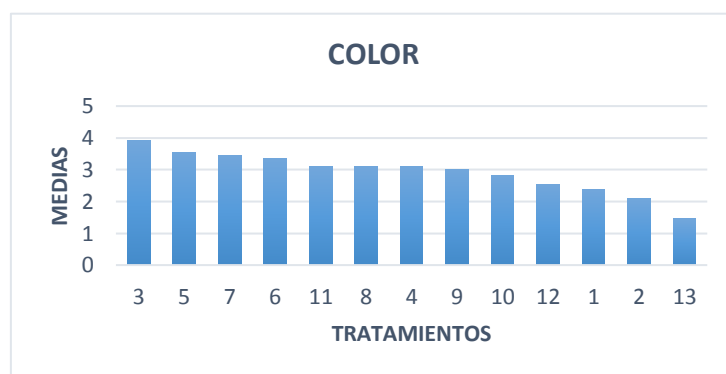
**Anexo 4.** Análisis estadístico para la determinación del mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial del producto

**Tabla 21.** Análisis de varianza para el parámetro color de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRAT	12	57,64	4,803	4,05	0
Error	130	154,18	1,186		
Total	142	211,82			

**Tabla 22.** Test de Tukey, 95%, para el parámetro color de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

Trat	N	Media	Agrupación		
3	11	3,909	A		
5	11	3,545	A	B	
7	11	3,455	A	B	
6	11	3,364	A	B	
11	11	3,091	A	B	
8	11	3,091	A	B	
4	11	3,091	A	B	
9	11	3,000	A	B	C
10	11	2,818	A	B	C
12	11	2,545	A	B	C
1	11	2,364	A	B	C
2	11	2,091		B	C
13	11	1,455			C



**Figura 7.** Tratamientos Vs Color

**Tabla 23.** Análisis de varianza para el parámetro olor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRAT	12	15,66	1,305	1,27	0,244
Error	130	133,64	1,028		
Total	142	149,3			

**Tabla 24.** Test de Tukey, 95%, para el parámetro olor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

TRAT	N	Media	Agrupación
6	11	3,636	A
7	11	3,364	A
5	11	3,364	A
3	11	3,364	A
8	11	3,182	A
12	11	3,091	A
9	11	3,091	A
2	11	3,091	A
4	11	3	A
11	11	2,818	A
10	11	2,818	A
1	11	2,818	A
13	11	2,273	A



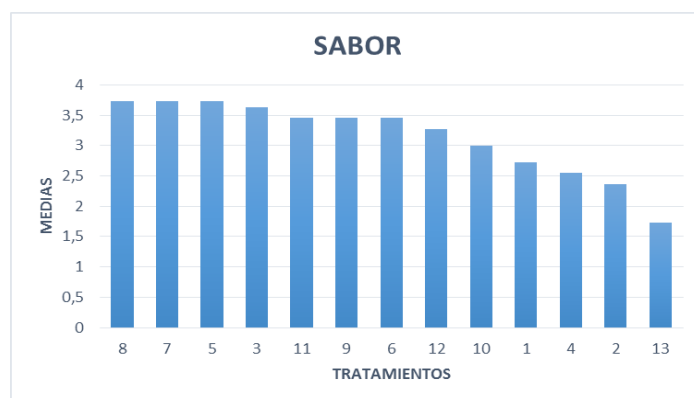
**Figura 8.** Tratamientos Vs Olor

**Tabla 25.** Análisis de varianza para el parámetro sabor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRAT	12	52,11	4,343	3,46	0
Error	130	163,09	1,255		
Total	142	215,2			

**Tabla 26.** Test de Tukey, 95%, para el parámetro sabor de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

TRAT	N	Media	Agrupación	
8	11	3,727	A	
7	11	3,727	A	
5	11	3,727	A	
3	11	3,636	A	
11	11	3,455	A	
9	11	3,455	A	
6	11	3,455	A	
12	11	3,273	A	B
10	11	3,00	A	B
1	11	2,727	A	B
4	11	2,545	A	B
2	11	2,364	A	B
13	11	1,727	B	



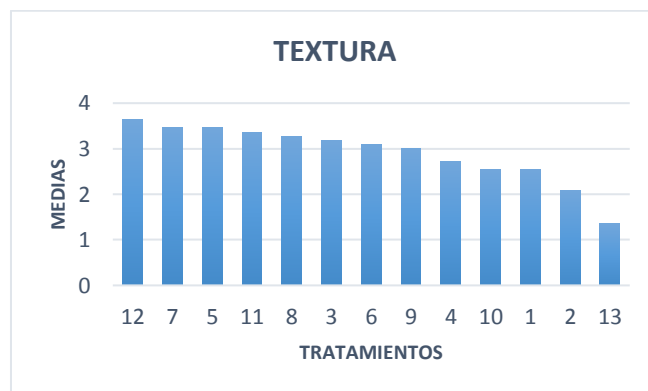
**Figura 9.** Tratamientos Vs Sabor

**Tabla 27.** Análisis de varianza para el parámetro textura de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRAT	12	54,27	4,522	3,41	0
Error	130	172,36	1,326		
Total	142	226,63			

**Tabla 28.** Test de Tukey, 95%, para el parámetro textura de la fresa deshidratada con pretratamiento de osmosis para cada tratamiento en comparación con el testigo.

TRAT	N	Media	Agrupación	
12	11	3,636	A	
7	11	3,455	A	
5	11	3,455	A	
11	11	3,364	A	
8	11	3,273	A	
3	11	3,182	A	
6	11	3,091	A	
9	11	3,000	A	B
4	11	2,727	A	B
10	11	2,545	A	B
1	11	2,545	A	B
2	11	2,091	A	B
13	11	1,364	B	



**Figura 10.** Tratamientos Vs Textura

**Tabla 29.** Prueba de Kruskal-Wallis: SI vs. TRAT

TRAT	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
3	50	1	48,5	-0,69
5	50	1	52,5	0,69
General	101		50,5	

**Tabla 30.** Prueba de Kruskal-Wallis

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0,48	0,491
Ajustado para empates	1	0,79	0,375



**Tabla 31.** Prueba de Kruskal-Wallis: NO vs. TRAT

TRAT	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
3	50	0	54	1,21
5	50	0	47	-1,21
General	100		50,5	

**Tabla 32.** Prueba de Kruskal-Wallis

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	1,46	0,228
Ajustado para empates	1	2,59	0,108

## Anexo 5. Resultados del análisis microbiológico



INFORME DE ENSAYO NR. 185842

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	YAJAIRA QUILUMBAQUIN		
DIRECCION:	TABACUNDO		
TIPO DE MUESTRA:	FRESAS OSMODESHIDRATADAS		
TIPO DE PRODUCTO:	FRESAS OSMODESHIDRATADAS		
FECHA DE ELABORACION:	14.06.2019	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	CONTENIDO DECLARADO:	ND
MATERIAL DE ENVASE:	FUNDA ZIPLOC	FORMA DE CONSERVACION:	AMBIENTE

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	185842- 1	CONTENIDO ENCONTRADO:	229.4g
FECHA RECEPCION:	19/06/17	FECHA INICIO ENSAYO:	19/06/17
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 20 ° C		
		MUESTREO:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Mohos y Levaduras*	AOAC 2014.05	UPM/g	<10
E. coli	SEM-CT (AOAC 991.14)	UFC/g	<10
ENSAYOS ORGANOLEPTICOS*	METODO	UNIDAD	RESULTADO
Color	SENSORIAL	---	Rojo, café claro, anaranjado, café, amarillo
Olor	SENSORIAL	---	Característico
Aspecto	SENSORIAL	---	Característico

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE y A2LA\*  
Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 05-001

Datos tomados del cuaderno de FQ 119 pág. 163B / Microbiología 140 pág. 94B

INCERTIDUMBRE:		
PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO	INCERTIDUMBRE	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de aproximadamente un 95%
COLIFORMES Y E. COLI	U <sub>ex</sub> = 0,32; A= (log C±U <sub>ex</sub> ); U= Potencia(10:A)	
MOHOS Y LEVADURAS	U <sub>ex</sub> = 0,38; A= (log C±U <sub>ex</sub> ); U= Potencia(10:A)	

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

19/06/24

Atentamente,

FECHA EMISION

Firmado digitalmente por: MAYRA  
YADIRA VINUEZA MANOSALVAS  
Fecha y hora: 24.06.2019 15:12:45

### Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

### Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

### Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directordecadidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec  
Melchor Toaza N01-03 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450011 - 0992750633

Página 1 de 1

## Anexo 6. Fotografías

### Preparación de los tratamientos



*Figura 11.* Recepción de fresas



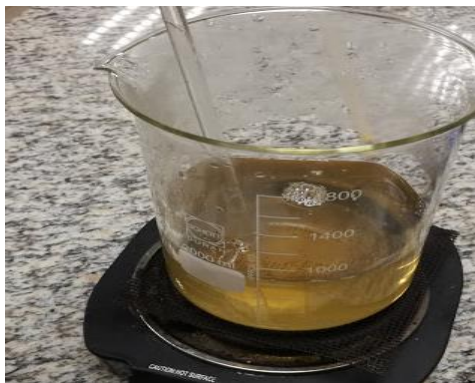
*Figura 12.* Pesado



*Figura 13.* Lavado y desinfección



*Figura 14.* Troceado



*Figura 15.* Preparación de soluciones osmóticas



*Figura 16.* Proceso de osmodeshidratación

## Determinación de acidez, pH, humedad y sólidos solubles



*Figura 17.* Medición de pH



*Figura 18.* Medición de acidez



*Figura 19.* Determinación de humedad



*Figura 20.* Medición de sólidos solubles

## Deshidratado de muestras



**Figura 21.** Muestras después de la osmodeshidratación



**Figura 22.** Bandejas del deshidratador



**Figura 23.** Deshidratador de base eléctrica con ventilador turbo y corriente de aire caliente



**Figura 24.** Muestras deshidratadas

## Análisis sensorial



*Figura 25.* Primera etapa de análisis sensorial efectuado por los docentes de la Escuela de Ingeniería en Alimentos



*Figura 26.* Segunda etapa de análisis sensorial

## Análisis de actividad de agua



*Figura 27.* Almacenamiento de las muestras para evaluar la estabilidad



*Figura 28.* Análisis de actividad de agua

**Anexo 7.** Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

<b>14.5 Frutos secos (dátiles, tamarindo, otros) y Semillas (castañas, maní, pecanas, nuez, almendras, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Levaduras	3	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>

**Anexo 8.** Resolución número 003929 del reglamento colombiano para frutas deshidratadas o desecadas

<b>6.10. Frutas deshidratadas o desecadas</b>				
<b>6.10.1 Requisitos generales:</b>				
1. Los productos incluidos en este grupo de alimentos deben contener mínimo 12% de humedad.				
2. Las frutas antes de ser deshidratadas pueden ser sometidas a pretratamiento con el objetivo de inactivar enzimas, destruir sustratos, limpiar el producto ó favorecer la rehidratación. Estos procesos dependerán de las propiedades de las frutas y del método de secado a utilizar.				
<b>6.10.2 Requisitos microbiológicos:</b> A continuación se listan los requisitos microbiológicos que deben cumplir las frutas deshidratadas o desecadas:				
<b>Tabla No. 17. Requisitos microbiológicos para frutas deshidratadas</b>				
Parámetro	n	M	M	c
Recuento de mohos y levaduras/g o ml	5	10	100	1
Dónde:				
n = Número de unidades a examinar				
m = Índice máximo permisible para Identificar nivel de buena calidad				





**Anexo 9.** Certificado o acta de Perfil de Investigación