

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE DOS
AGENTES OSMODESHIDRATANTES EN LA OBTENCIÓN DE *Vaccinium
myrtilus* "arándano" DESHIDRATADO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTORES: Bach. GENRI HITALO SOTO MEDINA
Bach. YURI GUABLOCHO CHÁVEZ**

ASESOR: Ing. SEGUNDO VICTOR OLIVARES MUÑOZ.

CHACHAPOYAS - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE DOS
AGENTES OSMODESHIDRATANTES EN LA OBTENCION DE *Vaccinium
myrtillus* "arándano" DESHIDRATADO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTORES: Bach. GENRI HITALO SOTO MEDINA

Bach. YURI GUABLOCHO CHÁVEZ

ASESOR: Ing. SEGUNDO VICTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE DOS
AGENTES OSMODESHIDRATANTES EN LA OBTENCIÓN DE *Vaccinium*
myrtillus "arándano" DESHIDRATADO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTORES: Bach. GENRI HITALO SOTO MEDINA

Bach. YURI GUABLOCHO CHÁVEZ

ASESOR: Ing. SEGUNDO VICTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS - PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado por un buen sendero

A mis padres: Víctor Manuel Soto Vásquez y Paulina Medina Bustamante, a mis hermanos y a Eliana por su apoyo incondicional.

Genri Hitalo.

A Dios por estar a cada paso que doy, por cuidarme y darme fortaleza, a mis padres Félix Guablocho Cruz y María del pilar Chávez Picón quienes han velado por mi bien estar y educación. Depositando su confianza en cada reto que se presentó sin dudar en ningún momento de mis capacidades.

Yuri Guablocho.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su bendición e iluminar nuestro camino para seguir adelante y lograr culminar este trabajo de investigación con éxito.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, institución a la cual debemos la realización profesional, en especial a los docentes y técnicos encargados de los laboratorios de Ingeniería, Tecnología Agroindustrial y la Planta Piloto Agroindustrial, los cuales coadyuvaron para la ejecución de mi proyecto de tesis.

Al Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz, asesor de la tesis, por su tiempo, paciencia, dedicación y conocimientos aportados para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Ph.D., Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO**

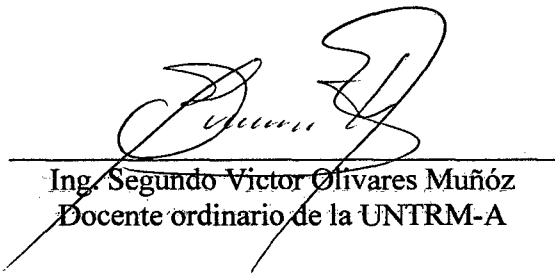
**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

**Ms. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO
DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El que suscribe, docente ordinario de la UNTRM-A, da el visto bueno, en su calidad de asesor a la Tesis **EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE DOS AGENTES OSMODESHIDRATANTES EN LA OBTENCION DE *Vaccinium myrtillus* “arándano” DESHIDRATADO**, ejecutado por los tesisistas **Bach. GENRI HITALO SOTO MEDINA** y **Bach. YURI GUABLOCHO CHÁVEZ**, egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-A, en consecuencia la tesis debe ser evaluada por el jurado para su posterior sustentación previa a la corrección de observaciones.

Se expide la presente, a solicitud de los interesados, para los fines que estimen convenientes.

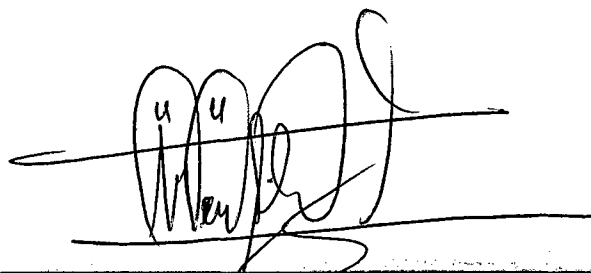


Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz
Docente ordinario de la UNTRM-A

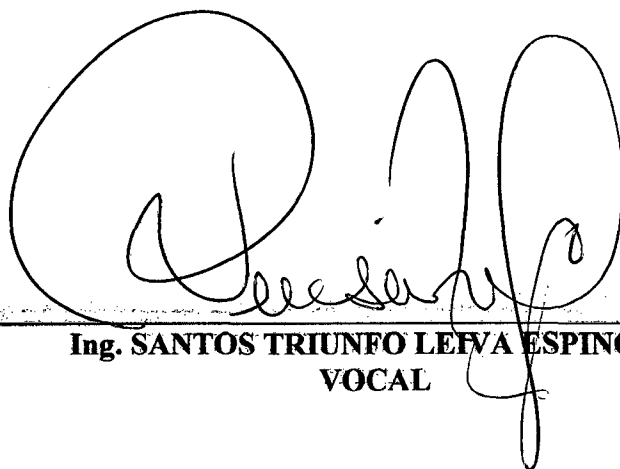
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



**Ing. ERICK ALDO AQUINIVIN SILVA
PRESIDENTE**



**Ing. MEREGILDO SILVA RAMIREZ
SECRETARIO**



**Ing. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA
VOCAL**

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD.....	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	iv
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	5
2.1. Lugar de ejecución.....	5
2.2. Material biológico.....	5
2.3. Métodos experimentales.....	5
2.3.1. Análisis físicoquímico de la materia prima.....	5
• Determinación de sólidos totales (°Brix).....	5
• Determinación de cenizas.....	5
• Determinación de humedad.....	6
• Determinación de acidez titulable.....	6
• Determinación de Índice de madurez.....	6
• Determinación de pH.....	7
• Determinación de Ácido Ascórbico.....	7

2.3.2.	Deshidratación de arándanos.....	8
2.3.3.	Evaluación de la deshidratación osmótica.....	11
	• Pérdida de peso (WR).....	11
	• Pérdida de agua (WL).....	11
	• Ganancia de sólidos (SG).....	11
2.3.4.	Análisis del producto obtenido.....	12
	2.3.4.1. Evaluación sensorial.....	12
	2.3.4.2. Análisis fisicoquímico del producto.....	12
	• Determinación de pH	13
	• Determinación de humedad.....	13
	• Determinación de cenizas.....	13
	• Determinación de acidez.....	14
	• Determinación de ácido ascórbico.....	14
	2.3.4.3. Análisis estadístico.....	15
III.	RESULTADOS.....	17
IV.	DISCUSIONES.....	28
V.	CONCLUSIONES.....	31
VI.	RECOMENDACIONES.....	32
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
	ANEXOS.....	36
	ANEXO 1. Resultados obtenidos de los análisis realizados para la osmodeshidratación de <i>Vaccinium myrtillus</i> “Arándano”	37
	ANEXO 2. Formato de test de Escala Hedónica.....	64
	ANEXO 3. Fotografías.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Escala hedónica de 7 puntos.....	12
Tabla 02. Valores de osmodeshidratación y secado de <i>Vaccinium myrtillus</i> “Arándano” para ocho tratamientos	17
Tabla 03. Valores de las características fisicoquímicas del Arándano fresco.....	17
Tabla 04. Valores de la pérdida de peso en la deshidratación osmótica de <i>Vaccinium myrtillus</i> “Arándano” para ocho tratamientos con tres repeticiones.....	18
Tabla 05. Valores de la pérdida de agua en la deshidratación osmótica de <i>Vaccinium myrtillus</i> “Arándano” para ocho tratamientos con tres repeticiones.....	20
Tabla 06. Valores de la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de <i>Vaccinium myrtillus</i> “Arándano” para ocho tratamientos con tres repeticiones.....	21
Tabla 07. Valor acumulado en los parámetros (Aspecto, flavor y textura), de las características organolépticas de Arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.....	24
Tabla 08. Caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento (Tratamiento 3).....	26
Tabla 09. Descripción de las características sensoriales de Arándano osmodeshidratado...	27
Tabla 10. Análisis de varianza para la pérdida de peso, de arándano osmodeshidratado.....	37
Tabla 11. Promedio de los valores del factor A (agente osmótico), para la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado	37
Tabla 12. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor A (agente osmótico), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	37
Tabla 13. Promedio de los valores del factor B (concentración de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado	38
Tabla 14. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor B (concentración de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado	38
Tabla 15. Promedio de los valores del factor C (temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado	38
Tabla 16. Tabla 16. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor C (temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	38

Tabla 17. Promedios ordenados de la interacción A x B (Agente osmótico y Concentración de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado	39
Tabla 18. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x B en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	39
Tabla 19. Promedios ordenados de la interacción A x C (Agente osmótico y Temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	40
Tabla 20. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x C en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	40
Tabla 21. Promedios ordenados de la interacción B x C (Concentración de la solución y Temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	41
Tabla 22. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción B x C en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	41
Tabla 23. Promedios ordenados de la interacción A x B x C (Agente osmótico, Concentración de la solución y temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	42
Tabla 24. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	42
Tabla 25. Análisis de varianza para la pérdida de agua, de arándano osmodeshidratado....	43
Tabla 26. Promedio de los valores del factor A (Agente osmótico), para la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	44
Tabla 27. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor A (agente osmótico), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	44
Tabla 28. Promedio de los valores del factor B (Concentración de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	44
Tabla 29. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor B (concentración de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado	45
Tabla 30. Promedio de los valores del factor C (temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	45

Tabla 31. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor C (Temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	45
Tabla 32. Promedios ordenados de la interacción A x B (Agente osmótico y Concentración de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	45
Tabla 33. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x B en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	46
Tabla 34. Promedios ordenados de la interacción A x C (Agente osmótico y Temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	46
Tabla 35. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x C en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	47
Tabla 36. Promedios ordenados de la interacción B x C (Concentración de la solución y Temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	47
Tabla 37. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción B x C en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	48
Tabla 38. Promedios ordenados de la interacción A x B x C (Agente osmótico, Concentración de la solución y temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	48
Tabla 39. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	49
Tabla 40. Análisis de varianza para la ganancia de sólidos, de arándano osmodeshidratado.....	50
Tabla 41. Promedio de los valores del factor A (Agente osmótico), para la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	50
Tabla 42. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor A (agente osmótico), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	51
Tabla 43. Promedio de los valores del factor B (Concentración de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	51
Tabla 44. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor B (concentración de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	51

Tabla 45. Promedio de los valores del factor C (temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	51
Tabla 46. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor C (Temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	52
Tabla 47. Promedios ordenados de la interacción A x B (Agente osmótico y Concentración de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	52
Tabla 48. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x B en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	52
Tabla 49. Promedios ordenados de la interacción A x C (Agente osmótico y Temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	53
Tabla 50. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x C en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	53
Tabla 51. Promedios ordenados de la interacción B x C (Concentración de la solución y Temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	54
Tabla 52. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción B x C en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	54
Tabla 53. Promedios ordenados de la interacción A x B x C (Agente osmótico, Concentración de la solución y temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	55
Tabla 54. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	55
Tabla 55. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto a aspecto del Arándano osmodeshidratado, para los ocho tratamientos.....	57
Tabla 56. Análisis de varianza para aspecto de arándano osmodeshidratado.....	57
Tabla 57. Promedios ordenados de los tratamientos en aspecto de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.....	58
Tabla 58. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos, en el aspecto de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.....	58

Tabla 59. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto a flavor del Arándano osmodeshidratado, para los ocho tratamientos.....	59
Tabla 60. Análisis de varianza para flavor de arándano osmodeshidratado.....	60
Tabla 61. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto a textura del Arándano osmodeshidratado, para los ocho tratamientos.....	60
Tabla 62. Análisis de varianza para textura de arándano osmodeshidratado.....	61
Tabla 63. Promedios ordenados de los tratamientos en textura de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.....	61
Tabla 64. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos, en la textura de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Flujo para la deshidratación osmótica de <i>Vaccinium myrtillus</i> “arándano”.....	10
Figura 02. Valores obtenidos de la caracterización fisicoquímica del arándano fresco.....	18
Figura 03. Valores obtenidos del porcentaje de pérdida de peso (%WR) durante la osmodeshidratación de Arándano, para ocho tratamientos.....	19
Figura 04. Valores obtenidos del porcentaje de pérdida de agua (%WL) durante la osmodeshidratación de Arándano, para ocho tratamientos.....	21
Figura 05. Valores obtenidos del porcentaje de ganancia de sólidos (%SG) durante la osmodeshidratación de Arándano, para ocho tratamientos.....	23
Figura 06. Porcentaje de pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG), durante la osmodeshidratación de Arándano para ocho tratamientos.....	23
Figura 07. Valores obtenidos del Arándano osmodeshidratado en el parámetro aspecto de las características organolépticas, para los ocho tratamientos.....	24
Figura 08. Valores obtenidos del Arándano osmodeshidratado en el parámetro flavor de las características organolépticas, para los ocho tratamientos.....	25
Figura 09. Valores obtenidos del Arándano osmodeshidratado en el parámetro textura de las características organolépticas, para los ocho tratamientos.....	25
Figura 10. Valores obtenidos de las características organolépticas del Arándano osmodeshidratado en los parámetros, para ocho tratamientos.....	26
Figura 11. Valores obtenidos de las características fisicoquímicas del mejor tratamiento.....	26
Figura 12. Características fisicoquímicas del arándano fresco y del arándano osmodeshidratado.....	27
Figura 13. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x B, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	39
Figura 14. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x C, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	40
Figura 15. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción B x C, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	41
Figura 16. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de los tratamientos, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.....	43

Figura 17. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x B, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	46
Figura 18. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x C, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	47
Figura 19. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción B x C, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	48
Figura 20. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de los tratamientos, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.....	50
Figura 21. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x B, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	53
Figura 22. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x C, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	54
Figura 23. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción B x C, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	55
Figura 24. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de los tratamientos, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.....	56
Figura 25. Representación de los grupos homogéneos por segmentos de recta de los tratamientos, en el aspecto de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.....	59
Figura 26. Representación de los grupos homogéneos por segmentos de recta de los tratamientos, en la textura de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.....	63

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la temperatura y concentración de dos agentes osmodeshidratantes en la obtención de *Vaccinium myrtillus* “arándano” deshidratado. Se sometió el arándano a osmodeshidratación, y posteriormente secado con aire caliente en un secador de bandejas. Se utilizó frutos enteros de arándanos, en dos concentraciones a 60 y 70 °Brix de jarabe de sacarosa y miel de abeja, temperatura de 50 y 60 °C, en relación jarabe fruta de 3:1, se realizó el secado con aire a 60 °C, con velocidad de 3,5 m/s. Se utilizó un diseño trifactorial 2A x 2B x 2C, teniendo 8 tratamientos, con tres repeticiones. Basado en un Diseño Completamente al Azar (DCA), y para las comparaciones múltiples con Tukey al 95%. Se obtuvo pérdida de peso, agua y ganancia de sólidos, diferentes por cada tratamiento, en el análisis fisicoquímico se obtuvo la mayor ganancia de sólidos en el tratamiento T8 (Miel de abeja, 70 °Brix y 60 °C), se determinó que la mayor pérdida de peso lo obtuvo el tratamiento T5 (Miel de abeja, 60 °Brix y 50 °C) y la mayor pérdida de agua el tratamiento T7 (Miel de abeja, 70 °Brix y 50 °C) que fue de 31.76 % y 39.79 % respectivamente, asimismo el T3 (Sacarosa, 70 °Brix y 50 °C) fue el que tuvo mayor nivel de aceptación por los panelistas con un contenido de ácido ascórbico de 11.3 mg/100g.

Palabras claves: Osmodeshidratación, *Vaccinium myrtillus*, sacarosa, miel de abeja

ABSTRACT

The present investigation had as objective evaluate the temperature and concentration of two agents osmodeshidratants for obtaining of *Vaccinium myrtillus* "blueberry" desidratated. It's submitted the blueberry to osmodeshidratacion and after dried with air in a hair dryer of trays. It used fruits enteres of blueberry in two concentrations to 60 and 70°Brix of syrup of to extract and honey of bee, temperature of 50 and 60°C, in relation syrup fruit of 3:1, it was realized the to dried with air to 60°C with velocity of 3.5 m/s. it's used an shetch triffactorial 2A X 2B X 2C, having 8 treatments, with thee repetitions. Based in a shetch completely the chance (DCA), and for the multiple comparison with Tukey the 95%. It's obtained lost of weight, water and gain of solids, differents by each treatment, in the physicochemical analysis. it's obtained the most gain of solids in the treatment T8(honey of bee, 70°Brix and 60°C), it's determineted that the most lost of weight the obtain the treatment T5(honey of bee, 50°C) and the most lost of water the treatment T7(honey of bee, 70°Brix and 50°C) that, was of 31.76% and 39.79% aceptability, the T3 (to extract, 70° Brix and 50°C) went the that had most level of aceptation by the panelists with a contain of acid ascórbico of 11.3 mg/100g.

Key words: Osmodeshidratacion, *Vaccinium myrtillus*, to extract, honey of bee

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el uso de la deshidratación sirve de base para desarrollar nuevos alimentos por ser fuentes de proteínas, vitaminas y fibra dietética, por esa razón son considerados como componentes o ingredientes de alimentos funcionales, debido a su fácil incorporación de los mismos, por ejemplo en platos preparados, postres, yogurt, helados, galletas, pasteles, sopas instantáneas (Primo, 1997).

La deshidratación osmótica (DO) consiste básicamente en la remoción del contenido de agua del producto con un aumento simultáneo de sólidos por efecto de la presión osmótica, que ocurre por inmersión de un alimento sólido (entero o en trozos) en una solución hipertónica de uno o más solutos (agente deshidratante) por un cierto tiempo y temperatura específicos. Además de los flujos de salida de agua y entrada de solutos en el alimento, se observa salida de solutos de bajo peso molecular del propio producto (azúcares, ácidos orgánicos, sales y vitaminas), que ocurre en cantidades despreciables, pero ejerce una importante influencia con relación a la composición y calidad del producto final (Raoult y Wack, 1994).

En Uruguay se desarrolló una investigación de un proceso de deshidratación osmótica para la producción de pasas confitadas de arándano de humedad intermedia (entre 18% y 40%), ensayando distintas soluciones de azúcares. La estrategia para lograr el desarrollo del producto y de su proceso de producción, es una combinación de información experimental (producto y proceso) y de la formulación de modelos teóricos, empíricos o semiempíricos que vinculan las principales variables del proceso. Se realizaron determinaciones experimentales de las cinéticas de deshidratación osmótica de arándanos en soluciones de sacarosa y fructosa, los resultados tanto para la pérdida de agua como la ganancia de sólidos se ajustaron con los distintos modelos disponibles del proceso. Del ajuste de cada uno de los datos experimentales, se determinaron los parámetros de cada modelo y los errores de predicción respectivos. En general se lograron buenos ajustes para todos los modelos ensayados, con errores medios relativos de 12.2% para la pérdida de agua y de 5.5% para la ganancia de sólido. (Zecchi, et al., 2005)

En Argentina se determinó la cinética de deshidratación osmótica de Yacón, utilizando sacarosa como soluto y el coeficiente de difusión usando la ecuación de Hawkes y Flink. Se la deshidrató osmóticamente con solución de sacarosa al 40% (p/p),

hasta $a_w = 0,97$. El proceso se realizó a temperatura de 25 °C y con agitación continua (105 rpm). Se determinó la pérdida de peso de las muestras, la ganancia de sólidos y la retención de agua. La mayor transferencia de masa, tanto de agua como de soluto, ocurre durante los primeros 60 a 90 minutos de proceso, lográndose una ganancia media de sólidos de 9,5 [g. 100 g⁻¹ materia fresca] y una pérdida de agua de 68,8 [g.100 g⁻¹ materia fresca]. Se puede asegurar que es posible aplicar satisfactoriamente el proceso de deshidratación osmótica en Yacón como pre tratamiento de conservación. (Maldonado, et al., 2008)

En Argentina se determinó experimentalmente la pérdida de agua y ganancia de sólidos durante la deshidratación osmótica de rodajas de pera y kiwi en soluciones de sacarosa de 40 y 60 °Brix. A partir de los datos experimentales se determinaron los coeficientes de difusión aparentes del agua y sacarosa, utilizando la ley de Fick. También se obtuvieron relaciones empíricas de pérdida de agua y ganancia de sólidos en función del tiempo. (Bianchi, et al., 2000)

Desarrollaron un estudio sobre deshidratación osmótica en piña (*Ananas comosus*), como un pre-tratamiento, determinaron que al aumentar la temperatura la pérdida de agua en la fruta aumentó y que al aumentar la concentración del jarabe aumentó la ganancia de sólidos en la misma. (Lombard et al., 2008),

Estudios realizados por Fernandes et. al., (2006), sobre deshidratación osmótica de papaya (Carica papaya), demostraron que al aumentar la concentración de sacarosa en la solución osmótica condujo a una mayor pérdida de agua de las frutas hacia la solución osmótica. La influencia de la solución osmótica en la transferencia efectiva de masa es más fuerte que la influencia de la temperatura en el proceso.

La ganancia de sólidos como la pérdida de agua aumenta al hacerlo la relación entre el jarabe y la masa del alimento. En estudios realizados sobre el efecto de la relación entre el jarabe y la masa de frutas sobre el tratamiento osmótico de piña a 21°C, se observaron que la pérdida de agua aumenta hasta que la razón jarabe fruta llegaba a 4-1 (Rahman 2003).

Se evaluaron los efectos del escaldado como pretratamiento y la composición del azúcar de la solución osmótica en las características fisicoquímicas, morfológicas y

antioxidantes (fenoles y antocianinas) de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) osmodeshidratados; encontrando que ambos, polifenoles totales y antocianinas totales se perdieron parcialmente en los ensayos osmóticos (60 °Brix); se observaron mayores pérdidas de hasta el 36% de antocianinas totales en las muestras no escaldadas, sin diferencias relacionadas con el tipo de solución osmótica utilizada (sacarosa, fructuosa o glucosa), indicando que el escaldado tiene un efecto positivo en la conservación de los componentes polifenólicos debido a la inactivación de las polifenoloxidasas endógenas por el escaldado a 85 °C por 3 min. Lo que podría estar explicando el incremento en la retención de antocianinas con el incremento de temperatura, siempre que la concentración de la solución osmótica sea superior a 40 °Brix. Giovanelli et al. (2012)

En la tesis “Efecto de tres agentes osmóticos en la deshidratación y secado con aire caliente del mango” observaron el efecto que tiene la concentración de la solución sobre el porcentaje de la pérdida de peso es significativo y se hace más notorio en los rangos extremos de concentración del agente osmótico, es decir, a bajas concentraciones (50%), o a altas concentraciones (70%). (Chávez y Delgado, 2013)

Pinto (1994), utilizó soluciones de azúcar, panela y miel de abejas para la deshidratación osmótica de zapote, se sometió al proceso osmótico durante cuatro horas reduciendo el contenido de volumen de la fruta en un 25 – 30 %; de los tres endulzante comprobó que no existe diferencia significativa en la deshidratación osmótica utilizando miel de abejas y azúcar.

El efecto de la deshidratación osmótica e impregnación al vacío del aguaymanto es el descenso de la humedad hasta 58% de agua, la ganancia de sólidos totales llegando a cuantificar 42.33 °Brix y concentración de ácido ascórbico en promedio de 40 mg, además se observó arrugamiento del producto y cambio de color exterior. (Olivares, 2014)

La deshidratación osmótica logró un producto deshidratado con características de aroma, flavor y textura características del aguaymanto; sin embargo en el caso del sabor se incrementó el sabor dulce el cual fue un factor determinante en la aceptación durante la evaluación sensorial en la cual se obtuvo una calificación hedónica de 4.87 que indica que el producto gusta muchísimo. (Olivares, 2014).

La osmodeshidratación y secado por aire caliente es utilizado en muchos vegetales y frutas para darle un valor agregado y finalidad de conservación, en muchas ocasiones, no se dispone de la materia prima en fresco durante todo el año, por lo mismo que estas frutas son estacionales.

En el distrito de Magdalena, región Amazonas hay disponibilidad de este fruto, pero por el desconocimiento de los pobladores de las propiedades que este fruto tiene no es comercializado como el caso de otros frutos silvestres como la zarzamora. Ellos también desconocen de las muchas propiedades que tiene el fruto para la salud. El fruto es consumido en épocas del año que este produce, suelen aprovechar el fruto en fresco, y elaboran mermeladas caseras, solo para el consumo propio.

La finalidad del proyecto es generar un producto a base de arándanos y así generar una fuente de ingreso económico para los pobladores que radican en esa comunidad, dándole un valor comercial, entendiéndose que este fruto silvestre no solo sea consumido en fresco y mermeladas caseras, si no darle un valor agregado en forma de fruta deshidratada tipo pasas.

Por ello se pretende realizar el estudio de las variables concentración de dos diferentes agentes osmodeshidratantes sacarosa y miel de abeja que tienen un efecto sobre la elaboración y aceptabilidad de arándano deshidratado tipo pasa.

En “tío pucro” lugar denominado en el distrito de Magdalena se tiene disponibilidad de este fruto en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, (SIERRA EXPORTADORA, 2015), por lo que se puede adquirir en esta época del año dicha materia asimismo realizar el proceso de osmodeshidratación en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, región Amazonas, en el laboratorio de Ingeniería y laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Material Biológico

Se utilizó frutos de *Vaccinium myrtillus* “arándano”, en su estado de madurez fisiológica óptima y textura firme, sin presencia de daños por insectos, golpes o fisuras; los cuales fueron obtenidos del distrito de Magdalena, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas.

2.3. Métodos experimentales

2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima.

- **Determinación de Sólidos totales (°Brix).**

Para la determinación de los sólidos solubles totales se utilizó un Brixómetro RF-8d previamente calibrado, para esto se agregó dos gotas del zumo de arándano en un refractómetro digital, el resultado se expresó en °Brix.

- **Determinación de Cenizas.**

Para determinar el contenido de cenizas se utilizó el método de calcinación.

- a) Se pesó el crisol (W1).
- a) En el crisol se pesó 1 g de arándano (W2).
- b) Después se colocó el crisol conteniendo la muestra en una cocina eléctrica para que se queme la muestra hasta eliminar todo el humo.
- c) Luego se introdujo la muestra a calcinar en una mufla, y se cerró la puerta.
- d) Se encendió la mufla, se programó la temperatura a 700 °C.
- e) Luego que llegó a ésta temperatura se dejó por 3 horas.
- f) Posteriormente se apagó la mufla manualmente con la llave de contacto.

- g) Después se dejó enfriar entre 10 a 12 horas.
- h) Se realizó una tercera pesada del crisol y la ceniza obtenida (W3).
- i) Finalmente se calculó el porcentaje de cenizas con la siguiente fórmula:

$$\%Ceniza = 100\left(\frac{W3 - W1}{W2 - W1}\right)$$

- **Determinación de Humedad.**

Se determinó el contenido de humedad de las muestras de arándano utilizando un analizador automático de humedad (ADAM, modelo AMB50) que funciona a base de radiación infrarroja. Se prendió el analizador automático, luego se taró un contenedor (papel aluminio) y se colocó 1 gr de arándano previamente triturada. Después se tapó y presionó dos veces start hasta que el analizador de humedad nos avisó con un sonido el resultado, el cual se expresó en porcentaje (%) de humedad.

- **Determinación de Acidez titulable.**

La acidez se determinó mediante una titulación ácido-base, utilizando una bureta, se colocó fenolftaleína como indicador y como titulante hidróxido de sodio (0.1N). El resultado se expresó en porcentaje (%) de ácido ascórbico porque es el que se encuentra en mayor proporción en el fruto de arándano.

- **Determinación de Índice de madurez.**

Para determinar el índice de madurez del arándano se utilizó los resultados de sólidos solubles totales y de porcentaje de acidez, determinados anteriormente, utilizando la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{^{\circ}Brix}{\% \text{ acidez total}}$$

Dónde:

IM : Índice de madurez.

°Brix: Sólidos solubles totales expresado en °Brix

% acidez total: Acidez expresado en porcentaje de ácido ascórbico.

- **Determinación de pH.**

Se midió con un pH – metro (QUIMIS, modelo Q-400MT2), para esto se ajustó el pH- metro, según las instrucciones del fabricante, con agua destilada hasta que de un pH 7 (neutro). Por otro lado se extrajo cierta cantidad del zumo de arándano en un vaso de precipitado y se introdujo el pH – metro en el zumo. Posteriormente se anotó el resultado que nos da la pantalla del pH – metro.

- **Determinación del Ácido Ascórbico.**

Para determinar el contenido de Ácido Ascórbico se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Se tomó 10,0 mL de muestra y se diluyó a 100,0 mL en matraz volumétrico con solución de ácido oxálico al 0,4 por ciento.
- b) Luego se filtró la solución a través, de papel filtro Whatman número 4.
- c) Posteriormente se pipeteo 10 mL de la solución filtrada a un Erlenmeyer y se añadió 15 mL de solución de ácido oxálico al 0,4 por ciento.
- d) Después se tituló usando una microbureta, con solución acuosa de indofenol al 0,04 %.
- e) La solución de indofenol se preparó pesando 0,100 g de diclorofenolindofenol sódico y se añadió 10 mL de agua. La solución se transfirió a través de un filtro a un matraz volumétrico de 250 mL. El residuo se lavó y la solución y líquido de lavado se diluyó a 250,0 mL. La solución se preparó antes del uso y se almacenó en sitio fresco. Para estandarizar a 10,0 mL de la solución colorante se añadió 5 mL de solución de yoduro potásico al 50 % aproximadamente y 10 mL de ácido clorhídrico 1M. Después se dejó reposar durante 2 minutos, la solución se tituló con solución de tiosulfato sódico 0,01M usando almidón como indicador.

El peso equivalente de ácido ascórbico es el siguiente:

$$\frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{\text{ml colorante}} = \frac{t \times N \times 88 \times 100}{1000 \times dt}$$

t = título

dt = mL de la solución de colorante

N = normalidad del tiosulfato sódico

- f) Terminemos la titulación cuando apareció por primera vez un tono rosa en menos de un minuto y sin consumir más de 1,5 mL.

El peso del ácido ascórbico se calculó de la forma siguiente:

$$\frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{100 \text{ mL}} = \frac{f \times t \times 100 \times 100}{\text{Volumen tomado} \times \text{volumen de solución filtrada}}$$

f = factor del colorante

t = cantidad de solución colorante requerida en la titulación.

2.3.2. Deshidratación de arándanos

a) Recepción de la materia prima.

Se recibió frutitos de *Vaccinium Myrtillus* "arándano" en donde se realizó el control del peso de la fruta, y su calidad debiendo reunir buenas características fisiológicas y organolépticas.

b) Selección y clasificación.

La selección se realizó mediante una inspección y control visual, eliminando aquellos frutitos que estén lesionados o con algún tipo de anomalías agronómicas también se realizó una clasificación por tamaño para así tener un producto final uniforme.

c) Lavado.

Se realizó un lavado con agua fría por inmersión para lograr eliminar impurezas que puedan tener el frutito, es decir la suciedad y microorganismos que se encuentran en la superficie del frutito.

d) Deshidratación osmótica.

Se elaboraron jarabes a diferentes concentraciones de sacarosa y miel de abeja luego se colocaron los frutitos dentro de la solución por un tiempo de 20 horas, a una temperatura constante, hasta lograr la osmodeshidratación requerida.

- ✓ Agente osmótico: sacarosa y miel de abeja
- ✓ Temperatura de osmodeshidratación: 50 y 60°C
- ✓ Concentración de agente osmótico: 60 y 70°Brix

e) Escurrido.

Después de la osmodeshidratación se procedió al escurrido del producto por un aproximado de 5 a 8 minutos con la finalidad de eliminar el jarabe que se encuentra impregnado en la superficie del producto.

f) Secado.

El secado se realizó en un secador de bandejas a una velocidad de 3.5 m/s y una temperatura de 60 °C.

g) Enfriado.

Después del secado se realizó un enfriamiento adecuado en un lugar inocuo posible para evitar contaminación del producto y alteración de la textura por factores adversos al fruto.

h) Glaseado.

El producto deshidratado se sumergió a soluciones de sacarosa, glucosa y aceites vegetales con la finalidad que el producto deshidratado, arándano tipo pasas no se adhieran entre sí.

i) Empacado.

El producto se empacó en bolsas de polietileno de 2mm de espesor, ya que son más adecuadas para este tipo de productos. Luego del empacado se procedió al sellado.

j) Almacenamiento.

El producto terminado se almacenó en un lugar fresco por lapso de un mes. Después se realizó las pruebas fisicoquímicas correspondientes, esto con el fin de analizar la conservación del producto final.

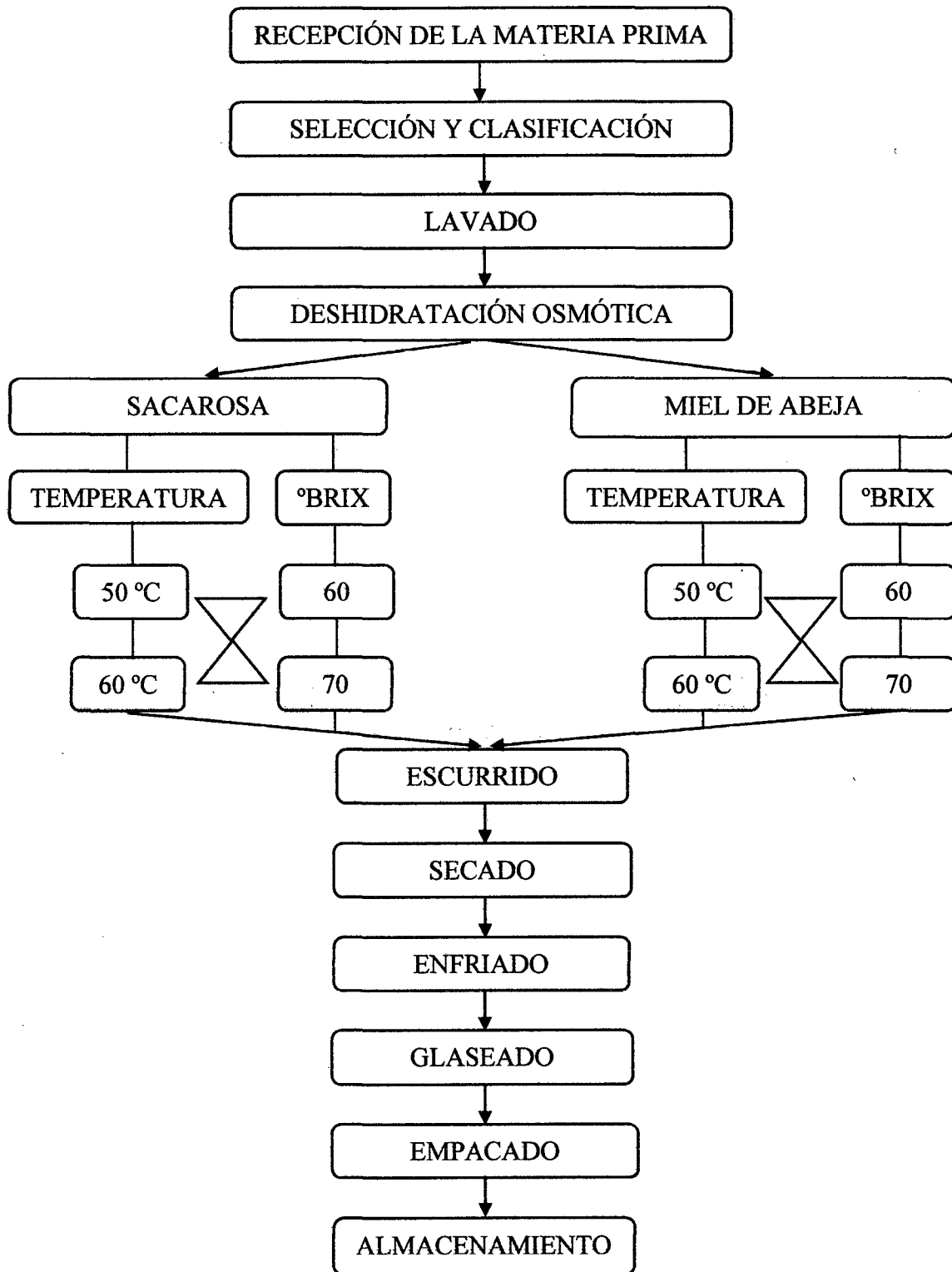


Figura 01. Flujo para la deshidratación osmótica de *Vaccinium myrtillus* “arándano”.

Fuente : Elaboración Propia

2.3.3. Evaluación de la deshidratación osmótica

Según Melo (1999), la deshidratación osmótica se determina mediante las velocidades de pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (GS).

- **Pérdida de peso (WR).**

Para esto se determinó el peso inicial del arándano (antes de sumergir en el jarabe) y el peso final (tomado inmediatamente luego de tres horas, después de retirar la muestra del jarabe) en cada uno de los tratamientos. Luego se utilizó la siguiente fórmula:

$$WR = \frac{M_o - M_f}{M_o} \times 100$$

Donde:

M_o = Peso inicial de la fruta (g).

M_f = Peso final de la fruta (g).

- **Pérdida de agua (WL).**

Para calcular la pérdida de agua en la deshidratación primeramente se determinó la humedad inicial del arándano y luego se midió la humedad final (tomada inmediatamente después de retirar la muestra del jarabe) en cada uno de los tratamientos. También se empleó los pesos determinados para calcular la pérdida de peso, y se utilizó la siguiente fórmula:

$$WL = \frac{(M_o \times H_o) - (M_f \times H_f)}{M_o} \times 100$$

Donde:

M_o = Peso inicial de la fruta (g).

M_f = Peso final de la fruta (g).

H_o = Humedad inicial de la fruta, como fracción (mL/g).

H_f = Humedad final de la fruta, como fracción (mL/g).

- **Ganancia de sólidos (SG).**

Primeramente para esto se determinó los sólidos iniciales del arándano fresco, posteriormente se determinó los sólidos finales (tomados

después de retirar la muestra del jarabe) en cada uno de los tratamientos, estos valores fueron expresados en °Brix. Luego para determinar la ganancia de sólidos se utilizó también los pesos determinados para la pérdida de peso en la siguiente fórmula:

$$SG = \frac{(Mf \times Sf) - (Mo \times So)}{Mo} \times 100$$

Donde:

Mo = Peso inicial de la fruta (g).

Mf = Peso final de la fruta (g).

So = Sólidos iniciales.

Sf = Sólidos finales.

2.3.4. Análisis del producto obtenido

2.3.4.1. Evaluación sensorial.

Se realizó con 15 panelistas semi entrenados empleando la prueba hedónica de 7 puntos. Posteriormente se realizó un análisis de varianza para determinar la diferencia significativa de cada uno de los atributos evaluados.

Tabla 01. Escala hedónica de 7 puntos

Me desagrada muchísimo	1
Me desagrada	2
Me desagrada un poco	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta un poco	5
Me gusta	6
Me gusta muchísimo	7

2.3.4.2. Análisis fisicoquímico del producto.

Se realizó la evaluación fisicoquímica de la muestra de mayor aceptación sensorial teniendo en cuenta la humedad, ceniza, y acidez.

- **Determinación de pH.**

Se midió con un pH – metro (QUIMIS, modelo Q-400MT2), para esto se ajustó el pH- metro, según las instrucciones del fabricante, con agua destilada hasta que de un pH 7 (neutro). Por otro lado se pesó 10 g de Arándano osmodeshidratado y se trituró, luego se homogenizó con 50 mL de agua destilada y se introdujo el pH – metro en la disolución. Posteriormente se anotó el resultado que nos da la pantalla del pH – metro.

- **Determinación de humedad.**

Para determinar el contenido de humedad en las muestras de arándano deshidratado se utilizó el método 394.06 A.O.A.C. (2000).

- a) Primeramente se pesó 1 g de arándano deshidratado y se trituró.
- b) Luego se colocó la muestra en la balanza de humedad.
- c) Después se esperó hasta que en la pantalla de la balanza de humedad no cambie el valor de la humedad y se anotó el resultado en % de humedad.

- **Determinación de ceniza.**

Para determinar el contenido de cenizas se utilizó el método de calcinación.

- a) Se pesó el crisol (W1).
- b) En el crisol se pesó 1 g de arándano deshidratado (W2).
- c) Después se colocó el crisol conteniendo la muestra en una cocina eléctrica para que se queme la muestra hasta eliminar todo el humo.
- d) Luego se introdujo la muestra a calcinar en una mufla, y se cerró la puerta.
- e) Se encendió la mufla, se programó la temperatura a 700 °C.
- f) Luego que llegó a ésta temperatura se dejó por 3 horas.
- g) Posteriormente se apagó la mufla manualmente con la llave de contacto.
- h) Después se dejó enfriar entre 10 a 12 horas.
- i) Se realizó una tercera pesada del crisol y la ceniza obtenida (W3).

- j) Finalmente se calculó el porcentaje de cenizas con la siguiente fórmula:

$$\% \text{Ceniza} = 100 \left(\frac{W3 - W1}{W2 - W1} \right)$$

- **Determinación de acidez.**

Para analizar la acidez se realizó una dilución de la muestra, de la cual se tomó 9ml para colocar en un Matraz Erlenmeyer de 250 mL, a la muestra se agregó fenolftaleína. Después de uniformizar la muestra se procedió a dejar caer el hidróxido de sodio (NaOH) 0,1N sobre la muestra hasta que viró a un color rosa grosella. Finalmente se realizó la lectura de NaOH que se ha utilizado.

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{B \cdot N \cdot E \cdot 100}{W}$$

Dónde:

B = ml de NaOH

N = normalidad del NaOH

E = peso mili equivalente del ácido ascórbico

W = peso muestra en mg o mL

- **Determinación del Ácido Ascórbico.**

Para determinar el contenido de Ácido Ascórbico se realizó el siguiente procedimiento:

- g) Se tomó 10,0 mL de muestra y se diluyó a 100,0 mL en matraz volumétrico con solución de ácido oxálico al 0,4 por ciento.
- h) Luego se filtró la solución a través, de papel filtro Whatman número 4.
- i) Posteriormente se pipeteo 10 mL de la solución filtrada a un Erlenmeyer y se añadió 15 mL de solución de ácido oxálico al 0,4 por ciento.
- j) Después se tituló usando una microbureta, con solución acuosa de indofenol al 0,04 %.
- k) La solución de indofenol se preparó pesando 0,100 g de diclorofenolindofenol sódico y se añadió 10 mL de agua. La solución se transfirió a través de un filtro a un matraz volumétrico

de 250 mL. El residuo se lavó y la solución y líquido de lavado se diluyó a 250,0 mL. La solución se preparó antes del uso y se almacenó en sitio fresco. Para estandarizar a 10,0 mL de la solución colorante se añadió 5 mL de solución de yoduro potásico al 50 % aproximadamente y 10 mL de ácido clorhídrico 1M. Después se dejó reposar durante 2 minutos, la solución se tituló con solución de tiosulfato sódico 0,01M usando almidón como indicador.

El peso equivalente de ácido ascórbico es el siguiente:

$$\frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{\text{ml colorante}} = \frac{t \times N \times 88 \times 100}{1000 \times dt}$$

t = título

dt = mL de la solución de colorante

N = normalidad del tiosulfato sódico

- 1) Terminemos la titulación cuando apareció por primera vez un tono rosa en menos de un minuto y sin consumir más de 1,5 mL.

El peso del ácido ascórbico se calculó de la forma siguiente:

$$\frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{100 \text{ mL}} = \frac{f \times t \times 100 \times 100}{\text{Volumen tomado} \times \text{volumen de solución filtrada}}$$

f = factor del colorante

t = cantidad de solución colorante requerida en la titulación.

2.3.4.3. Análisis estadístico.

Se realizó mediante la prueba de comparaciones múltiples. Con el experimento Factorial 2Ax2Bx2C, con diseño Completamente al Azar (DCA) y 3 repeticiones.

FACTOR A. Agente osmótico a utilizar

- A₁: Sacarosa
- A₂: Miel de abeja

FACTOR B: Concentración de la solución hipertónica

- B₁: 60 °Brix
- B₂: 70 °Brix

FACTOR C: Temperatura de solución hipertónica

- C₁: 50°C
- C₂: 60°C

VARIABLES RESPUESTAS.

a) Características organolépticas

Y_1 : Aspecto

Y_2 : Flavor

Y_3 : Textura

b) Análisis físico químico microbiológico

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijkl} = u + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} : Efecto del i-ésimo agente osmótico, j-ésima concentración hipertónica, k-ésima temperatura de solución hipertónica y en la l-ésima unidad experimental

u : Efecto de la media general

α_i : Efecto del i – ésimo agente osmótico

β_j : Efecto del j-ésimo concentración de solución hipertónica

γ_k : Efecto del k-ésima temperatura de la solución hipertónica

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de i-agente osmótico, j-ésima concentración hipertónica

$(\alpha\gamma)_{ik}$: Efecto de la interacción de la i-ésimo agente osmótico y k- ésima temperatura de solución hipertónica

$(\beta\gamma)_{jk}$: Efecto de la interacción j-ésimo concentración de solución hipertónica y k-ésima temperatura de la solución hipertónica

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: Efecto de la interacción del i – ésimo agente osmótico, j- ésimo concentración de solución hipertónica y k-ésima temperatura de la solución hipertónica.

ϵ_{ijkl} : Error experimental

III. RESULTADOS

Tabla 02. Valores de osmodeshidratación y secado de *Vaccinium myrtillus* “Arándano” para ocho tratamientos

Tratamientos	Osmodeshidratación			Secado	
	Agente osmótico	Concentración del agente osmótico (°Brix)	Temperatura (°C)	Velocidad de aire (m/s)	Temperatura (°C)
T1	Sacarosa	60	50	3,5	60
T2	Sacarosa	60	60	3,5	60
T3	Sacarosa	70	50	3,5	60
T4	Sacarosa	70	60	3,5	60
T5	Miel de abeja	60	50	3,5	60
T6	Miel de abeja	60	60	3,5	60
T7	Miel de abeja	70	50	3,5	60
T8	Miel de abeja	70	60	3,5	60

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Tabla 03. Valores de las características fisicoquímicas del Arándano fresco.

Características fisicoquímicas del Arándano	Valor
Acidez total (%)	0.32
Sólidos Solubles (° Brix)	10.7
Índice de madurez	33.44
Humedad (%)	83.1
Cenizas (%)	0.21
Ph	5,04
Ácido ascórbico (mg)	13

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

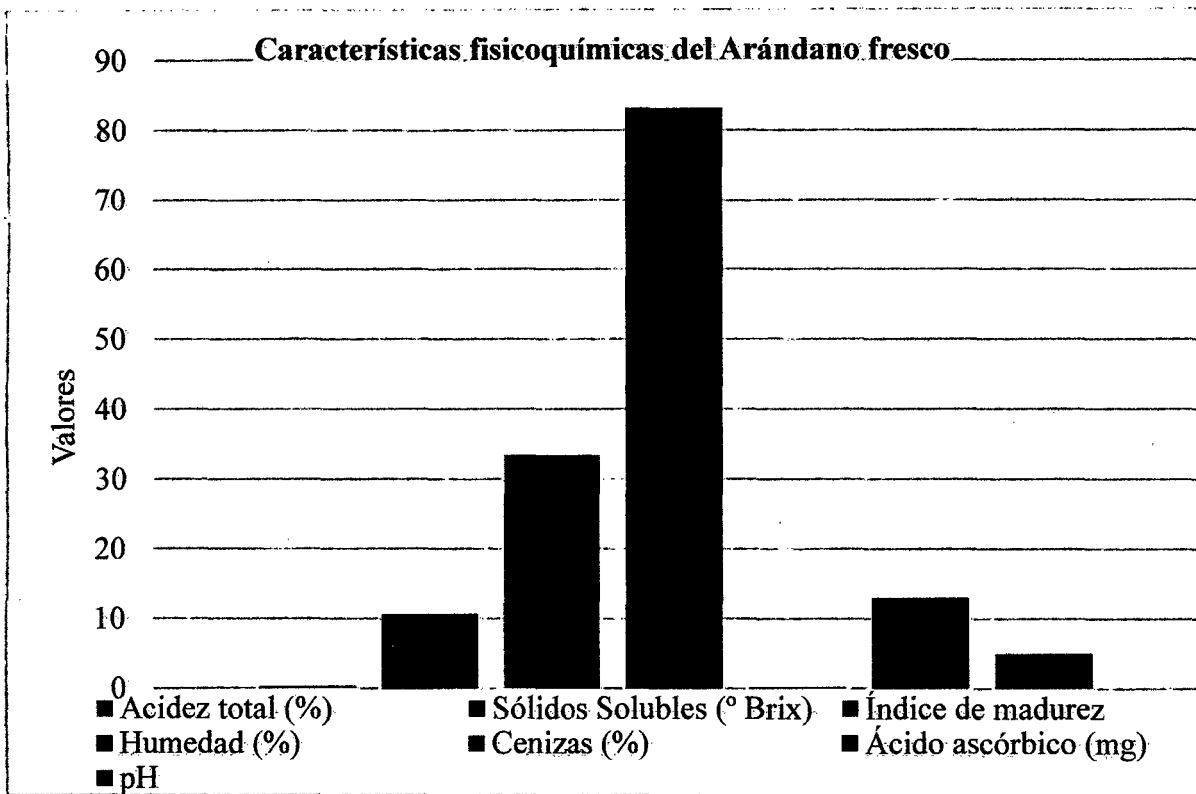


Figura 02. Valores obtenidos de la caracterización fisicoquímica del arándano fresco.

Tabla 04. Valores de la pérdida de peso en la deshidratación osmótica de *Vaccinium myrtillus* "Arándano" para ocho tratamientos con tres repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Pérdida de peso en la osmodeshidratación de <i>Vaccinium myrtillus</i> "Arándano"			
		Mo	Mf	WR	Promedio de WR
T1	R1	110	79	28,18	28,48
	R2	110	78,6	28,55	
	R3	110	78,4	28,73	
T2	R1	110	77	30,00	28,24
	R2	110	79	28,18	
	R3	110	80,82	26,53	
T3	R1	110	76	30,91	29,70
	R2	110	79	28,18	
	R3	110	77	30,00	
T4	R1	110	78	29,09	31,21
	R2	110	75	31,82	

	R3	110	74	32,73	
T5	R1	110	76	30,91	31,76
	R2	110	74	32,73	
	R3	110	75,2	31,64	
T6	R1	110	79	28,18	28,39
	R2	110	79,3	27,91	
	R3	110	78	29,09	
T7	R1	110	76,3	30,64	31,58
	R2	110	74,5	32,27	
	R3	110	75	31,82	
T8	R1	110	79,01	28,17	29,48
	R2	110	76,7	30,27	
	R3	110	77	30,00	

Fuente: Elaborado por los tesistas.

Donde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

WR: Pérdida de peso (%).

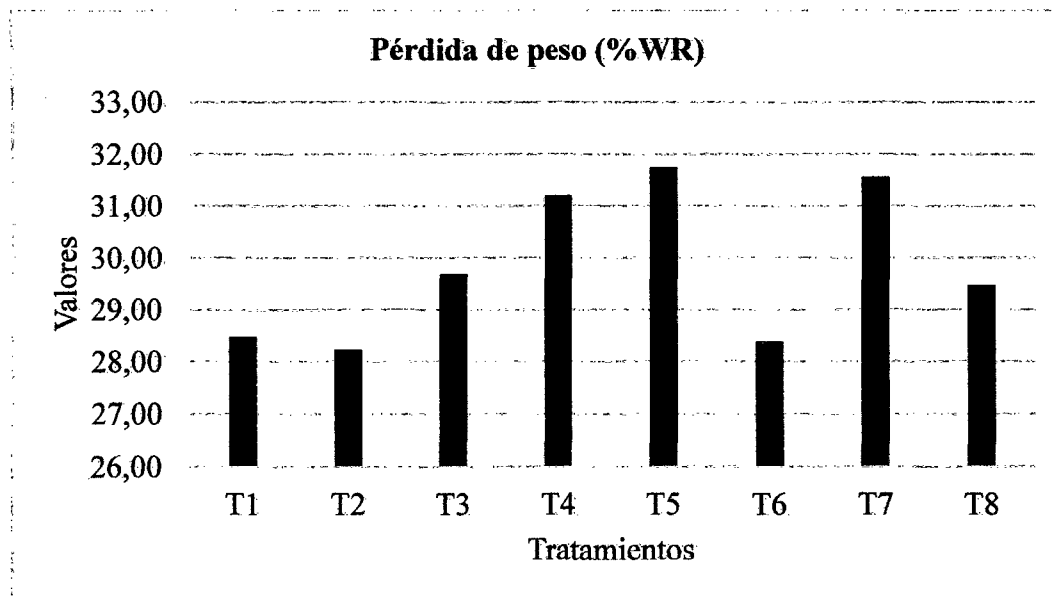


Figura 03. Valores obtenidos del porcentaje de pérdida de peso (%WR) durante la osmodeshidratación de Arándano, para ocho tratamientos..

Tabla 05. Valores de la pérdida de agua en la deshidratación osmótica de *Vaccinium myrtillus* “Arándano” para ocho tratamientos con tres repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Pérdida de agua en la osmodeshidratación de <i>Vaccinium myrtillus</i> “Arándano”					Promedio de WL
		Mo	Mf	Ho	Hf	WL	
T1	R1	110	79	0,8340	0,7380	30,40	30,59
	R2	110	78,6	0,8200	0,7340	29,55	
	R3	110	78,4	0,8400	0,7320	31,83	
T2	R1	110	77	0,8340	0,7128	33,50	31,85
	R2	110	79	0,8200	0,7140	30,72	
	R3	110	80,82	0,8400	0,7170	31,32	
T3	R1	110	76	0,8340	0,7094	34,39	34,41
	R2	110	79	0,8200	0,6900	32,45	
	R3	110	77	0,8400	0,6800	36,40	
T4	R1	110	78	0,8340	0,6350	38,37	39,45
	R2	110	75	0,8200	0,6400	38,36	
	R3	110	74	0,8400	0,6300	41,62	
T5	R1	110	76	0,8340	0,7000	35,04	34,80
	R2	110	74	0,8200	0,7100	34,24	
	R3	110	75,2	0,8400	0,7150	35,12	
T6	R1	110	79	0,8340	0,6400	37,44	37,55
	R2	110	79,3	0,8200	0,6300	36,58	
	R3	110	78	0,8400	0,6400	38,62	
T7	R1	110	76,3	0,8340	0,6400	39,01	39,79
	R2	110	74,5	0,8200	0,6300	39,33	
	R3	110	75	0,8400	0,6300	41,05	
T8	R1	110	79,01	0,8340	0,6500	36,71	37,65
	R2	110	76,7	0,8200	0,6400	37,37	
	R3	110	77	0,8400	0,6450	38,85	

Fuente: Elaborado por los tesistas.

Donde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g).

Mf: Peso final de la fruta (g).

Ho: Humedad inicial de la fruta, como fracción (mL/g).

Hf: Humedad final de la fruta, como fracción (mL/g).

WL: Pérdida de agua (%).

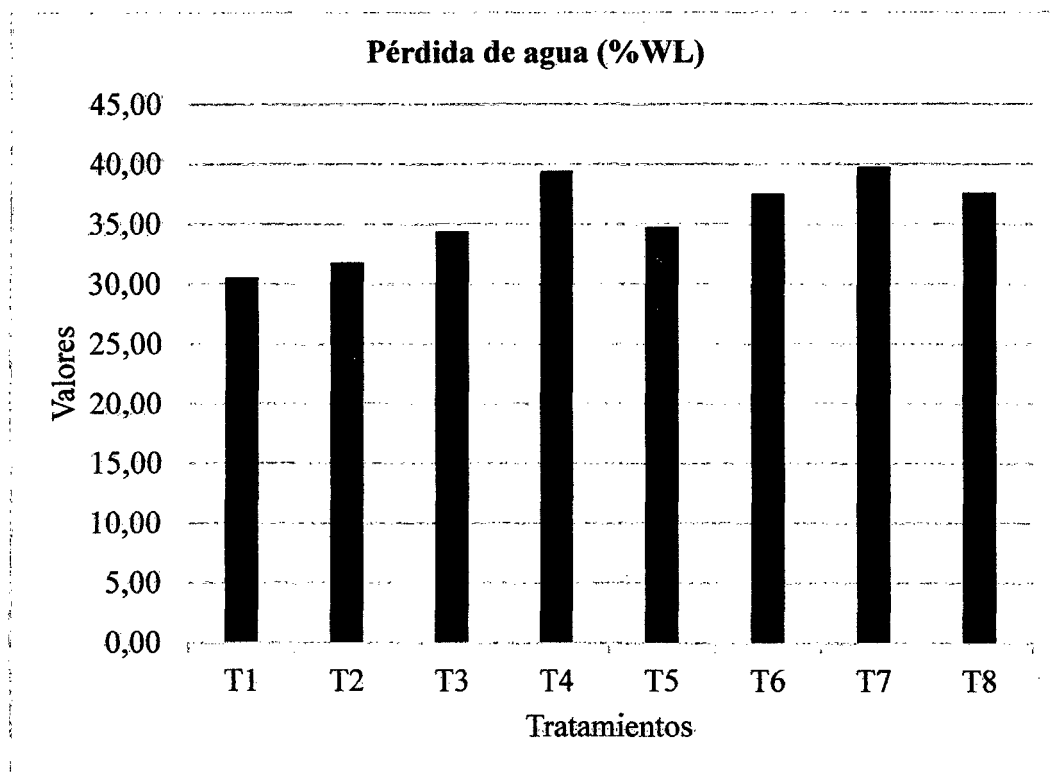


Figura 04. Valores obtenidos del porcentaje de pérdida de agua (%WL) durante la osmodeshidratación de Arándano, para ocho tratamientos.

Tabla 06. Valores de la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de *Vaccinium myrtillus* "Arándano" para ocho tratamientos con tres repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Ganancia de Sólidos en la osmodeshidratación de <i>Vaccinium myrtillus</i> "Arándano"					Promedio de SG
		Mo	Mf	So	Sf	SG	
T1	R1	110	79	0,1073	0,2400	6,50	6,26
	R2	110	78,6	0,1073	0,2370	6,20	
	R3	110	78,4	0,1073	0,2360	6,09	
T2	R1	110	77	0,1073	0,2800	8,87	9,04
	R2	110	79	0,1073	0,2750	9,02	
	R3	110	80,82	0,1073	0,2720	9,25	
T3	R1	110	76	0,1073	0,2600	7,23	6,83
	R2	110	79	0,1073	0,2400	6,50	
	R3	110	77	0,1073	0,2500	6,77	
T4	R1	110	78	0,1073	0,2800	9,12	9,55
	R2	110	75	0,1073	0,3100	10,40	
	R3	110	74	0,1073	0,2950	9,11	

T5	R1	110	76	0,1073	0,2600	7,23	6,78
	R2	110	74	0,1073	0,2550	6,42	
	R3	110	75,2	0,1073	0,2550	6,70	
T6	R1	110	79	0,1073	0,2800	9,38	10,50
	R2	110	79,3	0,1073	0,2900	10,17	
	R3	110	78	0,1073	0,3200	11,96	
T7	R1	110	76,3	0,1073	0,2900	9,38	9,11
	R2	110	74,5	0,1073	0,2800	8,23	
	R3	110	75	0,1073	0,3000	9,72	
T8	R1	110	79,01	0,1073	0,3000	10,81	11,12
	R2	110	76,7	0,1073	0,3100	10,88	
	R3	110	77	0,1073	0,3200	11,67	

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Donde:

Mo: Peso inicial de la fruta (g)

Mf: Peso final de la fruta (g)

So: Sólidos iniciales de la fruta como fracción (g)

Sf: Sólidos finales de la fruta como fracción (g)

SG: Ganancia de sólidos (%)

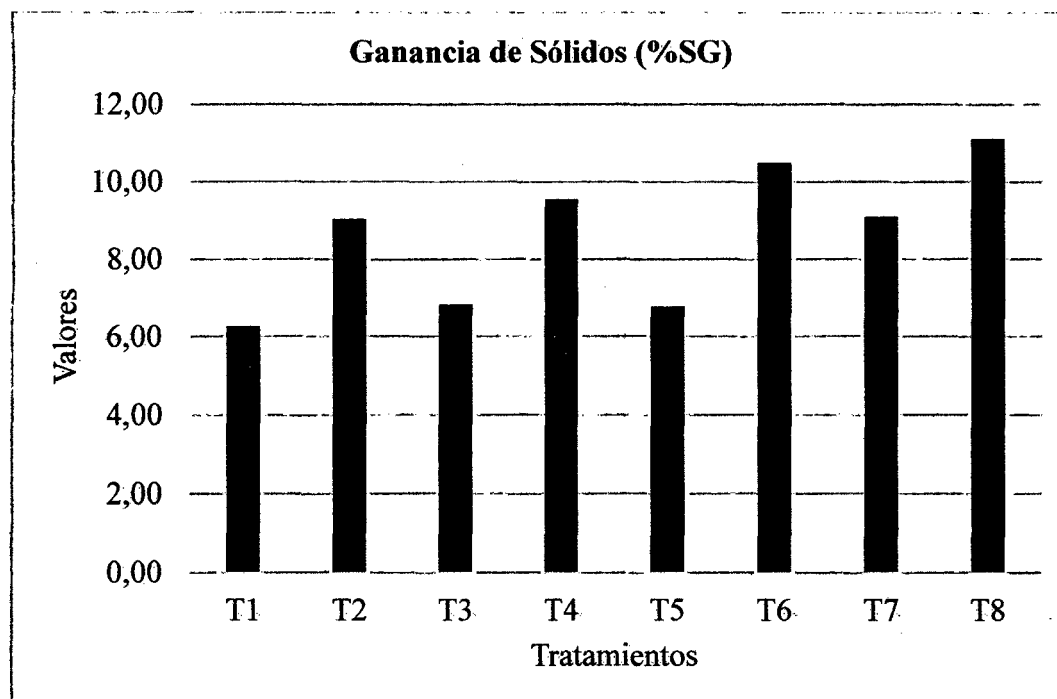


Figura 05. Valores obtenidos del porcentaje de ganancia de sólidos (%SG) durante la osmodeshidratación de Arándano, para ocho tratamientos.

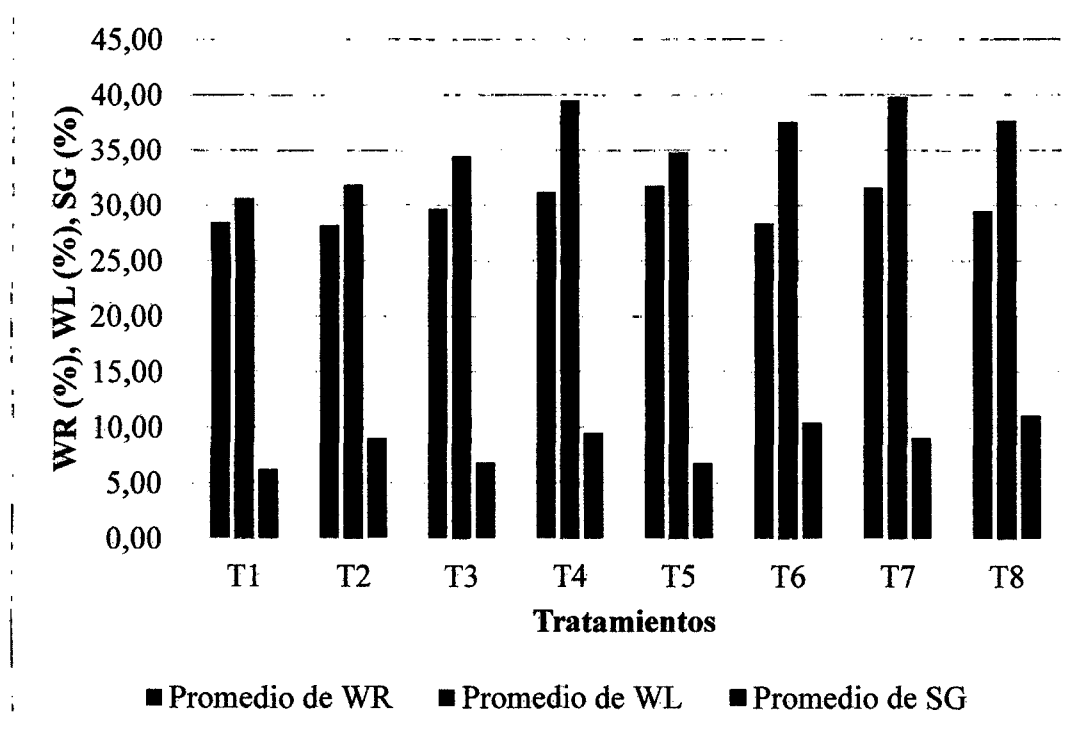


Figura 06. Porcentaje de pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG), durante la osmodeshidratación de Arándano para ocho tratamientos.

Tabla 07. Valor acumulado en los parámetros (Aspecto, flavor y textura), de las características organolépticas de Arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.

Tratamiento	Características Organolépticas			TOTAL
	Aspecto	Flavor	Textura	
T1	59	60	58	177
T2	73	69	72	214
T3	83	76	78	237
T4	72	73	68	213
T5	61	62	57	180
T6	73	75	67	215
T7	76	75	82	233
T8	70	67	60	197

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

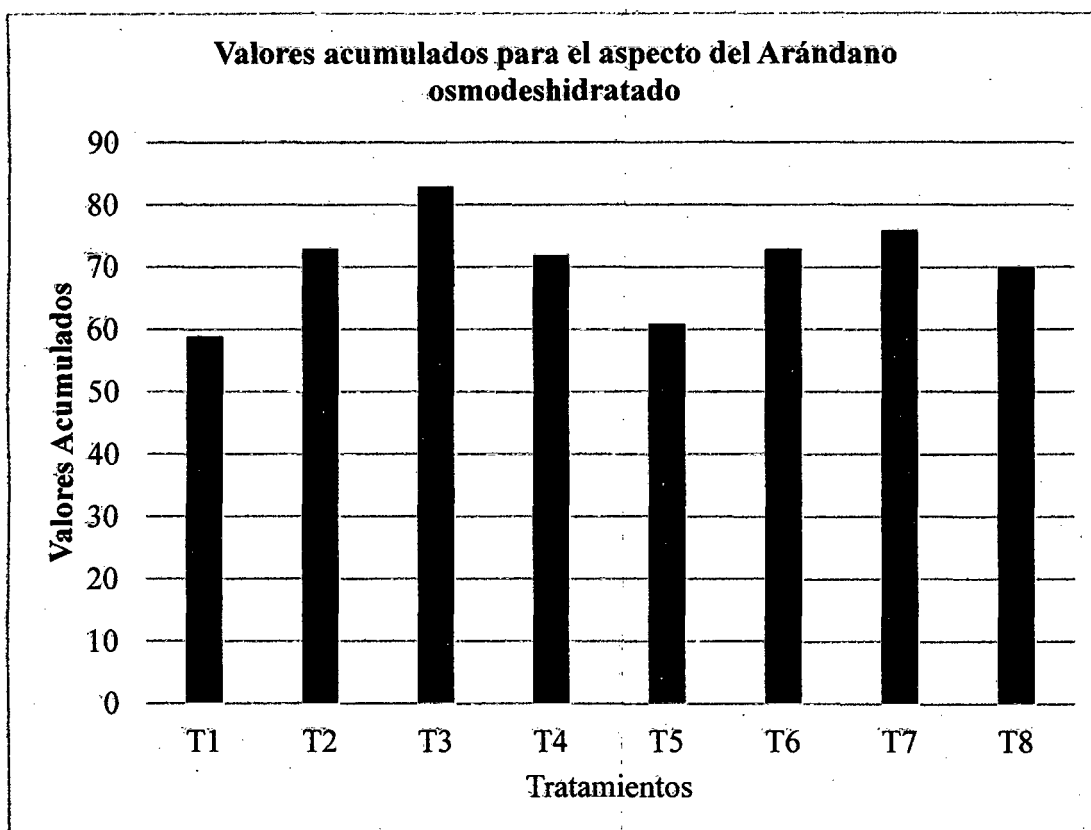


Figura 07. Valores obtenidos del Arándano osmodeshidratado en el parámetro aspecto de las características organolépticas, para los ocho tratamientos.

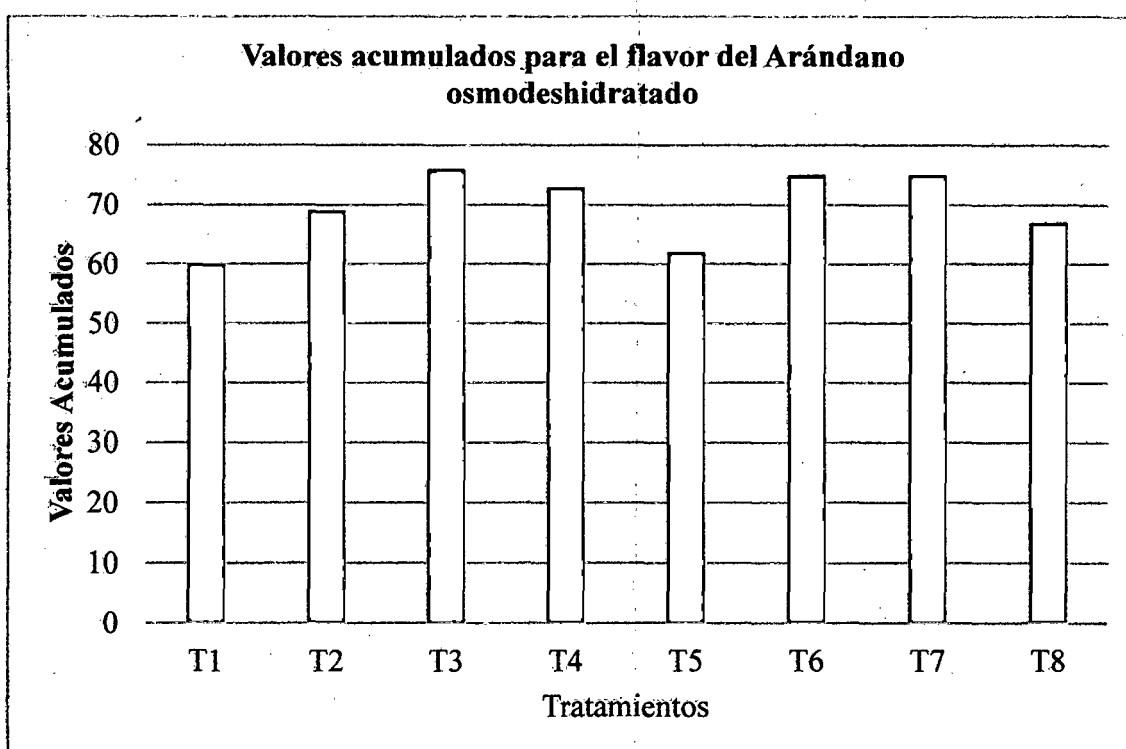


Figura 08. Valores obtenidos del Arándano osmodeshidratado en el parámetro sabor de las características organolépticas, para los ocho tratamientos.

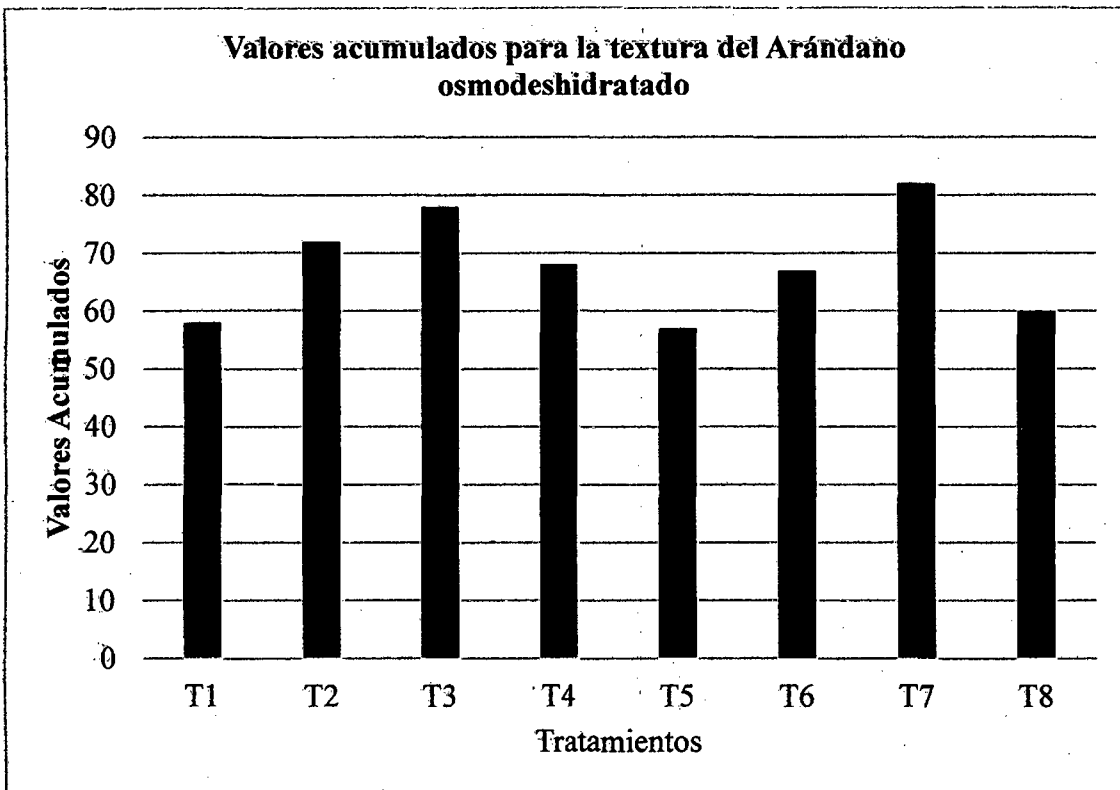


Figura 09. Valores obtenidos del Arándano-osmodeshidratado en el parámetro textura de las características organolépticas, para los ocho tratamientos.

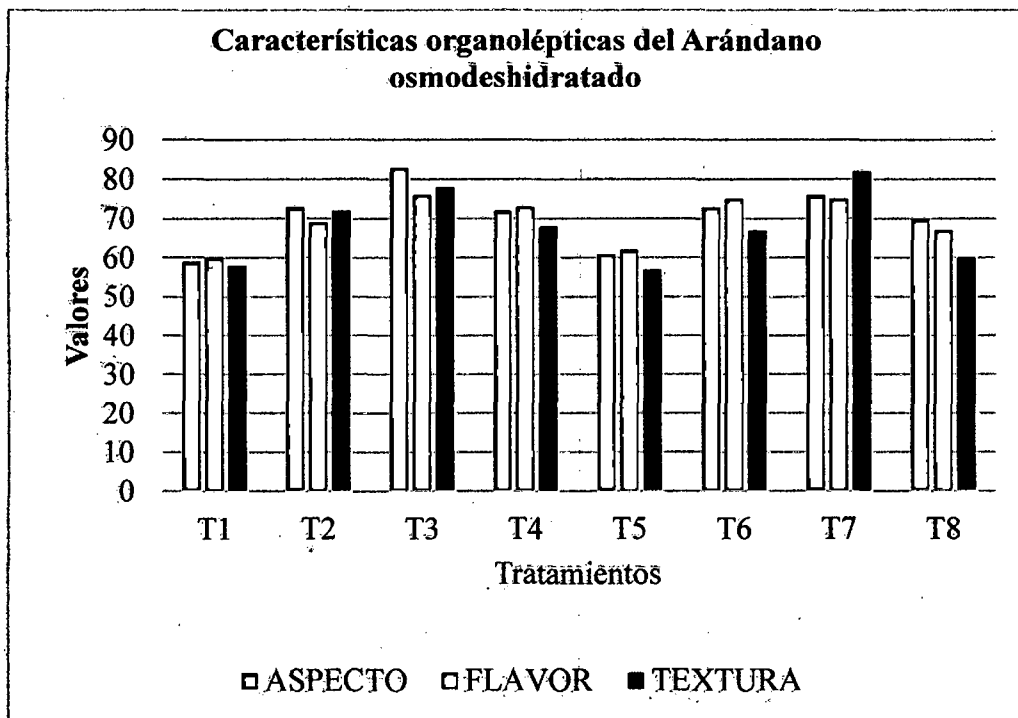


Figura 10. Valores obtenidos de las características organolépticas del Arándano osmodeshidratado en los parámetros, para ocho tratamientos.

Tabla 08. Caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento (Tratamiento 3).

Caracterización Fisicoquímica del mejor tratamiento	Valores
pH	5
Humedad (%)	69.31
Cenizas (%)	0.26
Acidez total (%)	0.37
Ácido Ascórbico (mg)	11.3

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

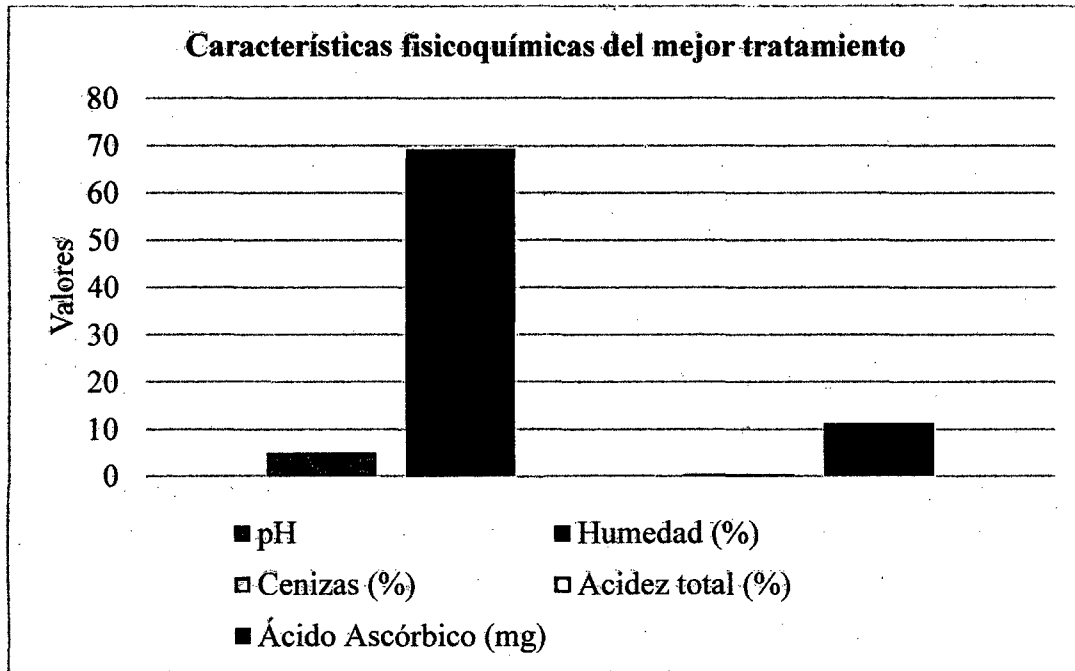


Figura 11. Valores obtenidos de las características fisicoquímicas del mejor tratamiento.

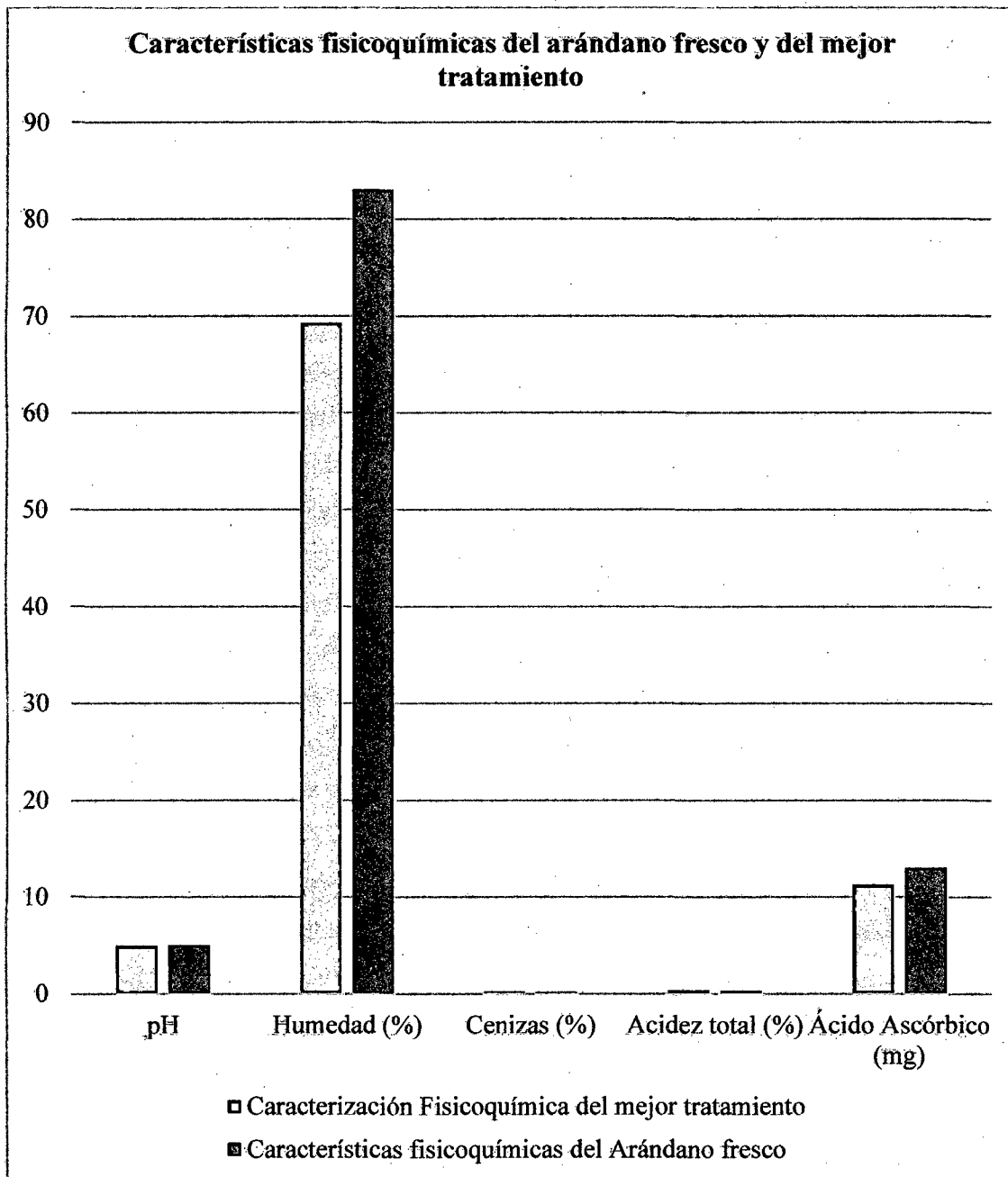


Figura 12. Características fisicoquímicas del arándano fresco y del arándano osmodeshidratado.

Tabla 09. Descripción de las características sensoriales de Arándano osmodeshidratado.

Características	Descripción
Forma	Circular
Color	Morado
Olor	Semejante a la fruta fresca, menor intensidad
Textura	Suave

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

IV. DISCUSIONES

La mayor pérdida de agua (WL) se obtuvo en el tratamiento 7 (Miel de abeja, 70 °Brix y 50 °C), como se muestra en la tabla 5. En la medida que aumentan el tiempo de inmersión y la concentración del jarabe, se produce una mayor pérdida de agua y una mayor ganancia de sólidos, sin embargo no conviene deshidratar más allá de una pérdida del 50% del peso pues la tasa osmótica disminuye en el tiempo. De este modo se puede afirmar que la concentración del jarabe influye directamente con la pérdida de agua, debido al alto contenido de sólidos solubles en el medio osmótico (Conway, *et al.*, 1983). El incremento en los niveles de concentración de sacarosa de las soluciones va a causar un aumento en la fuerza impulsora que favorece la pérdida de agua (Lenart, *et al.*, 1984). El tiempo es un factor de enorme relevancia, debido a que el fenómeno de deshidratación osmótica ocurre durante las dos primeras horas de proceso y la condición de equilibrio se alcanza a tiempos prolongados (Lazaridez, 1995).

En el presente trabajo el tratamiento 8 (Miel de abeja, 70° Brix y 60 °C), tuvo mayor ganancia de sólidos (11,12 °Brix), como se muestra en la tabla 6. Un estudio sobre deshidratación osmótica de *Ananas comosus* “piña”, como un pre-tratamiento determinaron que al aumentar la concentración del jarabe aumento la ganancia de sólidos en la misma, además menciona que la concentración del jarabe influye directamente sobre la velocidad de salida de agua, porque al mantener una alta diferencia de concentración entre ambos lados de la membrana, se incrementa más la presión osmótica, favoreciendo un flujo más rápido de agua desde el fruto a través de la membrana hacia la solución osmótica en busca del equilibrio (Mazzeo, *et al.*, 2006)., razón por la cual el tratamiento T2 muestra menor pérdida de peso porque la concentración de azúcar es menor. Un resultado similar se obtuvo cuando se estudió el efecto de la osmodeshidratación y secado en la retención de ácido ascórbico, durante el proceso de elaboración de pasas de *Physalis peruviana* “aguaymanto”, determinaron la mayor ganancia de sólidos a una concentración de jarabe de sacarosa a 70 °Brix (Barrera y Pillman, 2010). En el trabajo de investigación efecto de la velocidad de agitación magnética sobre la deshidratación osmótica de *Solanum sessiliflorum* “cocona”, obtuvieron que la mayor ganancia de sólidos estuvo en una solución osmótica de miel de abeja en concentración de 75 °Brix (Arista y Cruz, 2014).

En las tablas 4 y 5, para los valores de los parámetros de arándano osmodeshidratado la mayor pérdida de peso (WR) estuvo en el tratamiento 5 (Miel de abeja, 60 °Brix y 50 °C) y la mayor pérdida de agua (WL), se obtuvo en el tratamiento 7 (Miel de abeja, 70 °Brix y 50 °C), además se puede verificar que el tratamiento 2 (Sacarosa, 60 °Brix y 60 °C) presenta un bajo porcentaje en la pérdida de peso, esto debido a su composición química del arándano en la tabla 3, la cual indica que el mayor contenido en el arándano es agua, y bajo las mismas condiciones para perder peso, se debió a que las altas temperaturas contribuyen a que la humedad se libere rápidamente del alimento en forma de vapor, si este proceso de secado se realiza a bajas temperaturas el vapor no se eliminase y crearía una atmósfera saturada en la superficie del alimento que reduciría la velocidad de eliminación de agua y por consiguiente mayores tiempos de secado (Potter, 1999)., Los largos periodos de secado afectan las características organolépticas y generan mayor pérdida de vitamina C (Duque, *et al*, 2011), mediante la disminución del tiempo de exposición al secado hay menores pérdidas de vitamina, (Ronceros, *et al* 2007).

En la tabla 3 se tiene que el contenido de ácido ascórbico en el arándano fresco es de 13 mg/100 g, en la tabla 8 se tiene que el tratamiento 3 (Sacarosa, 70 °Brix y 50 °C), tuvo 11,3 mg/100g de arándano osmodeshidratado. Las pérdidas de ácido ascórbico, se explican por el carácter hidrosoluble de la vitamina perdiéndose por lixiviación (Hernandez y Sastre, 1999). En estudios realizados sobre la pérdida de ácido ascórbico en los alimentos, de comprobó que a bajas temperaturas de secado (menores a 50 °C) en gran parte propicia la degradación enzimática del ácido ascórbico debido al largo tiempo de exposición de la fruta al calor, en cambio a temperatura de 50 °C, este secado se ve favorecido acompañado con una osmodeshidratación previa que disminuye los tiempos de secado y evitando posibles reacciones enzimáticas. En temperaturas altas, la degradación se considera preferentemente oxidativa, mientras que ha temperaturas intermedias la degradación podría deberse a alguna de las siguientes causas; reacciones enzimáticas de degradación, reacción de destrucción química y/o una combinación de ambas (Pirone, 2006).

En la evaluación sensorial mediante la prueba de aceptabilidad, según la tabla 7, muestra el acumulado para cada parámetro, por cada tratamiento, con lo cual la mayor puntuación para el parámetro aspecto fue el tratamiento 3 (Sacarosa, 70 °Brix y 50 °C), para el parámetro flavor fue el tratamiento 3 (Sacarosa, 70 °Brix y 50 °C) y para el

parámetro textura fue el tratamiento 7 (Miel de abeja, 70 °Brix y 50 °C), la homogeneidad de mayor puntaje en los parámetros organolépticos (aspecto, flavor y textura) lo obtuvo el tratamiento 3 (Sacarosa, 70 °Brix y 50 °C), teniendo mayor aceptabilidad por nuestros panelistas. La deshidratación osmótica mejora los atributos de los productos, características y usos de la frutas y los jarabes obtenidos (Ordoñez y Lopez, 2002). La sacarosa es uno de los mejores agentes osmóticos, además de que se ocupa para frutas principalmente evita la pérdida de sabores volátiles y la mayoría de las membranas celulares son permeables a ella (Sharma, 2003). El producto obtenido tendría aceptación en el mercado ya que se encuentra dentro del rango de agrado (Carpenter, 2002).

Raoult y Wack, (1994), afirman que la deshidratación osmótica, es capaz de generar productos con un contenido de humedad bajo (20 – 50%), conocidos como productos de humedad intermedia. En la presente investigación no se logró obtener un producto de humedad intermedia debido a la textura que presenta el arándano, por eso llega a ser un producto con un nivel de percibibilidad que requiere un envasado aséptico y totalmente hermético.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que el mejor tratamiento fue el T3, que obtuvo mejor calificación en aspecto, me gusta (5.53), flavor me gusta un poco (5.07) y textura me gusta un poco (5.2) con pH:5; humedad 22%, cenizas 0.26% acidez total 0.37%, ácido ascórbico 11.3mg y 25°Brix.
- Se logró arándanos deshidratados de mejor calificación sensorial tratadas con jarabe de sacarosa a concentración 70°Brix, temperatura de inmersión 50°C, temperatura de secado en secador de bandejas 60°C y velocidad de aire a 3.5m/s.
- El producto deshidratado osmóticamente después del secado en secador de bandejas obtuvo una humedad de 22%.

VI. RECOMENDACIONES

- Diseñar e implementar un equipo de mayor capacidad para la osmodeshidratación de frutas y hortalizas, para evitar la pérdida de estas por no aplicar métodos de conservación.
- Realizar un estudio para ejecutar un proyecto de inversión con la finalidad de obtener un producto derivado del arándano en cantidad y calidad suficiente para su posicionamiento en el mercado.
- Se debe realizar la recuperación del almíbar o reutilización después de cada proceso utilizado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arista, Ll. & Cruz, O. (2014). *Efecto de la velocidad de agitación magnética sobre la deshidratación osmótica de cocona (Solanum sessiliflorum) en soluciones de sacarosa y miel de abeja. Chachapoyas – Perú.* FICA – Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial.
- Barrera, D & Pillman, A. (2010). *Efecto de la osmodeshidratación y secado en la retención de ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de pasas de aguaymanto (Physalis peruviana) de la provincia de Luya, región Amazonas. Chachapoyas – Perú.* FICA – Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial.
- Bianchi, M. Milisenda, P. Guarnaschelli y A. Mascheroni, R. H. 2000. Transferencia de masa en deshidratación osmótica de Frutas. Determinación experimental y simulación. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de la Plata. La Plata- Argentina.
- Carpenter, R. 2002. *Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de Calidad de Alimentos.* Zaragoza – España. Editorial Acribia S. A.
- Chávez M, Oblitas D. 2013. *Efecto de tres agentes osmóticos en la deshidratación y secado con aire caliente del mango. Perú.* Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial.
- Conway, J., Castaigne, G., Picard, G., Vovan, X. 1983. Mass transfer considerations in the osmotic dehydration of apples. Canadian Institute Food Science and Technology Journal. 16 (1): 25 – 29.
- Duque, C.; Alba, L.; Villamizar, V.; Rafael, H.; Giraldo, P.; German, A. 2011. Evaluación de las técnicas de secado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) y mora (*Rubus glaucus*) con aire caliente y aire caliente –microondas.
- Fernandes, FAN; Rodríguez, S; Gaspareto, OCT; Oliveira, EL. 2006. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. Food Research International. Elsevier, 39(4), p. 492-498.

- Hernandez, M.; Sastre, A .1999. Tratado de nutrición, Ediciones Diaz de Santos S.A. Madrid-España.
- Lazarides, H. N.; Katsanidis, E.; Nickolaidis, A. 1995. Mass Transfer Kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *J. Food Eng.*, v. 25, n. 2, p. 151 – 166.
- Lenart, A., J. M. Flink. 1984. Osmotic concentration of potato: I Criteria for the end – point of the osmosis process. *J. of Food Process Engineering*.
- Lombard, GE; Oliveira, JC; Fito P; Andrés, A. 2008. Osmotic dehydration of pineapple as a pre-treatment for further drying. *Journal of Food Engineering*. Elsevier.
- Maldonado, S. Santapaola, J y Singh, J. Torres, M. Garay, A. 2008. Cinética de la transsferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallantus sonchifolis*). *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Centro de investigación de Tecnología de Alimentos – CITA, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy. Argentina.
- Mazzeo, M., Leon, L., Hernandez, A y Guapacha, H. 2006. Deshidratación de *Pisum sativum* “arveja” y *phaesehaseolus vulgaris* L “habichuela” utilizando soluciones de glicerol y cloruro de sodio. *Revista Vector – volumen I*. Colombia.
- Olivares, V. 2014. Efecto De la deshidratación osmótica e impregnación al vacío en las características físicoquímicas y organolépticas de *Phyalis peruviana* “aguaymanto” proveniente del Distrito de Lámud – Región Amazonas – UNTRM. Chachapoyas Amazonas. Primo, E. (1997). *Química de los alimentos*. Editorial Síntesis, S.A. Valle hermoso, España.
- Ordoñez, H y López, B. 2002. Efecto de la presión y temperatura en la elaboración de hojuelas de manzana variedad Anna. En: *Noos*. Vol. 15; p. 85 – 99.
- Pinto, C. (1994) Producción, caracterización y utilización de zapote deshidratado por ósmosis y aire caliente Tesis Universidad del Valle de Guatemala.
- Pirone, B., G, Camacho y R, Romero. 2006. Evolución de la concentración de ácido ascórbico durante el proceso de deshidratación de frutos de la Rosa eglanteria L. “rosa mosqueta”. Universidad Nacional de Comahue. Argntina.
- Potter, N y J, Hotchkiss. 1999. *Ciencia de los Alimentos*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.

- Primo, E. (1997). Química de los alimentos. Editorial Síntesis, S.A. Valle hermoso, España
- Rahman, MS. 2003. Manual de conservación de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia.
- Raoult – Wack, A. L. (1994) Recent advances in the osmotic dehydration of foods. Trends in Food Science & Technology.
- Ronceros, B.; Quevedo, R.; Leiva, J. 2007. Efecto de un Pre-tratamiento Químico en el Deshidratado del Arándano por Métodos Combinados. Revista Información Tecnológica Vol.18 N° 6 Osorno-Chile.
- Sharma y Kamal S, 2003. Ingeniería de Alimentos: Operaciones Unitarias y Prácticas de Laboratorio. Limusa. México.
- Zecchi B. et al, 2005. Modelado de la deshidratación osmótica de arándanos. Instituto de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República Julio Herrera y Reissig 565, Montevideo, Uruguay.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados obtenidos de los análisis realizados para la osmodeshidratación de *Vaccinium myrtillus* "Arándano".

Tabla 10. Análisis de varianza para la pérdida de peso, de arándano osmodeshidratado.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	7	45,66	6,52	4,41	2,66	*
A	1	4,80	4,80	3,24	4,49	n.s.
B	1	9,73	9,73	6,57	4,49	*
C	1	6,59	6,59	4,45	4,49	n.s.
AB	1	4,04	4,04	2,73	4,49	n.s.
AC	1	16,96	16,96	11,45	4,49	*
BC	1	3,45	3,45	2,33	4,49	n.s.
ABC	1	0,09	0,09	0,06	4,49	n.s.
Error	16	23,68	1,48			
Total	23	69,34	3,01			

Dónde:

* : Existe diferencia significativa

n.s. : No existe diferencia significativa.

Tabla 11. Promedio de los valores del factor A (agente osmótico), para la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Factor	Agente	Promedio
A1	Sacarosa	88,22
A2	Miel de abeja	90,91
AES (T) _{5%} = 3,00 ALS (T) = 2,11		

Tabla 12. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor A (agente osmótico), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A1 - A2	2,69	>	2,11	*

Donde:

- * : Existe diferencia significativa
- n.s : No existe diferencia significativa

Tabla 13. Promedio de los valores del factor B (concentración de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Factor	Concentración	Promedio
B1	60 °Brix	87,65
B2	70 °Brix	91,48
AES(T) _{5%} = 3,00 ALS (T) = 2,11		

Tabla 14. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor B (concentración de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
B1-B2	3,83	>	2,11	*

Dónde:

- * : Existe diferencia significativa.
- n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 15. Promedio de los valores del factor C (temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Factor	Concentración	Promedio
C2	50 °C	87,99
C1	60 °C	91,14
AES(T) _{5%} = 3,00 ALS (T) = 2,11		

Tabla 16. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor C (temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
C2-C1	3,15	>	2,11	*

Dónde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 17. Promedios ordenados de la interacción A x B (Agente osmótico y Concentración de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
A1B1	28,36
A2B1	30,08
A1B2	30,45
A2B2	30,53
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 2,84	

Tabla 18. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x B en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A1B1 – A2B1	1,72	<	2,84	n.s
A1B1 – A1B2	2,09	<	2,84	n.s.
A1B1 – A2B2	2,17	<	2,84	n.s.
A2B1 – A1B2	0,37	<	2,84	n.s.
A2B1 – A2B2	0,45	<	2,84	n.s.
A1B2 – A2B2	0.08	<	2,84	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

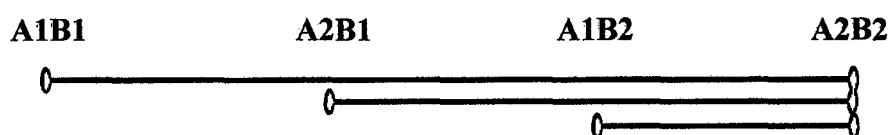


Figura 13. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x B, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Tabla 19. Promedios ordenados de la interacción A x C (Agente osmótico y Temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
A2C2	28,94
A1C1	29,09
A1C2	29,72
A2C1	31,67
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 2,84	

Tabla 20. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x C en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A2C2 – A1C1	0,15	<	2,84	n.s
A2C2 – A1C2	0,78	<	2,84	n.s.
A2C2 – A2C1	2,73	<	2,84	n.s.
A1C1 – A1C2	0,63	<	2,84	n.s.
A1C1 – A2C1	2,58	<	2,84	n.s.
A1C2 – A2C1	1,95	<	2,84	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

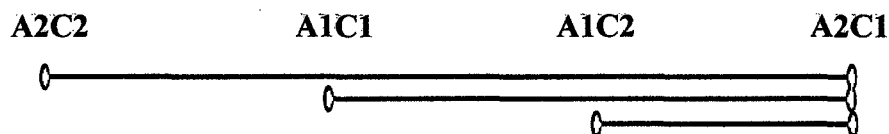


Figura 14. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x C, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Tabla 21. Promedios ordenados de la interacción B x C (Concentración de la solución y Temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
B1C2	28,32
B1C1	30,12
B2C2	30,35
B2C1	30,64
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 2,84	

Tabla 22. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción B x C en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
B1C2 – B1C1	1,80	<	2,84	n.s.
B1C2 – B2C2	2,03	<	2,84	n.s.
B1C2 – B2C1	2,32	<	2,84	n.s.
B1C1 – B2C2	0,23	<	2,84	n.s.
B1C1 – B2C1	0,52	<	2,84	n.s.
B2C2 – B2C1	0,29	<	2,84	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

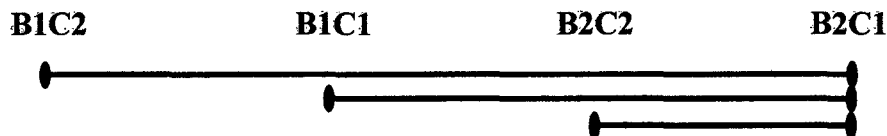


Figura 15. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción B x C, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Tabla 23. Promedios ordenados de la interacción A x B x C (Agente osmótico, Concentración de la solución y temperatura de la solución), en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Tratamientos	Promedio	Repeticiones
A1B1C2	T2	28,24	3
A2B1C2	T6	28,39	3
A1B1C1	T1	28,48	3
A2B2C2	T8	29,48	3
A1B2C1	T3	29,70	3
A1B2C2	T4	31,21	3
A2B2C1	T7	31,58	3
A2B1C1	T5	31,76	3

Tabla 24. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $x_i - x_j$	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
T2 -T6	0,16	<	3,44	n.s.
T2-T1	0,25	<	3,44	n.s.
T2-T8	1,25	<	3,44	n.s.
T2-T3	1,46	<	3,44	n.s.
T2-T4	2,98	<	3,44	n.s.
T2-T7	3,34	<	3,44	n.s.
T2-T5	3,52	>	3,44	*
T6-T1	0,09	<	3,44	n.s.
T6-T8	1,09	<	3,44	n.s.
T6-T3	1,30	<	3,44	n.s.
T6-T4	2,82	<	3,44	n.s.
T6-T7	3,18	<	3,44	n.s.
T6-T5	3,36	<	3,44	n.s.
T1-T8	1,00	<	3,44	n.s.
T1-T3	1,21	<	3,44	n.s.
T1-T4	2,73	<	3,44	n.s.

T1-T7	3,09	<	3,44	n.s.
T1-T5	3,27	<	3,44	n.s.
T8-T3	0,22	<	3,44	n.s.
T8-T4	1,73	<	3,44	n.s.
T8-T7	2,09	<	3,44	n.s.
T8-T5	2,28	<	3,44	n.s.
T3-T4	1,52	<	3,44	n.s.
T3-T7	1,88	<	3,44	n.s.
T3-T5	2,06	<	3,44	n.s.
T4-T7	0,36	<	3,44	n.s.
T4-T5	0,55	<	3,44	n.s.
T7-T5	0,18	<	3,44	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

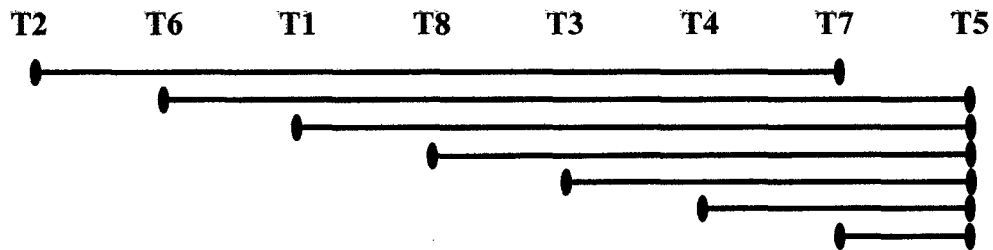


Figura 16. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de los tratamientos, en la pérdida de peso de arándano osmodeshidratado.

Tabla 25. Análisis de varianza para la pérdida de agua, de arándano osmodeshidratado.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	7	244,19	34,88	19,14	2,66	*
A	1	68,14	68,14	37,39	4,49	*
B	1	102,31	102,31	56,14	4,49	*
C	1	17,83	17,83	9,78	4,49	*
AB	1	15,00	15,00	8,23	4,49	*

AC	1	12,17	12,17	6,68	4,49	*
BC	1	0,46	0,46	0,25	4,49	n.s.
ABC	1	28,27	28,27	15,51	4,49	*
Error	16	29,16	1,82			
Total	23	273,34	11,88			

Dónde:

* : Existe diferencia significativa

n.s. : No existe diferencia significativa.

Tabla 26. Promedio de los valores del factor A (Agente osmótico), para la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Factor	Agente	Promedio
A1	Sacarosa	102,23
A2	Miel de abeja	112,34
AES (T) _{5%} = 3,00 ALS (T) = 2,34		

Tabla 27. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor A (agente osmótico), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A1 - A2	10,11	>	2,34	*

Donde:

* : Existe diferencia significativa

n.s : No existe diferencia significativa

Tabla 28. Promedio de los valores del factor B (Concentración de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Factor	Concentración	Promedio
B1	60 °Brix	101,09
B2	70 °Brix	113,48
AES(T) _{5%} = 3,00 ALS (T) = 2,34		

Tabla 29. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor B (concentración de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
B1-B2	12,39	>	2,34	*

Dónde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 30. Promedio de los valores del factor C (temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Factor	Concentración	Promedio
C1	50 °C	104,70
C2	60 °C	109,87
AES(T) _{5%} = 3,00 ALS (T) = 2,11		

Tabla 31. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor C (Temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
C1-C2	5,17	>	2,11	*

Dónde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 32. Promedios ordenados de la interacción A x B (Agente osmótico y Concentración de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
A1B1	31,22
A2B1	36,17
A1B2	36,93

A2B2	38,72
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 3,15	

Tabla 33. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x B en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A1B1 – A2B1	4,95	>	3,15	*
A1B1 – A1B2	5,71	>	3,15	*
A1B1 – A2B2	7,5	>	3,15	*
A2B1 – A1B2	0,76	<	3,15	n.s.
A2B1 – A2B2	2,55	<	3,15	n.s.
A1B2 – A2B2	1,79	<	3,15	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.



Figura 17. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x B, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Tabla 34. Promedios ordenados de la interacción A x C (Agente osmótico y Temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
A1C1	32,50
A1C2	35,65
A2C1	37,30
A2C2	37,60
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 3,15	

Tabla 35. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x C en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A1C1 – A1C2	3,15	=	3,15	n.s
A1C1 – A2C1	4,8	>	3,15	*
A1C1 – A2C2	5,1	>	3,15	*
A1C2 – A2C1	1,65	<	3,15	n.s.
A1C2 – A2C2	1,95	<	3,15	n.s.
A2C1 – A2C2	0,3	<	3,15	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.



Figura 18. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x C, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Tabla 36. Promedios ordenados de la interacción B x C (Concentración de la solución y Temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
B1C1	32,70
B1C2	34,70
B2C1	37,10
B2C2	38,55
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 3,15	

Tabla 37. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción B x C en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
B1C1 – B1C2	2	<	3,15	n.s
B1C1 – B2C1	4,4	>	3,15	*
B1C1 – B2C2	5,85	>	3,15	*
B1C2 – B2C1	2,4	<	3,15	n.s.
B1C2 – B2C2	3,85	>	3,15	*
B2C1 – B2C2	1,45	<	3,15	n.s.

Donde:

- * : Existe diferencia significativa.
- n.s : No existe diferencia significativa.



Figura 19. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción B x C, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Tabla 38. Promedios ordenados de la interacción A x B x C (Agente osmótico, Concentración de la solución y temperatura de la solución), en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Tratamientos	Promedio	Repeticiones
A1B1C1	T1	30,59	3
A1B1C2	T2	31,85	3
A1B2C1	T3	34,41	3
A2B1C1	T5	34,80	3
A2B1C2	T6	37,55	3
A2B2C2	T8	37,65	3
A1B2C2	T4	39,45	3
A2B2C1	T7	39,79	3

Tabla 39. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $x_i - x_j$	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
T1 -T2	1,26	<	3,82	n.s
T1-T3	3,82	=	3,82	n.s.
T1-T5	4,20	>	3,82	*
T1-T6	6,95	>	3,82	*
T1-T8	7,05	>	3,82	*
T1-T4	8,86	>	3,82	*
T1-T7	9,20	>	3,82	*
T2-T3	2,56	<	3,82	n.s.
T2-T5	2,95	<	3,82	n.s.
T2-T6	5,70	>	3,82	*
T2-T8	5,80	>	3,82	*
T2-T4	7,60	>	3,82	*
T2-T7	7,95	>	3,82	*
T3-T5	0,39	<	3,82	n.s.
T3-T6	3,13	<	3,82	n.s.
T3-T8	3,23	<	3,82	n.s.
T3-T4	5,04	>	3,82	*
T3-T7	5,38	>	3,82	*
T5-T6	2,75	<	3,82	n.s.
T5-T8	2,85	<	3,82	n.s.
T5-T4	4,65	>	3,82	*
T5-T7	5,00	>	3,82	*
T6-T8	0,10	<	3,82	n.s.
T6-T4	1,91	<	3,82	n.s.
T6-T7	2,25	<	3,82	n.s.
T8-T4	1,81	<	3,82	n.s.
T8-T7	2,15	<	3,82	n.s.
T4-T7	0,34	<	3,82	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

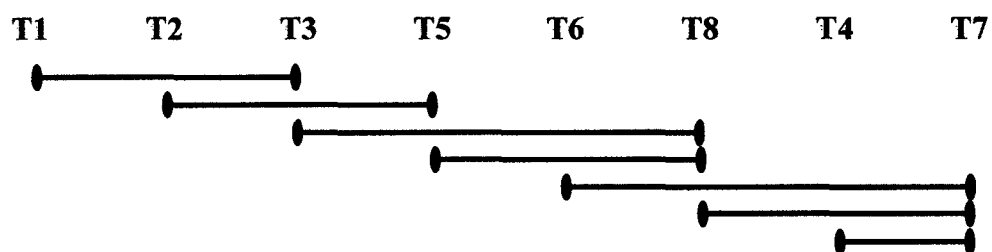


Figura 20. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de los tratamientos, en la pérdida de agua de arándano osmodeshidratado.

Tabla 40. Análisis de varianza para la ganancia de sólidos, de arándano osmodeshidratado.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	7	69,56	9,94	22,57	2,66	*
A	1	12,75	12,75	28,95	4,49	*
B	1	6,05	6,05	13,74	4,49	*
C	1	47,22	47,22	107,24	4,49	*
AB	1	1,32	1,32	3,00	4,49	n.s.
AC	1	0,02	0,02	0,05	4,49	n.s.
BC	1	1,18	1,18	2,69	4,49	n.s.
ABC	1	1,01	1,01	2,29	4,49	n.s.
Error	16	7,05	0,44			
Total	23	76,60	3,33			

Dónde:

* : Existe diferencia significativa

n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 41. Promedio de los valores del factor A (Agente osmótico), para la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Factor	Agente	Promedio
A1	Sacarosa	23,77

A2	Miel de abeja	28,14
AES (T)_{5%} = 3,00 ALS (T) = 1,15		

Tabla 42. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor A (agente osmótico), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A1 - A2	4,37	>	1,15	*

Donde:

* : Existe diferencia significativa

n.s : No existe diferencia significativa

Tabla 43. Promedio de los valores del factor B (Concentración de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Factor	Concentración	Promedio
B1	60 °Brix	24,45
B2	70 °Brix	27,46
AES(T)_{5%} = 3,00 ALS (T) = 1,15		

Tabla 44. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor B (concentración de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
B1-B2	3,01	>	1,15	*

Dónde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 45. Promedio de los valores del factor C (temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Factor	Concentración	Promedio
C1	50 °C	21,74

C2	60 °C	30,16
AES(T) _{5%} = 3,00 ALS (T) = 1,15		

Tabla 46. Aplicación de la prueba de Tuckey al factor C (Temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
C1-C2	8,42	>	1,15	*

Dónde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 47. Promedios ordenados de la interacción A x B (Agente osmótico y Concentración de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
A1B1	7,65
A2B1	8,30
A1B2	8,31
A2B2	9,83
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 1,55	

Tabla 48. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x B en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
A1B1 - A2B1	0,65	<	1,55	n.s.
A1B1 - A1B2	0,66	<	1,55	n.s.
A1B1 - A2B2	2,18	>	1,55	*
A2B1 - A1B2	0,01	<	1,55	n.s.
A2B1 - A2B2	1,53	<	1,55	n.s.
A1B2 - A2B2	1,52	<	1,55	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

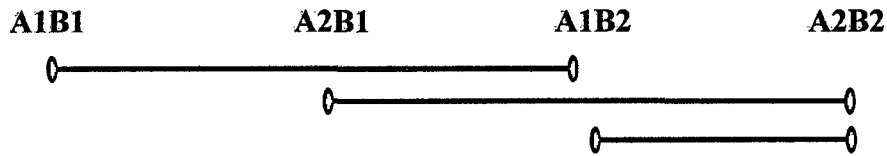


Figura 21. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x B, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Tabla 49. Promedios ordenados de la interacción A x C (Agente osmótico y Temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
A1C1	6,61
A2C1	7,82
A1C2	9,35
A2C2	10,31
$AE\bar{S}(T)_{5\%} = 4,05$ $ALS(T) = 1,55$	

Tabla 50. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción A x C en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	$ALS(\bar{T})$	Sig. (5%)
A1C1 - A2C1	1,21	<	1,55	n.s
A1C1 - A1C2	2,74	>	1,55	*
A1C1 - A2C2	3,7	>	1,55	*
A2C1 - A1C2	1,53	<	1,55	n.s.
A2C1 - A2C2	2,49	>	1,55	*
A1C2 - A2C2	0,96	<	1,55	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

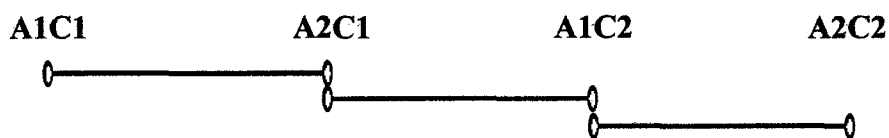


Figura 22. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción A x C, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Tabla 51. Promedios ordenados de la interacción B x C (Concentración de la solución y Temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Promedio
B1C1	6,59
B2C1	7,84
B1C2	9,36
B2C2	10,31
AES(T) _{5%} = 4,05 ALS (T) = 1,55	

Tabla 52. Aplicación de la prueba Tuckey para la interacción B x C en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
B1C1 – B2C1	1,25	<	1,55	n.s
B1C1 – B1C2	2,77	>	1,55	*
B1C1 – B2C2	3,72	>	1,55	*
B2C1 – B1C2	1,52	<	1,55	n.s.
B2C1 – B2C2	2,47	>	1,55	*
B1C2 – B2C2	0,95	<	1,55	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.



Figura 23. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de la interacción B x C, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Tabla 53. Promedios ordenados de la interacción A x B x C (Agente osmótico, Concentración de la solución y temperatura de la solución), en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Interacción	Tratamientos	Promedio	Repeticiones
A1B1C1	T1	6,26	3
A2B1C1	T5	6,78	3
A1B2C1	T3	6,83	3
A1B1C2	T2	9,04	3
A2B2C1	T7	9,11	3
A1B2C2	T4	9,55	3
A2B1C2	T6	10,50	3
A2B2C2	T8	11,12	3

Tabla 54. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Comparación	Diferencia $ x_i - x_j $	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
T1-T5	0,52	<	1,88	n.s.
T1-T3	0,57	<	1,88	n.s.
T1-T2	2,78	>	1,88	*
T1-T7	2,85	>	1,88	*
T1-T4	3,28	>	1,88	*
T1-T6	4,24	>	1,88	*
T1-T8	4,86	>	1,88	*
T5-T3	0,05	<	1,88	n.s.
T5-T2	2,26	>	1,88	*
T5-T7	2,33	>	1,88	*

T5-T4	2,76	>	1,88	*
T5-T6	3,72	>	1,88	*
T5-T8	4,34	>	1,88	*
T3-T2	2,21	>	1,88	*
T3-T7	2,28	>	1,88	*
T3-T4	2,71	>	1,88	*
T3-T6	3,67	>	1,88	*
T3-T8	4,29	>	1,88	*
T2-T7	0,07	<	1,88	n.s.
T2-T4	0,50	<	1,88	n.s.
T2-T6	1,46	<	1,88	n.s.
T2-T8	2,08	>	1,88	*
T7-T4	0,43	<	1,88	n.s.
T7-T6	1,39	<	1,88	n.s.
T7-T8	2,01	>	1,88	*
T4-T6	0,96	<	1,88	n.s.
T4-T8	1,58	<	1,88	n.s.
T6-T8	0,62	<	1,88	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

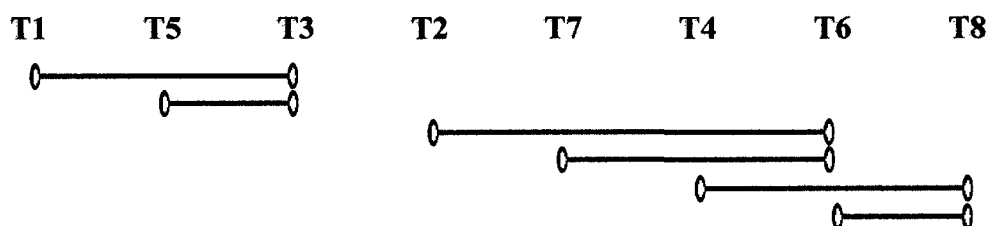


Figura 24. Representación de los grupos homogéneos, por segmentos de recta, de los tratamientos, en la ganancia de sólidos de arándano osmodeshidratado.

Tabla 55. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto a aspecto del Arándano osmodeshidratado, para los ocho tratamientos.

Tratamientos Bloques	Tratamientos								TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	5	5	6	6	4	6	6	5	43
2	3	5	5	4	2	3	4	4	30
3	3	4	6	6	4	6	4	4	37
4	2	4	4	4	3	6	3	3	29
5	5	5	4	5	4	4	6	5	38
6	2	6	6	3	3	6	7	2	35
7	3	6	6	3	6	4	5	5	38
8	4	3	6	4	4	4	3	4	32
9	7	6	6	6	6	6	5	5	47
10	2	5	5	6	6	5	6	5	40
11	6	6	6	5	3	3	5	5	39
12	4	5	6	6	4	5	6	6	42
13	5	4	6	6	4	6	6	6	43
14	4	5	5	4	4	5	6	5	38
15	4	4	6	4	4	4	4	6	36
TOTAL	59	73	83	72	61	73	76	70	567
PROMEDIO	3.93	4.87	5.53	4.80	4.07	4.87	5.07	4.67	-

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Tabla 56. Análisis de varianza para aspecto de arándano osmodeshidratado.

F de V.	SC	GL	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	28,19	7	4,03	3,93	2,12	*
Bloques	43,30	14	3,09	3,02	1,81	*
Error	100,43	98	1,02			
Total	171,93	419				

Donde:

- * : Existe diferencia significativa.
- n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 57. Promedios ordenados de los tratamientos en aspecto de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.

Interacción	Tratamiento	Promedio
A1B1C1	T1	3,93
A2B1C1	T5	4,07
A2B2C2	T8	4,67
A1B2C2	T4	4,80
A1B1C2	T2	4,87
A2B1C2	T6	4,87
A2B2C1	T7	5,07
A1B2C1	T3	5,53

Tabla 58. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos, en el aspecto de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.

Comparación	Diferencia	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
T1 – T5	0,14	<	2.56	n.s.
T1 – T8	0,74	<	2.56	n.s.
T1 – T4	0,87	<	2.56	n.s.
T1 – T2	0,94	<	2.56	n.s.
T1 – T6	0,94	<	2.56	n.s.
T1 – T7	1,14	<	2.56	n.s.
T1 – T3	1,60	<	2.56	n.s.
T5 – T8	0,6	<	2.56	n.s.
T5 – T4	0,73	<	2.56	n.s.
T5 – T2	0,8	<	2.56	n.s.
T5 – T6	0,8	<	2.56	n.s.
T5 – T7	1	<	2.56	n.s.
T5 – T3	1,46	<	2.56	n.s.
T8 – T4	0,13	<	2.56	n.s.
T8 – T2	0,2	<	2.56	n.s.
T8 – T6	0,2	<	2.56	n.s.
T8 – T7	0,4	<	2.56	n.s.
T8 – T3	0,86	<	2.56	n.s.

T4 - T2	0,07	<	2.56	n.s.
T4 - T6	0,07	<	2.56	n.s.
T4 - T7	0,27	<	2.56	n.s.
T4 - T3	0,73	<	2.56	n.s.
T2 - T6	0	<	2.56	n.s.
T2 - T7	0,2	<	2.56	n.s.
T2 - T3	0,66	<	2.56	n.s.
T6 - T7	0.2	<	2.56	n.s.
T6 - T3	0.66	<	2.56	n.s.
T7 - T3	0.46	<	2.56	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

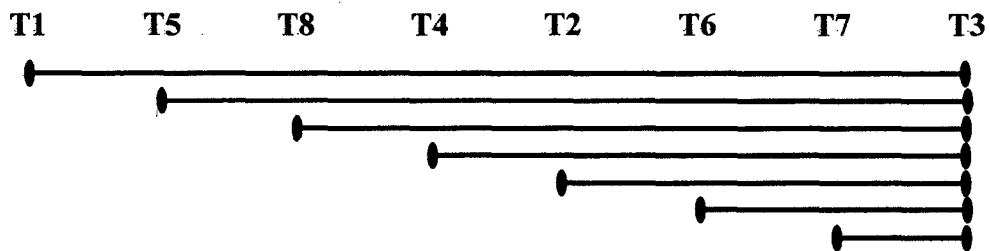


Figura 25. Representación de los grupos homogéneos por segmentos de recta de los tratamientos, en el aspecto de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.

Tabla 59. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto a flavor del Arándano osmodeshidratado, para los ocho tratamientos.

Bloques	Tratamientos								TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	5	4	6	6	3	5	5	5	39
2	4	4	5	6	3	3	6	2	33
3	4	4	5	4	5	7	7	4	40
4	5	5	4	4	3	5	5	4	35
5	4	4	4	5	3	3	6	6	35

6	2	5	6	4	3	7	7	3	37
7	2	6	3	3	6	5	3	3	31
8	4	4	6	4	4	4	3	4	33
9	4	3	5	6	4	5	2	3	32
10	2	4	4	7	6	6	5	5	39
11	3	5	6	5	2	4	6	5	36
12	5	6	6	5	6	6	6	5	45
13	6	4	6	6	5	5	4	5	41
14	6	5	4	4	5	6	6	6	42
15	4	6	6	4	4	4	4	7	39
TOTAL	60	69	76	73	62	75	75	67	557
PROMEDIO	4.00	4.60	5.07	4.87	4.13	5.00	5.00	4.47	-

Fuente: Elaborado por los tesistas.

Tabla 60. Análisis de varianza para flavor de arándano osmodeshidratado.

F de V.	SC	GL	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	17,86	7	2,55	1,75	2,12	n.s.
Bloques	28,47	14	2,03	1,39	1,81	n.s.
Error	143,27	98	1,46			
Total	189,59	419				

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 61. Datos registrados de la evaluación sensorial en cuanto a textura del Arándano osmodeshidratado, para los ocho tratamientos.

Bloques \ Tratamientos	Tratamientos								TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	4	3	5	5	4	5	6	4	36
2	5	5	6	3	2	2	6	2	31
3	1	3	3	3	4	3	6	3	26
4	4	4	6	5	2	4	4	3	32

5	3	5	3	4	3	3	6	5	32
6	2	5	6	3	2	6	7	2	33
7	2	6	6	3	6	5	5	3	36
8	5	4	6	5	4	5	5	6	40
9	6	5	6	6	3	6	5	3	40
10	3	5	6	6	6	6	6	5	43
11	5	5	3	4	1	3	5	5	31
12	5	6	5	6	5	5	6	5	43
13	5	5	6	5	5	5	5	5	41
14	4	5	5	6	6	5	6	5	42
15	4	6	6	4	4	4	4	4	36
TOTAL	58	72	78	68	57	67	82	60	542
PROMEDIO	3.87	4.80	5.20	4.53	3.80	4.47	5.47	4.00	-

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Tabla 62. Análisis de varianza para textura de arándano osmodeshidratado.

F de V.	SC	GL	CM	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	39,83	7	5,69	4,56	2,12	*
Bloques	47,72	14	3,41	2,73	1,81	*
Error	122,42	98	1,25			
Total	209,97	419				

Donde:

- * : Existe diferencia significativa.
- n.s : No existe diferencia significativa.

Tabla 63. Promedios ordenados de los tratamientos en textura de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.

Interacción	Tratamiento	Promedio
A2B1C1	T5	3,80
A1B1C1	T1	3,87
A2B2C2	T8	4,00

A2B1C2	T6	4,47
A1B2C2	T4	4,53
A1B1C2	T2	4,80
A1B2C1	T3	5,20
A2B2C1	T7	5,47

Tabla 64. Aplicación de la prueba Tuckey para los tratamientos, en la textura de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.

Comparación	Diferencia	5%	ALS(T)	Sig. (5%)
T5 – T1	0,07	<	2.83	n.s.
T5 – T8	0,2	<	2.83	n.s.
T5 – T6	0,67	<	2.83	n.s.
T5 – T4	0,73	<	2.83	n.s.
T5 – T2	1	<	2.83	n.s.
T5 – T3	1,4	<	2.83	n.s.
T5 – T7	1,67	<	2.83	n.s.
T1 – T8	0,13	<	2.83	n.s.
T1 – T6	0,6	<	2.83	n.s.
T1 – T4	0,66	<	2.83	n.s.
T1 – T2	0,93	<	2.83	n.s.
T1 – T3	1,33	<	2.83	n.s.
T1 – T7	1,6	<	2.83	n.s.
T8 – T6	0,47	<	2.83	n.s.
T8 – T4	0,53	<	2.83	n.s.
T8 – T2	0,8	<	2.83	n.s.
T8 – T3	1,2	<	2.83	n.s.
T8 – T7	1,47	<	2.83	n.s.
T6 – T4	0,06	<	2.83	n.s.
T6 – T2	0,33	<	2.83	n.s.
T6 – T3	0,73	<	2.83	n.s.
T6 – T7	1	<	2.83	n.s.

T4 – T2	0,27	<	2.83	n.s.
T4 – T3	0,67	<	2.83	n.s.
T4 – T7	0,94	<	2.83	n.s.
T2 – T3	0,4	<	2.83	n.s.
T2 – T7	0,67	<	2.83	n.s.
T3 – T7	0.27	<	2.83	n.s.

Donde:

* : Existe diferencia significativa.

n.s : No existe diferencia significativa.

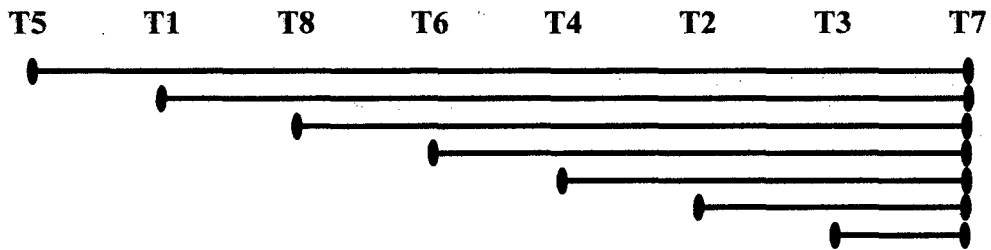


Figura 26. Representación de los grupos homogéneos por segmentos de recta de los tratamientos, en la textura de arándano osmodeshidratado, para ocho tratamientos.

Anexo 2. Formato de test de escala Hedónica
ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE ARÁNDANOS TIPO PASAS

NOMBRE:

FECHA:

ESPECIALIDAD:

Tesistas: GENRI HITALO SOTO MEDINA

YURI GUABLOCHO CHÁVEZ

Estimado panelista lea correctamente las indicaciones:

- ✓ Se le está asignando 8 muestras, las cuales usted calificará según la tabla siguiente

Me desagrada muchísimo	1
Me desagrada	2
Me desagrada un poco	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta un poco	5
Me gusta	6
Me gusta muchísimo	7

- ✓ Evalúe la muestra e indique su nivel de agrado, indicando el puntaje de la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos.

Características→			
Tratamientos ↓	TEXTURA	FLAVOR	ASPECTO
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			
T6			
T7			
T8			

Anexo 3. Fotografías:



Fotografía 1. Arándano fresco



Fotografía 2. Selección y clasificación del arándano.



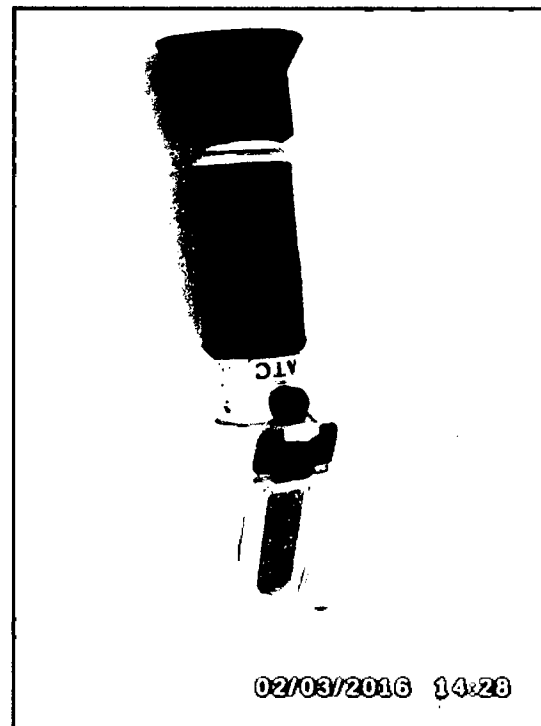
Fotografía 3. Arándano seleccionado



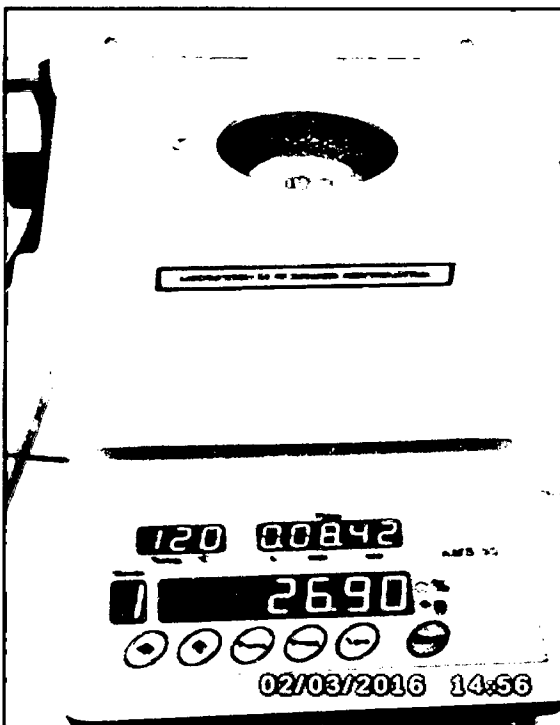
Fotografía 4. Proceso de escaldado.



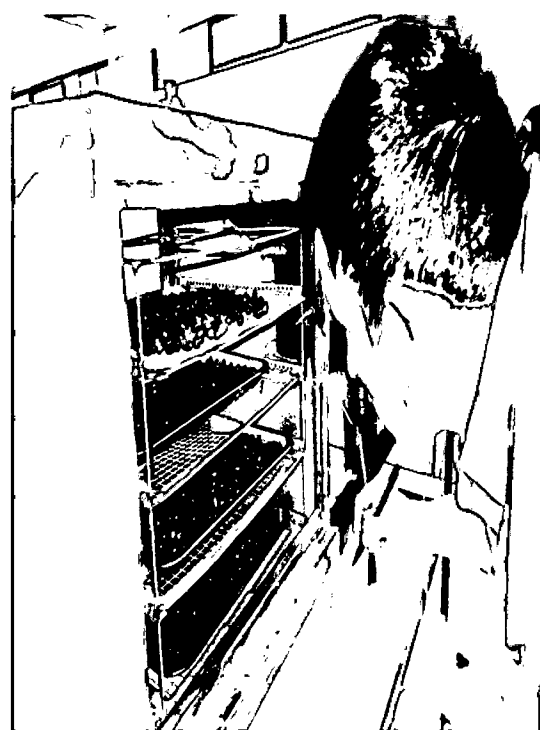
Fotografía 5. Osmodeshidratación para 8
tratamientos.



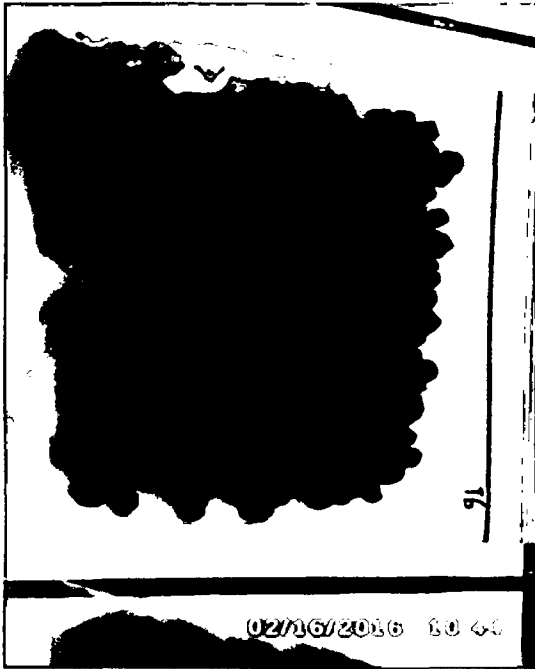
Fotografía 6. Determinación de sólidos
solubles de Arándano.



Fotografía 7. Determinación de la humedad
de Arándano.



Fotografía 8. Secado de arándano osmo-
deshidratada.



Fotografía 9. Arándano osmodeshidratado.



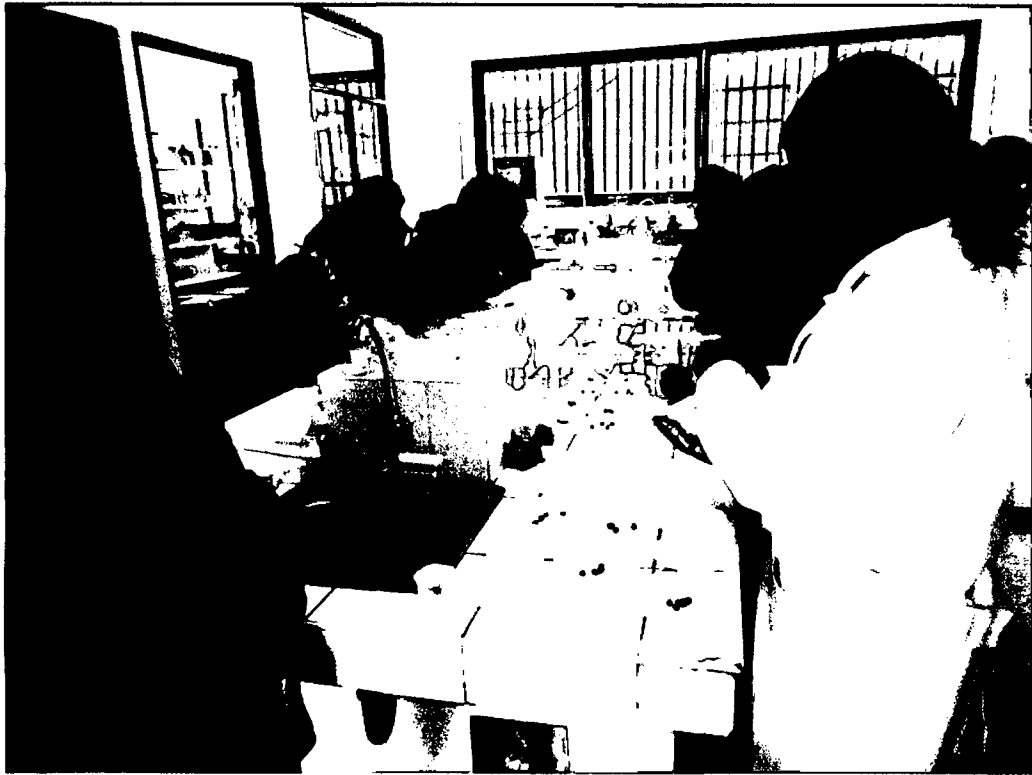
Fotografía 10. Determinación de Ácido ascórbico de arándano fresco y osmodeshidratado.



Fotografía 11. Determinación de cenizas de Arándano fresco y osmodeshidratado



Fotografía 12. Evaluación sensorial a alumnos del x ciclo de Ingeniería agroindustrial de la UNTRM-A.



Fotografía 13. Evaluación del aspecto de arándano osmodeshidratado.



Fotografía 14. Evaluación de la textura de arándano osmodeshidratado.