



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**Tema:**

**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TEMPERATURA EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*)”**

Trabajo de Investigación de graduación. Modalidad: Trabajo estructurado de manera independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**AUTOR:** Carlos Andrés Martínez Barrera

**TUTOR:** Ing. M.Sc. Juan de Dios Alvarado

**AMBATO- ECUADOR**

**2012**

# APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TEMPERATURA EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*)”, de Carlos Andrés Martínez Barrera, egresado de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, certifico que el trabajo fue realizado por la persona indicada y considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Noviembre 2012

EL TUTOR

.....

Ing. M. Sc. Juan de Dios Alvarado

## AUTORIA

El presente trabajo de Investigación: “EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TEMPERATURA EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*)”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Noviembre 2012

.....  
Carlos Andrés Martínez Barrera

C.I: 180449932-3

**APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Noviembre de 2012.

Para constancia firman:

---

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## DEDICATORIA

*Este trabajo dedico a Dios el ser supremo que guía nuestra vida, a mis padres: Carlos y Ana María que con su ejemplo y sus enseñanzas han sabido motivarme para salir adelante, por su cariño amor y comprensión y por apoyarme en la obtención de este título anhelado; a mis hermanos: José, Lenin y Ana Emilia quienes con mucho afecto han estado siempre conmigo en aquellos momentos de gloria y derrotas, siendo un pilar fundamental para lograr esta meta.*

*Carlos*

# AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi Agradecimiento a:

Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Al Ing. M. Sc. Juan de Dios Alvarado (Tutor), por su colaboración, sugerencias y entusiasmo encomendado en la ejecución experimental, además por su apoyo y motivación en el momento indicado.

Docentes de primaria en especial a la Lic. Teresa Chaquinga Vascones, secundaria y universidad, por las experiencias y conocimientos compartidos dentro y fuera de las aulas durante la vida estudiantil.

Amigos (as) quienes me acompañaron en este camino y con los cuales compartí muchas experiencias y momentos buenos y malos Santiago, Luis, Mentor, Fabián, Christian, Oscar, Fernando, Wilmer porque con ellos comparto una etapa en el transcurso de mi vida.

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Tema de Investigación.....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	1
1.2.1	Contextualización.....	1
1.2.1.1	Contextualización Macro.....	1
1.2.1.2	Contextualización Meso.....	4
1.2.1.3	Contextualización Micro.....	5
1.2.2	Análisis Crítico.....	6
1.2.3	Prognosis.....	7
1.2.4	Formulación del Problema.....	7
1.2.5	Preguntas directrices.....	8
1.2.6	Delimitación del objeto de Investigación.....	8
1.3	Justificación.....	9
1.4	Objetivos.....	10
1.4.1	Objetivo General.....	10
1.4.2	Objetivos Específicos.....	10

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes Investigativos.....	11
2.2	Fundamentación Filosófica.....	12
2.3	Fundamentación Legal.....	12
2.4	Categorías Fundamentales.....	13
2.4.1	Tomate de Árbol.....	14
2.4.2	Deshidratación.....	23

2.4.2.1	Deshidratación Osmótica.....	24
2.4.3	Descripción del proceso.....	32
2.4.4	Diagrama de Flujo del proceso.....	34
2.5	Hipótesis.....	35
2.6	Señalamiento de Variables.....	36

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1	Enfoque.....	37
3.2	Modalidad básica de Investigación.....	37
3.3	Nivel o Tipo de Investigación.....	38
3.4	Población y Muestra.....	38
3.5	Diseño Experimental.....	39
3.6	Operacionalización de variables.....	42
3.6.1	Operacionalización de las variable Independientes.....	42
3.6.2	Operacionalización de variable Dependiente.....	43
3.7	Plan de recolección de Información.....	44
3.8	Plan de procesamiento de Información.....	43

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1	Análisis de los Resultados.....	45
4.1.1	Deshidratación Osmótica.....	45
4.1.1.1	Grados ° Brix en el Jarabe.....	45
4.1.1.2	pH en el Jarabe.....	46
4.1.2	Cinética de Deshidratación Osmótica.....	46
4.1.2.1	Pérdida de Peso.....	47
4.1.2.2	Pérdida de Agua.....	48



4.1.2.3	Ganancia de Sólidos.....	49
4.1.2.4	Coeficientes de Difusividad.....	50
4.2	Determinación del mejor tratamiento.....	51
4.3	Verificación de la Hipótesis.....	52

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones.....	53
5.2	Recomendaciones.....	55

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1	Datos Informativos.....	56
6.1.1	Titulo.....	56
6.1.2	Institución Ejecutora.....	56
6.1.3	Beneficiarios.....	56
6.1.4	Ubicación .....	56
6.1.5	Tiempo estimado para la Ejecución.....	56
6.2	Antecedentes.....	57
6.3	Justificación.....	58
6.4	Objetivos.....	59
6.5	Análisis de Factibilidad.....	60
6.6	Fundamentación.....	61
6.7	Metodología.....	64
6.8	Administrativo.....	82
6.9	Previsión de la evaluación.....	83
	<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....</b>	<b>84</b>

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro # 1:</b> Exportadores mundiales de Tomate de árbol.....	3
<b>Cuadro # 2:</b> Meses de producción del tomate de Árbol en diferentes países.....	76
<b>Cuadro #3:</b> Plan de mejoras.....	80
<b>Cuadro #4:</b> Administración de la Propuesta.....	82
<b>Cuadro # 5:</b> Previsión de la Evaluación.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla # 1:</b> Normas INEN, y análisis físicos, químicos relacionados con la deshidratación del tomate de árbol.....	13
<b>Tabla # 2:</b> Clasificación taxonómica del tomate de árbol.....	15
<b>Tabla # 3:</b> Zonas productoras de tomate de árbol en el Ecuador.....	17
<b>Tabla # 4:</b> Características del cultivo y del fruto de las variedades de tomate de árbol difundidas en el Ecuador.....	20
<b>Tabla # 5:</b> Composición Nutricional y características físicas del tomate de árbol de las variedades anaranjado gigante y morado del Ecuador.....	21
<b>Tabla # 6:</b> Osmosidad de algunos Solutos.....	28
<b>Tabla # 7:</b> Factores y niveles del Diseño Experimental.....	39
<b>Tabla # 8:</b> Tratamientos desarrollados en la investigación.....	40
<b>Tabla # 9:</b> Costo de Fabricación.....	71
<b>Tabla #10:</b> Estimación del Precio de Venta.....	73
<b>Tabla # 11:</b> Desglose por Kg, 500 g y por porción de 50 g.....	73
<b>Tabla # 12:</b> Resumen de Costos.....	74
<b>Tabla # 13:</b> Demanda Interna y Consumo per cápita promedio de tomate de árbol.....	77

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico # 1:</b> Evolución de las exportaciones mundiales de productos frescos incluyendo tomate de árbol.....	2
<b>Gráfico # 2:</b> Diagrama Causa- Efecto del Tomate de Árbol.....	6
<b>Gráfico # 3:</b> Diagrama de Flujo del Proceso de Deshidratación Osmótica.....	35
<b>Gráfico #4:</b> Diagrama de Flujo del Proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol en el mejor tratamiento.....	66
<b>Gráfico # 5:</b> Diagrama del Balance de Materiales.....	70
<b>Gráfico # 6:</b> Punto de Equilibrio.....	75
<b>Gráfico # 7:</b> Esquema de comercialización interna.....	79

## ANEXO A

**Tabla A.1.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.2.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.3.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.4.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.5.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.6.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.7.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.8.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.9.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.10.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.11.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.12.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.13.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.14.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.15.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.16.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.17.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.18.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.19.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.20.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.21.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.22.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.23.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.24.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.25.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.26.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.27.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.28.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.29.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.30.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.31.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.32.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.33.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.34.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.35.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.36.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.37.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.38.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.39.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.40.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.41.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.42.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.43.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.44.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.45.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.46.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.47.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.48.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.49.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.50.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.51.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.52.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.53.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.54.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.55.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1.



**Tabla A.56.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.57.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.58.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.59.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.60.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.61.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.62.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.63.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.64.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.65.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.66.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.67.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.68.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.69.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.70.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.71.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.72.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.73.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.74.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.75.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.76.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.77.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.78.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.79.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.80.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.81.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.82.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.83.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.84.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.85.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.86.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.87.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 1

**Tabla A.88.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Tabla A.89.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 1.

**Tabla A.90.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Tabla A.91.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Tabla A.92.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Tabla A.93.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Tabla A.94.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Tabla A.95.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Tabla A.96.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculos de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 2

**Tabla A.97.** Valores calculados de Coeficientes de Difusividad para los diversos tratamientos.

## **ANEXO B**

**Tabla B.1.** Análisis de Varianza para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica.

**Tabla B.2.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) de la Interacción AB (Concentración-Temperatura) durante la deshidratación osmótica.

**Tabla B.3.** Análisis de Varianza para Ganancia de Solidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica.

**Tabla B.4.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Ganancia de Solidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) de la Interacción AB (Concentración-Temperatura) durante la deshidratación osmótica.

**Tabla B.5.** Análisis de Varianza para Perdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica.

**Tabla B.6.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Perdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor A (Concentración) durante la deshidratación osmótica.

**Tabla B.7.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Perdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor B (Temperatura) durante la deshidratación osmótica.

**Tabla B.8.** Análisis de Varianza para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Tabla B.9.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor A (Concentración) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Tabla B.10.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor B (Temperatura) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Tabla B.11.** Análisis de Varianza para Ganancia de Sólidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Tabla B.12.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Ganancia de Sólidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) de la Interacción AB (Concentración-Temperatura) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Tabla B.13.** Análisis de Varianza para Pérdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Tabla B.14.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor B (Temperatura) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Tabla B.15.** Análisis de Varianza para Coeficientes de Difusividad ( $m^2/s$ ) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

## **ANEXO C**

**Figura C.1.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1

**Figura C.2.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Figura C.3.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Figura C.4.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Figura C.5.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1.

**Figura C.6.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Figura C.7.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1.

**Figura C.8.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Figura C.9.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 1

**Figura C.10.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

**Figura C.11.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 1

**Figura C.12.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 2

**Figura C.13.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 1

**Figura C.14.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Figura C.15.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 1

**Figura C.16.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

**Figura C.17.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 1

**Figura C.18.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 2

**Figura C.19.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1.

**Figura C.20.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2.

**Figura C.21.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1

**Figura C.22.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2.

**Figura C.23.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 1

**Figura C.24.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 2

**Figura C.25.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) (Promedios).

**Figura C.26.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) (Promedios).



**Figura C.27.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) (Promedios).

**Figura C.28.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) (Promedios).

**Figura C.29.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) (Promedios).

**Figura C.30.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) (Promedios).

**Figura C.31.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) (Promedios).

**Figura C.32.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) (Promedios).

**Figura C.33.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) (Promedios).

**Figura C.34.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) (Promedios).

**Figura C.35.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) (Promedios).

**Figura C.36.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) (Promedios).

**Figura C.37.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) (Promedios).

**Figura C.38.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) (Promedios).

**Figura C.39.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) (Promedios).

**Figura C.40.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) (Promedios).

**Figura C.41.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) (Promedios).

**Figura C.42.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) (Promedios).

**Figura C.43.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) (Promedios).

**Figura C.44.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) (Promedios).

**Figura C.45.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) (Promedios).

**Figura C.46.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) (Promedios).

**Figura C.47.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) (Promedios).

**Figura C.48.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) (Promedios).

**Figura C.49.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C)  
Réplica 1

**Figura C.50.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C)  
Réplica 2.

**Figura C.51.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C)  
Réplica 1.

**Figura C.52.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C)  
Réplica 2.

**Figura C.53.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C)  
Réplica 1.

**Figura C.54.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C)  
Réplica 2.

**Figura C.55.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C)  
Réplica 1.

**Figura C.56.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C)  
Réplica 2.

**Figura C.57.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C)  
Réplica 1

**Figura C.58.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C)  
Réplica 2.

**Figura C.59.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C)  
Réplica 1

**Figura C.60.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C)  
Réplica 2

**Figura C.61.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C)  
Réplica 1

**Figura C.62.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C)  
Réplica 2.

**Figura C.63.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C)  
Réplica 1

**Figura C.64.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C)  
Réplica 2.

**Figura C.65.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C)  
Réplica 1

**Figura C.66.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C)  
Réplica 2

**Figura C.67.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C)  
Réplica 1.

**Figura C.68.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C)  
Réplica 2.

**Figura C.69.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C)  
Réplica 1

**Figura C.70.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C)  
Réplica 2.

**Figura C.71.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C)  
Réplica 1

**Figura C.72.** Ln  $X^*$  vs. Tiempo para el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C)  
Réplica 2

**Figura C.73.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 25°C

**Figura C.74.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 35°C

**Figura C.75.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 45°C.

**Figura C.76.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 55°C

## **ANEXO D.**

**Gráfico D.1** Tomates de Árbol en buen estado.

**Gráfico D.2** Azúcar Comercial.

**Gráfico D.3** Ácido Cítrico.

**Gráfico D.4** Balanza.

**Gráfico D.5** Refractómetro.

**Gráfico D.6** Brixómetro.

**Gráfico D.7** pH-metro.

**Gráfico D.8** Vasos y cernidores.

**Gráfico D.9** Vasos de precipitación pequeños.

**Gráfico D.10** Ollas, termocuplas, pinzas, soportes universales, vasos y cernidores.

**Gráfico D.11** Área de balanzas y Estufa.

**Gráfico D.12** Estufa.

**Gráfico D.13** Balones de Aforo.

**Gráfico D.14** Desecadores.

**Gráfico D.15** Baño termostático.

**Gráfico D.16** Cápsulas de porcelana.

**Gráfico D.17** Pinza para cápsula y vaso de precipitación.

**Gráfico D.18** Cuchillos, bandejas y cernidores.

**Gráfico D.19** Etiquetas para la rotulación de cápsulas.

**Gráfico D.20** Preparación de las soluciones de Sacarosa previo al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.21** Pesaje del Ácido Cítrico para elaborar la solución previa al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.22** Recepción del tomate de árbol

**Gráfico D.23** Lavado del tomate de árbol.

**Gráfico D.24** Cortado del tomate de árbol en rodajas uniformes.

**Gráfico D.25** Obtención de las rodajas de tomate de árbol.

**Gráfico D.26** Separación de las Rodajas para la determinación de humedad y pérdida de peso previa al proceso de Deshidratación Osmótica.

**Gráfico D.27** Escaldado a las rodajas de tomate de árbol previa al proceso de Deshidratación Osmótica.

**Gráfico D.28** Adición de la solución de Ácido Cítrico a las rodajas previa al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.29** Montaje del experimento previo al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.30** Colocación de la Soluciones de Sacarosa previa al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.31** Colocación de las rodajas en la Solución durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.32** Termocupla empleada en el control de la temperatura de la Solución durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.33** Control de la temperatura de la Solución durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.34** Medición del °Brix del Jarabe con el Brixómetro durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.35** Medición del °Brix del Jarabe con el Refractómetro durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.36** Pesaje de las rodajas de tomate de árbol cada hora durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.37** Rodajas de tomate de árbol al final del proceso de Deshidratación Osmótica.

**Gráfico D.38** Cápsulas en la estufa para la determinación de humedad.

**Gráfico D.39** Cápsulas en el desecador antes del pesaje luego del proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

**Gráfico D.40** Cápsulas antes lista para el pesaje.

**Gráfico D.41** Pesaje de las cápsulas.

## RESUMEN

### “Efecto de la Concentración y la Temperatura en la Deshidratación Osmótica de Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea*)”

Por: Carlos A. Martínez B.

Tutor: Ing. M.Sc. Juan de Dios Alvarado

Dirección: Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos  
andresmartinez\_88@aol.com

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la concentración y la temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol. El diseño factorial empleado fue un A×B con tres niveles para el “Factor A” Concentración: (50°, 55° y 60 ° Brix) y cuatro niveles para el “Factor B” Temperatura: (25°, 35°, 45° y 55 °C), corrido con una replicación y en una relación fruta: jarabe (1:2.5). Se determinó la variación de peso y humedad de la fruta, y °Brix, pH en el jarabe cada 60 minutos, mientras que la cinética de deshidratación osmótica se determina mediante las respuestas experimentales: Pérdida de peso ( $P_{pt}$ ), Pérdida de Agua ( $P_{at}$ ) y Ganancia de Sólidos ( $G_{st}$ ) durante 6 horas. Se realizó además el cálculo del coeficiente de Difusividad.

Dichas respuestas determinaron mayores valores al trabajar con los niveles más altos. A un nivel de significación de  $\alpha=0,05$  se encontró que los dos factores influyen significativamente en el proceso, así y en forma general se establece que los dos factores se relacionan de manera directamente proporcional con los valores de pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos, notándose un predominio de la temperatura sobre la concentración de la solución osmótica. El mejor tratamiento determinado mediante la cinética de deshidratación osmótica fue el tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix 55°C).

**Palabras claves:** Deshidratación Osmótica, Tomate de Árbol, Concentración, Temperatura.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y LA TEMPERATURA EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*)”

#### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayoría de los países en vías de desarrollo, la producción de alimentos sufre pérdidas muy altas debido a que los métodos de preservación no son lo suficientemente aprovechados. En Ecuador en particular, el clima tiene una influencia negativa en la conservación, pues existen zonas donde la tanto la temperatura como la humedad relativa son altas, lo que no contribuye a una buena preservación de los mismos. (Miranda M. y Otáñez I., 2003).

##### 1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

###### Contextualización Macro

El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), también llamado internacionalmente Tamarillo es originaria de Sudamérica. Se encuentra de preferencia en los bosques andinos de Colombia y Perú, todavía es estado silvestre. Su cultivo se ha venido incrementando en los últimos años.

Actualmente se cultiva en muchos países, como Nueva Zelanda, Kenia que son los mayores proveedores para el mercado europeo con semilla originaria de Colombia (Lucas et al. 2010).

La actividad relacionada con la exportación de frutos frescos, incluyendo tomate de árbol ha crecido debido a que la demanda mundial por productos orgánicos ha aumentado. Del 2003 al 2007, las exportaciones crecieron en un 18.7% en promedio, tal como lo indica el Gráfico N #1.



**Gráfico # 1** Evolución de las exportaciones mundiales de frutos frescos incluyendo tomate de árbol

**Fuente:** TradeMap

**Elaboración:** CICO – CORPEI

En este punto se va a identificar a los principales países productores y exportadores de esta fruta, sin embargo en las estadísticas de comercio mundial no se tiene individualizado al tomate de árbol como un rubro aparte gracias a su poca relevancia a nivel internacional, es por esta



razón que para determinar la producción mundial de tomate de árbol se tomaron los datos del rubro (otros frutos frescos) en el que se agrupan algunos frutos como el babaco, la granadilla, el tamarindo entre otros, que por su naturaleza son productos sustitutos directos del tomate de árbol, a su vez estos datos servirá como referencia para analizar y entender la evolución del mercado internacional.

Para poder identificar a los principales 10 exportadores de tomate de árbol tenemos el siguiente cuadro en el que nos indica que nuestro país se encuentra en el puesto número 64 a nivel internacional con una participación de 0.05 % de las exportaciones mundiales.

**Cuadro # 1:** Exportadores mundiales de Tomate de árbol

<b>RANK</b>	<b>Exportadores</b>	<b>Valor Exportado (miles USD)</b>	<b>Balanza comercial 2008 (miles usd)</b>	<b>Tasa de crecimiento anual en valor entre 2007 - 2008 %</b>	<b>Participación en las exportaciones mundiales</b>
	Mundo	1,268,572	-257,405	20	100
1	Viet Nam	155,387	142,89	64	12.25
2	España	150,376	143,197	10	11.85
3	Holanda	129,053	18,182	21	10.17
4	Tailandia	119,272	96,741	9	9.4
5	Hong Kong	74,472	-41,813	31	5.87
6	Azerbaiyán	57,997	57,997	58	4.57
7	Estados Unidos	48,596	-46,888	27	3.83
8	Colombia	40,041	39,702	10	3.16
9	Uzbekistán	37,23	37,23	-16	2.93
10	Israel	35,435	35,242	0	2.79
64	Ecuador	665	-559	-7	0.05

**Fuente:** TradeMap

**Elaboración:** CICO - CORPEI

Vietnam fue el principal exportador de esta fruta en 2008 con el 12% del mercado a nivel mundial, con un crecimiento anual en el periodo 2007-2008 de 20% en valores FOB, España que ocupó el segundo lugar en 2008 es el principal proveedor de esta fruta para la Unión Europea siendo el Ecuador su competencia directa (CORPEI, 2009).

## **Contextualización Meso**

El cultivo del tomate de árbol es antiguo en Ecuador en zonas tradicionales como Patate y Baños, con el crecimiento de la demanda interna desde hace unos 15 años, se ha extendido comercialmente a otras zonas de producción. Se calculan unas 5000 hectáreas, con una producción que oscila entre 60 y 80 toneladas por hectárea/año, distribuidas en las Provincias de: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja. (Proyecto SICA-BIRF/MAG-Ecuador, 2001 citado por Montalvo, 2010).

El libre comercio en el Pacto Andino y en general a nivel mundial, así como la expectativa en mercados de Europa, han abierto algunas perspectivas de crecimiento, desarrollo y exportación de frutos andinos, principalmente de tomate de árbol mismo que por su alta rentabilidad, en pequeñas áreas ha dado oportunidad de sustento a muchas familias ecuatorianas. (Montalvo, 2010).

En Ecuador la producción de alimentos deshidratados es limitada, fundamentalmente porque tanto las frutas como las hortalizas se comercializan en estado fresco, pese a que las diferencias son marcadas en el sistema de mercado de tales productos, el factor común es el alto índice de pérdidas (Villalva y Padilla, 1985).

Al momento en el país la industria está produciendo tomate de árbol en conserva, mermeladas, jugos, néctares, pulpa congelada para consumo local, con resultados muy satisfactorios (Revelo et al, 2004). Faltando por ser explotado el mercado de los deshidratados y snacks (Sañaicela, 2008).

La deshidratación es un método aplicado para evitar la baja de precios de los productos hortofrutícolas en la temporada de recolección, a la vez que posibilita la oferta en cualquier época del año de productos que son de

tipo estacionario pues permite prolongar el tiempo de vida útil de los mismos y por ende garantizar su estabilidad en el comercio. (Miranda M. y Otáñez I., 2003).

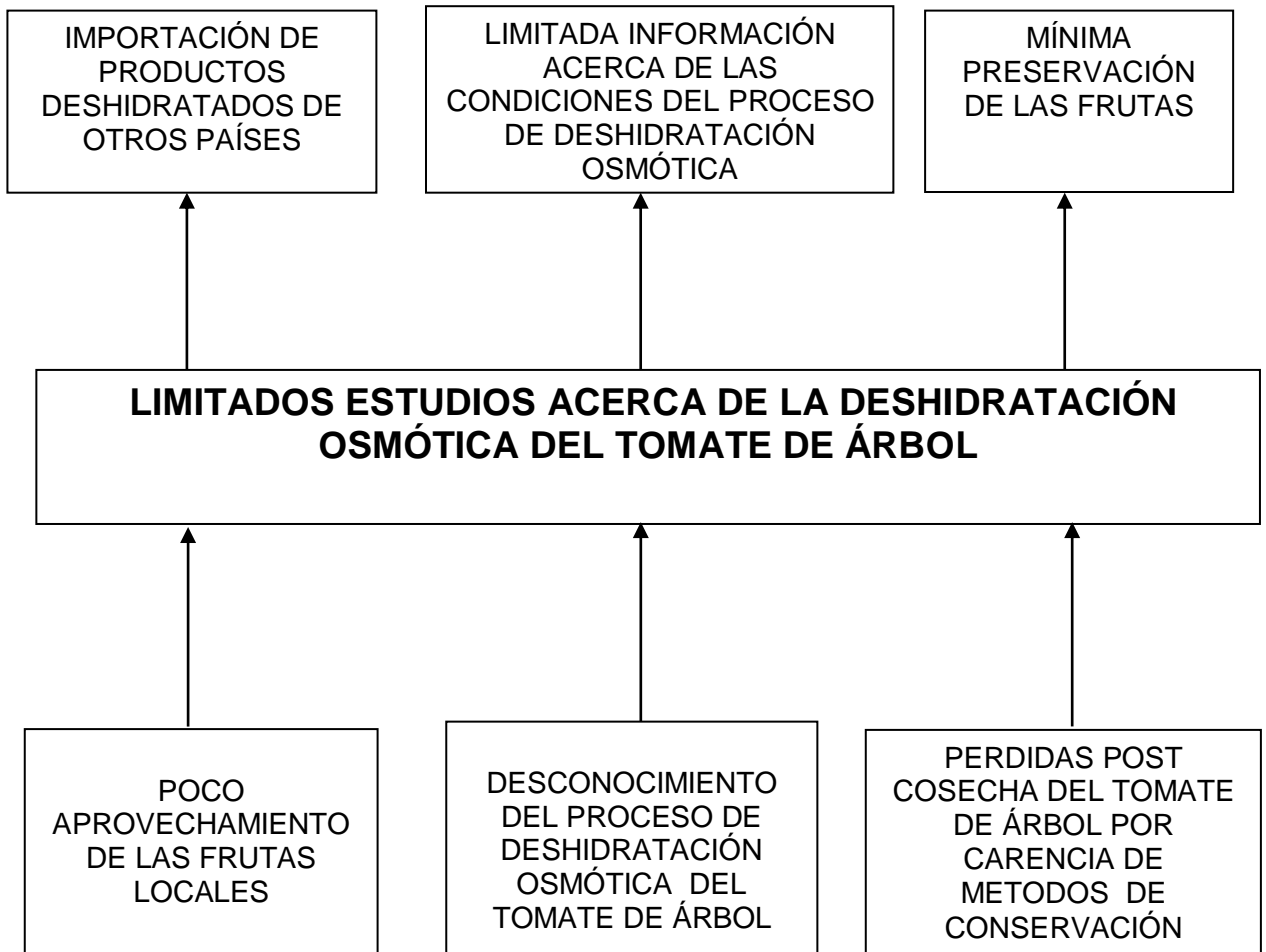
### **Contextualización Micro**

Si bien en la Provincia del Tungurahua se producen frutas y hortalizas que son aptas de deshidratarse, debido a la poca familiaridad que existe con la tecnología de deshidratación osmótica y secado se comercializa exclusivamente sin que sean sometidas a ningún tipo de preservación. (Miranda M. y Otáñez I., 2003).

## 1.2.2 Análisis Crítico

### ÁRBOL DE PROBLEMAS

#### EFFECTOS



#### CAUSAS

**Gráfico # 2:** Diagrama Causa-Efecto del Tomate de Árbol

**Elaborado por:** Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012

### **1.2.2.1 Relación Causa-Efecto**

El desconocimiento del proceso de deshidratación osmótica del tomate de árbol origina limitada información acerca de las condiciones del proceso de deshidratación osmótica, lo que se pretende es estudiar las condiciones de concentración y temperatura para lograr una mayor reducción del contenido de agua.

### **1.2.3 Prognosis**

Al no aplicar este proceso de deshidratación osmótica en tomate de árbol, careceríamos de datos que nos permitan entender cómo se genera la transferencia de solutos desde y hacia el alimento, y como la concentración y la temperatura del medio inciden en la disminución del contenido de humedad del tomate de árbol.

Vale recalcar que Tungurahua es uno de los principales productores de tomate de árbol en el país, por la misma razón es necesario conocer los mecanismos de deshidratación para lograr un mejor aprovechamiento de la fruta.

Finalmente, si no se realizara el presente proyecto de investigación, disminuye la posibilidad de aportar en la formación académica, en cuanto a Ingeniería se refiere, en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

### **1.2.4 Formulación del Problema**

El problema planteado hace referencia a la deshidratación osmótica del tomate de árbol.

Por lo tanto, el problema formulado es:

¿Cuál es el efecto de la concentración del jarabe y la temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol?

### 1.2.5 Preguntas directrices

- ¿Las Perdidas post cosecha del tomate de árbol por carencia de métodos de deshidratación osmótica tienen relación con la mínima preservación de las frutas?
- ¿El desconocimiento del proceso de deshidratación osmótica del tomate de árbol incide en la limitada información acerca de las condiciones del proceso de deshidratación osmótica?
- ¿Se puede producir conocimiento a partir de esta investigación?
- ¿Qué tan conveniente es el estudio de la concentración y la temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol?

### 1.2.6 Delimitación del objeto de Investigación

**Campo científico** : Alimentos

**Área** : Investigación en Ingeniería de Procesos de Alimentos, Tecnología de frutas.

**Sub-área** : Ingeniería de Procesos sobre Deshidratación Osmótica del tomate de árbol.

**Sector** : Ingeniería

**Sub-sector** : Efecto de la concentración de jarabe y la temperatura en la cinética de deshidratación osmótica del tomate de árbol.

**Espacial** : Se ejecutó en la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en los Laboratorios de la FCIAL.

**Temporal** : Febrero 2012 - Octubre 2012.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación trató sobre el efecto de la concentración y la temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol.

En la actualidad, el potencial genético y las condiciones óptimas de producción, no son suficientes para mantenerse y prosperar en las relaciones comerciales, ya que deben y tienen que ser competitivos en un contexto mundial de globalización (apertura de mercados e integración de los países), siendo una de las razones para que, en Ecuador se incremente el desarrollo industrial, lo cual va paralelo a los cambios en los hábitos de consumo y al adelanto de la ciencia y la tecnología (Viteri,1999).

El sector frutícola es de importancia para la diversidad de la producción rural, con ventajas competitivas y con alto potencial para el desarrollo económico de nuestro país, como lo confirma el incremento en el consumo de productos procesados a partir de frutas, así como la creciente demanda internacional por estos elaborados (Brito,2003).

En Ecuador, se ha desarrollado la producción de frutales andinos, entre ellos, sobresale el tomate de árbol, cultivo que en los últimos 15 años ha tenido un crecimiento importante. La expectativa de exportación de esta fruta se enfoca actualmente hacia Europa y Estados Unidos entre otros países debido a la creciente demanda de la fruta por sus cualidades nutricionales (Soria, 2003).

La agroindustria nacional produce pulpas, jugos, néctares, mermeladas y tomate de árbol en conserva; no obstante queda mucho por desarrollar para las diferentes formas de consumo, como es la industria de los snacks (Sañaicela D., 2008).

La importancia del uso de la técnica de deshidratación osmótica en nuestro proceso radica en que permite incorporar en las rodajas, agentes osmóticos como la sacarosa con el fin de mejorar la textura de la fruta, permitiéndonos disminuir el contenido de agua inicial de la fruta y con esto los costos de producción.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

- ✓ Estudiar el efecto de la concentración y la temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar el efecto de concentración de la solución de azúcar en la cinética de deshidratación osmótica.
- ✓ Analizar la influencia de la temperatura en la cinética de deshidratación osmótica.
- ✓ Identificar el mejor tratamiento en base a las respuestas experimentales.
- ✓ Realizar el balance de materiales y de costos de producción en el mejor tratamiento.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se han desarrollado investigaciones en relación a deshidratación osmótica en frutas como “Deshidratación Osmótica de Manzana por Pulso de Vacío y tratada por Procesamiento Mínimo”, tesis de Mónica Buenaño y Jezabel Cáceres efectuada en el año 1999 y la Investigación “Preservación de Banano *Musa cavendish* mediante Deshidratación Osmótica y Secado” tesis de Mónica Miranda e Inés Otáñez efectuada en el año 2003.

En la Universidad Técnica del Norte existe un estudio similar en relación a deshidratación osmótica como la investigación “Elaboración de Enconfitado de Sábila (*Aloe Barbadencis*) por el Método de Deshidratación Osmótica Directa” desarrollada por Oscar Aguaisa y Wilson Carlosama efectuada en el año 2007.

Con relación a investigaciones relacionadas con el tomate de árbol existen algunos estudios realizados en la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, uno de ellos realizado por Diana Sañaicela sobre “Obtención de Chips de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum Cav*) mediante métodos combinados de deshidratación osmótica y fritura convencional” en año 2008; la otra investigación desarrollada por Hugo Jibaja sobre “Modelado de la Cinética

de Absorción de Aceite durante el Proceso de Fritura al Vacío de Hojuelas de Tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*) desarrollada en el año 2010.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

Al tratarse de una investigación experimental, donde se busca la explicación, predicción y control de fenómenos físicos y químicos; el enfoque del estudio se lo puede relacionar a una dirección positivista, donde la generalización científica se basa en leyes naturales inmutables. Según Dobles, Zúñiga y García (1998) la teoría de la ciencia que sostiene el positivismo se caracteriza por afirmar que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, particularmente con el empleo de su método.

Derivado de los avances de las ciencias naturales y el empleo del método experimental, desde finales del siglo XIX, se estableció el paradigma positivista como modelo de la investigación científica. Entre las principales características del paradigma positivista se encuentran la orientación nomotética de la investigación, la formulación de hipótesis, su verificación y la predicción a partir de las mismas, la sobrevaloración del experimento, el empleo de métodos cuantitativos y de técnicas estadísticas para el procesamiento de la información, así como niega o trata de eliminar el papel de la subjetividad del investigador y los elementos de carácter axiológico e ideológicos presentes en la ciencia, como forma de la conciencia social, pretendiendo erigirse como la filosofía de las ciencias.

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

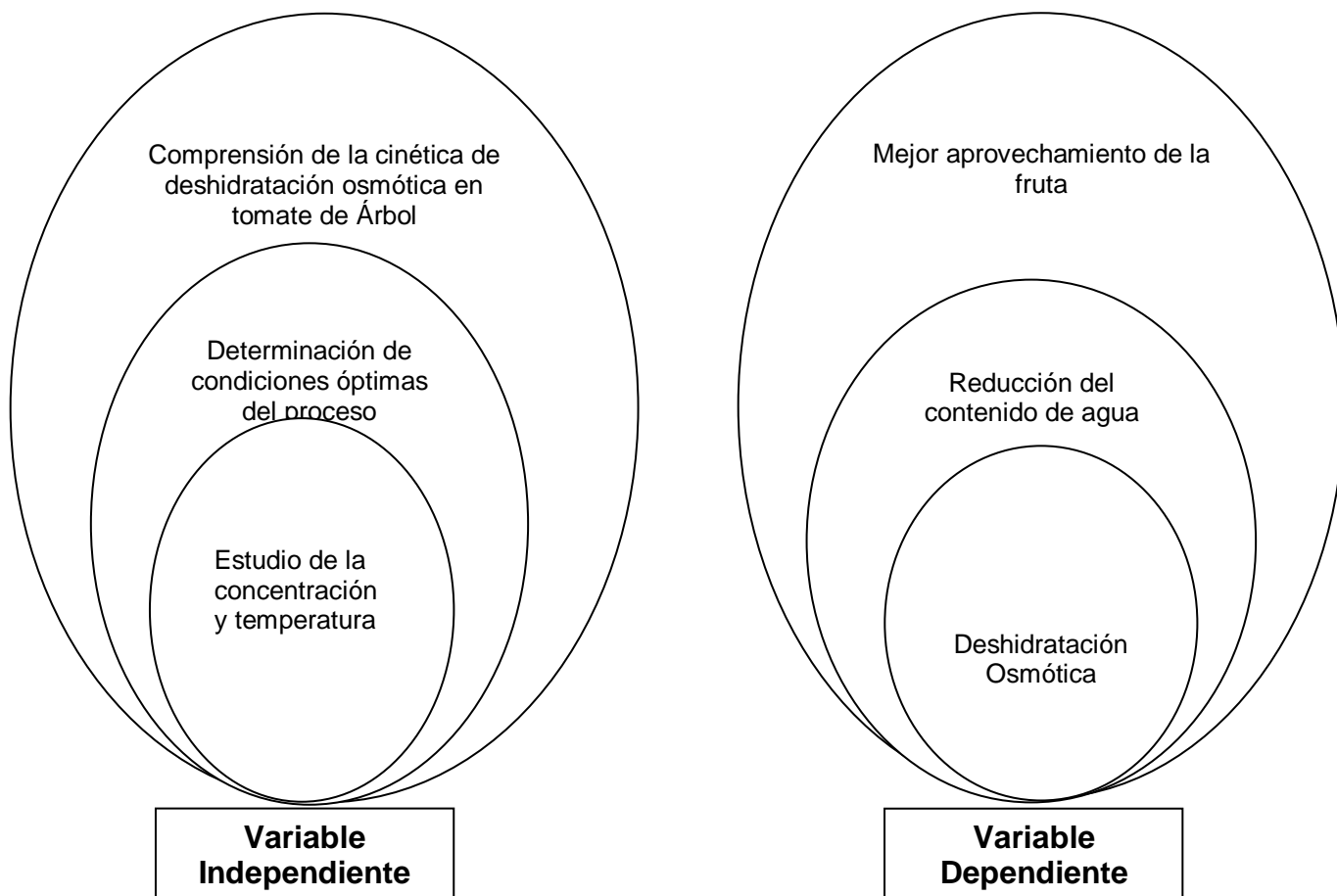
La base legal de este proyecto es el cumplimiento de las normas INEN relacionadas al tomate de árbol y a sus análisis respectivos para determinar los diversos parámetros, las cuales se detallan a continuación en la Tabla #1.

**Tabla # 1:** Normas INEN, y análisis físicos, químicos relacionados con la deshidratación del tomate de árbol.

<b>MÉTODO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
NORMA INEN 389	Determinación de la concentración del Ion hidrógeno (pH)
NORMA INEN 380	Determinación de sólidos solubles
NORMA INEN 299	Determinación de humedad.

**Elaborado por:** Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



### **2.4.1 TOMATE DE ÁRBOL**

El tomate de árbol, es una planta nativa de América del Sur, su centro de origen más probable son las selvas y los bosques de la zona ubicada en la reserva Tucumano – Boliviana al noroeste de Argentina y el Sur de Bolivia. Debido a su diversidad genética encontrada, el norte de Perú y sur de Ecuador son considerados el centro de domesticación de esta planta. (Revelo *et al.*, 2004).

El tomate de árbol es una planta de 2 a 3 m de altura, que pertenece a la familia de las solanáceas. Tiene cualidades físicas, nutritivas y organolépticas, similares a las mejores frutas de otras especies que actualmente se consume. Pese a sus características sobresalientes, todavía no alcanza la importancia que merece dentro de la alimentación humana (Feicán *et al* 1999).

El tomate de árbol, tradicionalmente, se emplea para la elaboración de jugos, salsas, mermeladas, dulces, pulpa y concentrado congelado, helados entre otros. Además tiene aplicación medicinal en el tratamiento de afecciones de garganta, gripe, problemas hepáticos y control de colesterol (Bayas, 2003; León y Viteri, 2004, citado por Jibaja, 2010).

#### **2.4.1.1 Origen**

El tomate de árbol se ha establecido en los Andes Sudamericanos, en lugares ubicados desde los 1800 hasta los 3000 m.s.n.m y se conoce que se cultiva desde épocas prehispánicas entre los siglos XIII y XVII (Bernal y Díaz, 2003).

Investigaciones recientes señalan que los ecotipos cultivados de tomate de árbol se originaron de materiales silvestres bolivianos, de acuerdo con evidencias moleculares, estudios morfológicos y datos de campo. En el Norte de Perú y el Sur de Ecuador existen variedades propias, seleccionadas y domesticadas por los pobladores aborígenes y luego por

colonos y agricultores de las épocas coloniales y de la República (Revelo *et al.* 2004; León y Viteri, 2004)

#### 2.4.1.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica del tomate de árbol se muestra en la Tabla 2.

**Tabla # 2:** Clasificación taxonómica del tomate de árbol

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Fanerógamas
<b>Subdivisión</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas
<b>Subclase</b>	Metaclamideas
<b>Orden</b>	Tubiflorales
<b>Familia</b>	Solanaceae
<b>Género</b>	<i>Cyphomandra</i>
<b>Especie</b>	<i>betacea</i>

**Fuente:** (León y Viteri, 2004)

El tomate de árbol es conocido internacionalmente como “tamarillo” en Nueva Zelanda y Estados Unidos, “tomate de árbol en Ecuador y España, “Baum tomate” en Alemania, “treetomatoe” en Inglaterra y “Straiktomaad” en Holanda (Bernal y Díaz, 2003; León y Viteri, 2004).

#### 2.4.1.3 Descripción Botánica

El tomate de árbol en forma natural es un arbusto cuyo tamaño varía de 2 a 3 m de altura, con un tallo semileñoso y una copa que se desarrolla en diversas formas (Bernal y Díaz, 2003).

##### 2.4.1.3.1 Raíz

Presenta un sistema radicular pivotante, con ramificaciones que le permiten establecer su anclaje; puede alcanzar profundidades de 1 a 2 m, la mayor concentración de raíces absorbentes son menores a 2 mm y

aquellas mayores a 2 mm se concentran hasta 50 cm de profundidad (León y Viteri, 2004).

#### **2.4.1.3.2 Tallo**

El tallo es cilíndrico, presenta fototropismo positivo, puede alcanzar alturas entre 2,5 y 3 m. Inicialmente es suculento y a medida que se desarrolla y se ramifica empieza a tornarse semileñoso (León y Viteri, 2004; Bernal y Díaz, 2003).

#### **2.4.1.3.3 Hojas**

Las hojas son simples, alternas, dispuestas es espiral, de borde entero, de base acorazonada. Presentan una nervadura central y nervaduras laterales. Las hojas del tallo principal miden entre 30 y 40 cm de largo, mientras que las hojas de las ramas secundarias y terciarias que forman la copa miden 20 cm. El color de las hojas varía de acuerdo con los genotipos (León y Viteri, 2004; Bernal y Díaz, 2003).

#### **2.4.1.3.4 Inflorescencias**

Las inflorescencias tienen la forma de cimas escorpioides, es decir crecen hasta terminar en una flor; se desarrollan en las axilas de las hojas o sobre ellas, pueden producir un promedio de 40 flores y se dividen en tres regiones: pedúnculo, raquis y pedicelos (Bernal y Díaz, 2003).

#### **2.4.1.3.5 Flores**

Las flores son perfectas con estructuras bien diferenciadas, pediceladas, pentámeras, presentan corola de color rosado; tienen polinización autógena en gran parte, pero también alógama o cruzada (León y Viteri, 2004).

#### 2.4.1.3.6 Fruto

El fruto es una baya carnosa, generalmente de forma ovalada; pertenece al grupo de frutas no climatéricas, que se cosechan cerca de la madurez de consumo; los frutos se encuentran suspendidos en un pedúnculo largo que puede tener hasta 15 frutos.

La cáscara es lisa, tersa, brillante y el color varía de acuerdo con la variedad; la pulpa es jugosa, ácida y de coloración amarilla o roja, con gran cantidad de semillas pequeñas. Las semillas están rodeadas por la pulpa del fruto, inmersas en un mucílago gelatinoso, son pequeñas, lisas, de color blanco amarillento, de forma aplanada y redonda (Feicán et al, 1999; León y Viteri, 2004).

#### 2.4.1.4 Aspectos Agroecológicos

##### 2.4.1.4.1 Zonas Productoras

Las zonas ecológicas más adecuadas son las formaciones de bosque seco montano bajo, de bosque húmedo montano bajo, de bosque húmedo premontano y de bosque seco premontano (León y Viteri, 2004).

En la Tabla 3 se da a conocer las provincias ecuatorianas con sus respectivas zonas donde se cultiva el tomate de árbol.

**Tabla # 3: Zonas productoras de tomate de árbol en Ecuador**

<b>Provincias</b>	<b>Zonas</b>
Carchi	Mira, Bolívar
Imbabura	Antonio Ante (Natabuela, Atuntaqui, Chaltura), Cotacachi, (Nangulví, Peñaherrera, Coellaje), Otavalo (Ilumán, Pinsaquí), Ibarra, Pimampiro, Urcuquí, vía San Lorenzo.
Pichincha	Tumbaco, Yaruquí, Pifo, Puembo, Checa, Quinche, Guayllabamba, Puellaro, Perucho, San José de Minas, Tandapi.

Cotopaxi	Latacunga, Pujilí, Salcedo
Tungurahua	Ambato, Samanga, Píllaro, San Miguelito, la Viña, Patate, Pelileo (Valle hermoso, Guadalupe, Artezón, Inapi, La Paz, Chiquicha, Yataquí, Baños.
Chimborazo	Riobamba, Chambo, Guano, Penipe, Chunchi, Alausí.
Bolívar	Guaranda, Chimbo, San Miguel, Chillanes.
Cañar	Biblián, Azogues.
Azuay	Cuenca, Paute (Bulán), Gualaceo (Chordeleg, Bullcay), Sevilla de Oro (Anejo y San Juan Bosco), El Pan (Cedropamba, El Pan y San Francisco), Guachapala (Guablid), ZigZag.
Loja	Valle de Loja, Parque Forestal.

**Fuente:** Revelo et al. 2004.

#### **2.4.1.4.2 Altitud**

El tomate de árbol se desarrolla bien en climas medios y fríos de la zona andina en altitudes comprendidas entre los 1000 y los 3000 m.s.n.m (León y Viteri, 2004; Bernal y Díaz, 2003).

#### **2.4.1.4.3 Temperatura**

La temperatura óptima para el cultivo se encuentra entre los 13 y 24°C, y se desarrolla mejor y con menos problemas fitosanitarios en las zonas altas. No soporta las heladas (Feicán et al. 1999).

#### **2.4.1.4.4 Precipitación y humedad relativa**

El cultivo requiere de una precipitación anual entre 500 y 1500 mm, humedades relativas del 60 al 80% y riegos complementarios (Feicán et al., 1999; León y Viteri, 2004).



#### **2.4.1.4.5 Luz solar y vientos**

El cultivo requiere ambientes sombreados o con alta nubosidad, se desarrolla bien con radiaciones solares entre 1500 y 1800 horas luz/año. Los vientos fuertes y frecuentes ocasionan daños en la planta, por lo que se recomienda establecer oportunamente cortinas rompe vientos y brindar soporte adecuado a las ramas (Bernal y Díaz, 2003; León y Viteri, 2004).

#### **2.4.1.4.6 Suelo**

Los suelos deben ser de textura media que van del franco-arenoso al franco-arcilloso, con buen drenaje, con rango de pH de 6 a 7, con un contenido de materia orgánica entre 4 y 5% y con una profundidad mediana (León y Viteri, 2004).

#### **2.4.1.5 Genotipos**

Las variedades cultivadas en el Ecuador son: anaranjado puntón, anaranjado redondo, anaranjado gigante, morado neozelandés y morado gigante.

Además, algunas características del cultivo y de los frutos de las variedades difundidas en el Ecuador, se presentan en la Tabla 4.

**Tabla # 4** Características del cultivo y del fruto de las variedades de tomate de árbol difundidas en el Ecuador.

		Anaranjado			Morado	
Parámetros		Puntón	Redondo	Gigante	Neozelandés	Gigante
<b>Cultivo</b>	Altura total (m)	3,00	2,76	2,83	2,90	2,62
	Diámetro copa (m)	2,57	3,33	3,14	2,69	3,21
	Distancia de plantación (m)	1,40	1,70	1,60	1,40	1,60
	Floración (días)	181,00	149,00	194,00	182,00	163,00
	Cosecha (días)	357,00	325,00	368,00	362,00	353,00
	Producción (toneladas/ha)	23,00	51,30	32,00	46,00	47,00
<b>Fruto</b>	Peso (g)	75,00	75,00	118,00	85,00	117,00
	Longitud (cm)	6,80	5,50	7,00	6,40	8,00
	Firmeza (N)	25,00	15,00	23,00	18,00	18,00
	Semillas (Nº)	196,00	243,00	308,00	215,00	296,00
	°Brix	14,80	14,42	13,20	15,60	15,00
	Color	Piel	Anaranjado			Rojizo oscuro
Pulpa		Anaranjado			Anaranjado	
Mucílago		Anaranjado			Rojo oscuro-morado	

**Fuente:** (León y Viteri, 2004)

En Ecuador, los genotipos no se conservan puros, debido al cruzamiento de variedades en los huertos, donde predominan los cultivares anaranjados, por su mayor valor comercial, y en menor cantidad los morados. El cultivar anaranjado gigante es muy apreciado en el mercado, gracias a sus características de sabor, color y tamaño (León y Viteri, 2004).

### 2.4.1.6 Composición Nutricional

La Composición nutricional y algunas características físicas del tomate de árbol se presentan en la Tabla 5. El tomate de árbol es una fruta ácida, fuente de Provitamina A, vitaminas C, B6, E y Fe; presenta un alto contenido de K, Ca, Mg, P, Zn, pectinas y carotenoides (Vasco et al., 2009).

**Tabla # 5** Composición Nutricional y características físicas del tomate de árbol de las variedades anaranjado gigante y morado del Ecuador.

Parámetro	Variedad		
	Anaranjado Gigante	Morado	N
Peso (g)	107 ± 6,0	188 ± 21	10
Diámetro (cm)	5,0 ± 0,1	7,0 ± 0,2	10
Longitud (cm)	7,0 ± 0,5	8,0 ± 0,7	10
Firmeza (N)	18 ± 2,0	21 ± 4,8	10
Brix (%)	11 ± 1,1	12 ± 0,7	10
Acidez total	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,1	10
Humedad (%)	86 ± 0,3	92 ± 8,4	3
Proteína (%)	2,4 ± 0,04	2,2 ± 0,002	3
Glucosa (%)	1,7 ± 0,02	1,4 ± 0,1	3
Fructosa (%)	1,6 ± 0,1	1,4 ± 0,1	3
Sacarosa (%)	1,9 ± 0,1	1,7 ± 0,1	3
Ácido Cítrico (%)	2,5 ± 0,1	2,7 ± 0,04	3
Ácido Málico (%)	0,32 ± 0,03	0,53 ± 0,02	3
Cenizas (%)	0,8 ± 0,01	0,9 ± 0,004	3
Potasio (mg/100 g bh)	398 ± 11,3	379 ± 3,4	3
Calcio (mg/100 g bh)	25 ± 0,8	22 ± 0,2	3
Magnesio (mg/100 g bh)	16 ± 0,5	14 ± 0,4	3
Hierro (mg/100 g bh)	0,22 ± 0,02	0,46 ± 0,01	3
Cobre (mg/100 g bh)	0,08 ± 0,01	0,12 ± 0,01	3
Zinc (mg/100 g bh)	0,20 ± 0,02	0,17 ± 0,01	3
Sodio (mg/100 g bh)	0,06 ± 0,001	0,20 ± 0,001	3

**Fuente:** (Vasco et al., 2009)

## **2.4.1.7 Sistemas de Propagación**

### **2.4.1.7.1 Reproducción Sexual**

El método tradicional para la siembra del tomate de árbol es por medio de semillas. La reproducción sexual es muy empleada gracias a su fácil y económico manejo, además las plantas presentan un mayor vigor, desarrollo, ciclo de vida reproductiva y un mejor anclaje (Bernal y Díaz, 2003).

### **2.4.1.7.2 Reproducción Asexual**

Se realiza a partir de estacas, chupones, injerto y cultivo *in vitro* a partir de meristemas; el injerto es el de mayor importancia puesto que se obtienen plantas resistentes al ataque de nematodos. El período productivo de las plantas, obtenidas mediante la propagación asexual, se inicia más rápido y la etapa de establecimiento puede ser más corta. Sin embargo, las plantas obtenidas con este tipo de propagación presentan un menor anclaje y disminución del ciclo de vida (Bernal y Díaz, 2003; León y Viteri, 2004).

## **2.4.1.8 Cosecha y Almacenamiento**

La fruta se cosecha manualmente conservando el pedúnculo, con el fin de extender la vida útil durante su almacenamiento, y se lo realiza en un grado de maduración mayor al 50%. La producción se inicia a los 10 o 12 meses de la plantación, su vida productiva es de 48 meses y el fruto está disponible durante todo el año (Bernal y Díaz, 2003).

Los frutos son seleccionados y se descartan los que presentan daños físicos o fisiológicos. Se realiza, entonces, el lavado, la desinfección y el secado. Luego se los clasifica por categorías y se almacenan en refrigeración a 7 °C, con una humedad relativa de 90 a 95%, o utilizando atmósferas controladas con oxígeno y dióxido de carbono de 3 a 5% (Bernal y Díaz, 2003; León y Viteri, 2004).

#### **2.4.1.9 Usos en el Procesamiento Industrial**

Los consumidores nacionales prefieren el tomate de árbol para la preparación de jugos, frutas en almíbar y ají. En el mercado Internacional y sobre todo en el norteamericano, se prefiere el tomate de árbol procesado (pulpa de tomate) por la mayor facilidad en el consumo; en tanto que en Europa se prefiere el consumo de frutas en fresco (Revelo et al 2004).

Los usos medicinales del tomate de árbol están relacionados con sus propiedades terapéuticas. Se lo utiliza en el tratamiento de: afecciones de garganta, gripe y control de colesterol, problemas hepáticos, heridas y llagas, parásitos intestinales, dolores musculares, afecciones cutáneas, diabetes, reumatismo y erisipela. Además, es de gran interés para la industria farmacéutica como una fuente alternativa de esteroides (León y Viteri, 2004).

#### **2.4.2 DESHIDRATACIÓN**

[Le Maguer (1988) citado por Buenaño y Cáceres (1999)] manifiesta que el agua, es uno de los mayores componentes del alimento. Esta, influye directamente en la calidad y seguridad de los alimentos debido a que controla los cambios microbiológicos, fisicoquímicos y bioquímicos. El principio más importante usado en la deshidratación es que al remover el agua se crea un ambiente desfavorable para el crecimiento de los microorganismos.

El propósito principal de la deshidratación de alimentos es reducir el contenido de agua, hasta niveles en los cuales la cantidad de agua libre sea lo suficientemente baja para que no pueda ser utilizada por los microorganismos o participar en reacciones. (Alvarado J, 1996).

#### **2.4.2.1 DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA**

La deshidratación osmótica es un método que permite eliminar el agua contenida en un alimento (sin necesidad de aplicar altas temperaturas) al ponerlo en contacto directo con una solución de alta presión osmótica. (Buenaño y Cáceres, 1999).

[Chirife citado por Alvarado J. D. (1996)], indicó que la preconcentración osmótica de alimentos se realiza usualmente hasta alcanzar una reducción en peso del 50%, ya que una reducción mayor requiere mucho tiempo. Señaló dos razones principales por las cuales la deshidratación parcial en una solución de azúcar, seguida de un secado convencional, permite obtener una fruta deshidratada de excelente calidad. La alta concentración de azúcar que rodea a los trozos de fruta es un adecuado inhibidor del pardeamiento enzimático oxidativo que ocurre en frutas cortadas.

[Izaguirre, F. (1996)], indica que la deshidratación osmótica es el proceso de remoción del agua en el cual los materiales celulares (frutas o vegetales) son inmersos en una solución concentrada de solutos solubles. La concentración resulta de un flujo osmótico de agua causado por el gradiente de actividad entre el agua y el soluto a través de la membrana semipermeable de la célula, entonces la concentración osmótica se da de forma simultánea al proceso de difusión de agua y soluto.

La deshidratación osmótica es el pre tratamiento reportado más común usado antes del secado por aire caliente (Rodrigues, 2009). Este proceso consiste esencialmente en poner en contacto el producto alimenticio con una solución de azúcar o sal y permitir la difusión del agua del producto. La cantidad intercambiada de soluto depende de la concentración y temperatura de la solución osmótica, el tiempo de inmersión y la superficie expuesta, (McCarthy D., 1986).

[Rodríguez, A y Lindo, T. (1995)], manifiesta que uno de los objetivos principales de este tipo de deshidratación es la obtención de frutas en rodajas secas para su conservación.

La cinética de los procesos osmóticos normalmente se expresa en términos de la pérdida de agua ( $P_{at}$ ), pérdida de peso ( $P_{pt}$ ), y la ganancia de sólidos ( $G_{st}$ ) (Levi y colab., 1983; Lenard y Flink, 1984; Lerici y colab., 1988; Maestrellí, 1997).

[Según varios autores citados por Zapata y colaboradores (2002)] la velocidad de deshidratación o de transferencia de agua de la fruta a la disolución osmótica depende de las características de la materia prima, la composición y concentración del agente osmótico, de la temperatura, la agitación, los tiempos de tratamiento, la relación fruta/jarabe y la presión externa.

#### 2.4.2.1.1 Determinación de la Cinética de Deshidratación Osmótica

Se determinó la ganancia de sólidos ( $G_{st}$ ), pérdida de peso ( $P_{pt}$ ) y la pérdida de Agua ( $P_{at}$ ) con las ecuaciones reportadas por Barona y Zapata (1990).

$$G_{st} = \frac{P_t(1 - H_t) - P_o(1 - H_o)}{P_o} * (100g) \quad (1)$$

$$P_{pt} = \frac{P_o - P_t}{P_o} * (100g) \quad (2)$$

$$P_{at} = \frac{(P_o * H_o) - (P_t * H_t)}{P_o} * (100g) \quad (3)$$

Donde:

$G_{st}$  = Ganancia de sólidos del tomate de árbol al tiempo t (g. Sólidos / 100 g.fi)

$P_{pt}$  = Pérdida de peso al tiempo t (g. / 100 g.fi)

$P_{at}$  = Pérdida de agua en el tomate de árbol al tiempo t (g. agua / 100 g.fi)

$P_o$  = Peso de la rodaja de tomate de árbol al tiempo cero (g).

$P_t$  = Peso de la rodaja de tomate de árbol al tiempo t (g).

$H_o$  = Humedad base húmeda decimal al tiempo cero.

$H_t$  = Humedad base húmeda decimal al tiempo t.

#### 2.4.2.1.2 Coeficientes de Difusividad

La difusividad efectiva puede ser racionalizada a través de un simple concepto físico (Alvarado, 1996).

Concretando, la solución de la Segunda Ley de Fick para transporte unidireccional, considerando una distribución de humedad uniforme al inicio y que la resistencia externa a la transferencia de masa es omitible, permite llegar a la ecuación simplificada para rodajas secadas por los dos lados es:

$$X^* = e^{-\left(\frac{\pi^2 Dt}{4(z/2)^2}\right)} \quad (4)$$

$$\ln X^* = \ln e^{-\left(\frac{\pi^2 Dt}{4(z/2)^2}\right)}$$

$$\ln X^* = -\left(\frac{\pi^2 Dt}{4(z/2)^2}\right)$$

Donde:

D: es el coeficiente de difusión ( $m^2/s$ )

$X^*$ : razón de humedades

t: tiempo (s)

z: grosor de la rodaja (m)



La razón de humedades se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$X^* = \frac{(W - W_e)}{(W_0 - W_e)} \quad (5)$$

Donde:

X\*: razón de humedades

W: Contenido de agua (kg/kg de producto Seco)

W<sub>e</sub>: Contenido de agua en el equilibrio (kg/kg de producto Seco)

W<sub>0</sub>: Contenido de agua inicial (kg/kg de producto Seco)

En adición, si se grafica  $\ln X^*$  en ordenadas contra el tiempo t, se obtendrá una línea recta, de cuya pendiente es posible establecer el valor del coeficiente de difusión en base a la ecuación (4).

Chirife (1979) citado por Alvarado (1996) reportó valores del coeficiente de difusión efectivo, determinados en varios alimentos. Indicó que en el intervalo de temperaturas de mayor interés, entre 30° y 70 °C, se encuentran en el orden de  $10^{-9}$  a  $10^{-10}$ (m<sup>2</sup>/s). Destacó que las diferencias en los valores para un mismo alimento, por variación de la composición o variedades, son en muchos casos mas notorias que entre alimentos de origen diferente.

#### **2.4.2.1.3 Factores que Afectan la deshidratación Osmótica**

Las investigaciones adelantadas han determinado que existen varios factores que influyen en la deshidratación osmótica. Estos factores están estrechamente relacionados con las características propias de la fruta y del jarabe, y de las condiciones en que se pongan en contacto estos componentes de la mezcla.

#### **Factores relacionados con la fruta**

Los factores que dependen de la fruta son: la permeabilidad y características estructurales de las paredes o membranas celulares: la

cantidad de superficie que se ponga en contacto con el jarabe y la composición de los jugos interiores de la pulpa.

### Factores relacionados con el jarabe

En cuanto a los factores que influyen en la velocidad de deshidratación de frutas, debido a las características del jarabe se hallan la composición y la concentración. Dependiendo de la naturaleza química de los compuestos empleados para preparar el jarabe, es decir su composición, estos van a ejercer una diferente presión osmótica. Algunos autores expresan esta fuerza osmótica en términos de osmosidad, término que expresa el número de moles de cloruro de sodio por litro necesarias para obtener una solución con la misma presión osmótica de la solución en estudio.

**Tabla # 6:** Osmosidad de algunos solutos

	g de Soluta por 100 g de Solución				
	1	5	10	15	20
<b>Cloruro de Sodio</b>	0,172	0,885	1,832	2,845	3,927
<b>Etol</b>	0,166	0,611	1,288	2,031	2,285
<b>Cloruro de Calcio</b>	0,127	0,688	1,655	2,871	-----
<b>Etilenglicol</b>	0,085	0,460	0,987	-----	-----

**Fuente:** (Weast, 1969) citado y elaborado por Aguilar (2011).

Esta osmosidad será mayor si el peso molecular del compuesto es más bajo y su capacidad ionizante es alta. Un caso es el cloruro de sodio que pesa 58 g/mol y sus átomos son altamente ionizables en agua, por lo que se constituye en un soluto de alta osmosidad y de hecho desde la antigüedad se empleo en la osmodeshidratación de pescado y carnes

conocidas hoy como el pescado salado de Semana Santa o el jamón serrano.

La concentración del jarabe influye directamente sobre la cinética de deshidratación osmótica, porque al mantener una alta diferencia de concentraciones a lado y lado de la membrana, se incrementa más la presión osmótica, favoreciendo un rápido flujo de agua a través de la membrana en busca del equilibrio.

El peso molecular y el tamaño del compuesto de que está preparado el jarabe, también influyen para que se produzca el fenómeno de ingreso de este compuesto a la fruta a través de la membrana, paralelo a la salida de agua de la fruta hacia el jarabe. El ingreso de los sólidos es del orden del 3 al 10% del total de los sólidos de la fruta y se produce a mayor velocidad durante los primeros minutos de inmersión. (Aguilar, 2011)

**Tipo de Agente Osmótico.** La sacarosa es una de las sustancias más empleadas como soluto, debido a su efectividad, conveniencia y sabor deseable. La tasa de eliminación de agua de eliminación de la fruta por la acción de la sacarosa es rápida al principio pues el sistema trata de equilibrar la concentración de solutos dentro y fuera de la membrana celular, como consecuencia de este intercambio, el jarabe tiene un pronunciado sabor a fruta fresca y podría ser usado como jarabe de mesa o enlatado. (Miranda y Otáñez, 2003).

[Lerico et al (1987) citado por Amezaga (1995)], manifiesta al seleccionar la solución osmótica y las condiciones del proceso, debe considerarse la difusión del soluto que puede ser disminuida o incrementada dependiendo de las características deseadas en el alimento.

## **Factores relacionados con el sistema fruta: jarabe**

Estos factores son la temperatura y la agitación. El aumento de la temperatura del sistema va a producir cambios en la permeabilidad de la pared celular y en la fluidez del jarabe. El aumento de la permeabilidad produce una mayor velocidad de deshidratación, debido a la mayor movilidad de las moléculas y a la pérdida de la selectividad de la membrana, la cual permite un mayor intercambio de agua que sale de la fruta, pero también un mayor ingreso de solutos o componentes del jarabe. Esto reforzado por el contacto más íntimo entre el jarabe, que por acción del calor se hace más fluido. (Aguilar, 2011).

La agitación periódica al sistema también produce un importante aumento en la velocidad de deshidratación. A medida que avanza el tiempo de contacto de la fruta con el jarabe esta se va rodeando de su propia agua, la cual se va difundiendo lentamente por el jarabe concentrado. Al estar rodeada de agua la fruta, la diferencia de concentraciones entre el jarabe y la pared celular se hace menor, con lo que también se disminuye la velocidad de salida de agua. Si el sistema es agitado, el agua que ha salido es retirada del contacto y vecindario de la pared y será reemplazada por jarabe concentrado que permitirá el nuevo establecimiento de una alta diferencia de concentración entre el aumento de la velocidad de deshidratación. (Aguilar, 2011).

De igual forma se ha detectado un menor ingreso de soluto del jarabe al interior de la fruta si se mantiene la agitación. Esto se podría explicar por la dificultad que produce el flujo de agua que sale de la fruta a las moléculas de soluto que traten de ingresar, es decir el soluto iría en contra en contra de la corriente del agua de la fruta (Aguilar, 2011).

#### **2.4.2.1.4 Inhibición del Pardeamiento Enzimático**

Existen numerosos medios para impedir el pardeamiento enzimático durante el procesamiento de frutas, pero por razones de costo, toxicidad o efectos secundarios desfavorables, en la práctica sólo se puede utilizar un limitado número de ellos. Puede lograrse la inhibición mediante tratamientos térmicos, la exclusión de oxígeno, la adición de diversos inactivadores químicos o la inactivación por radiaciones (Miranda y Otáñez, 2003).

En el procesamiento de frutas, la prevención del pardeamiento enzimático se realiza comúnmente mediante un tratamiento térmico, este inhibe las enzimas responsables de las degradaciones. Los inhibidores químicos son empleados como componentes del tratamiento térmico aplicado, la concentración y tipo de inhibidor depende la materia prima, el estado de madurez y el tipo de proceso. Los inhibidores más frecuentes usados en la industria son: bisulfitos, metabisulfitos, ácido sulfuroso, ácido ascórbico, ácido cítrico, cloruro de sodio, azúcar, y ácido málico, estos generalmente pueden emplearse en forma individual o en combinación (Rodríguez, A. y Lindo, T., 1995).

#### **2.4.2.1.5 Antioxidantes**

Los antioxidantes, como aditivos tienen una acción protectora de los caracteres organolépticos y contra las modificaciones oxidativas de los componentes de los alimentos y sus consecuencias bromatológicas. Según Montes M. (1975) citado por Chamorro M. (2001) los antioxidantes se usan para impedir el pardeamiento de frutas y legumbres procesadas (congeladas, desecados, etc.), de jugos de frutas y muy especialmente para impedir el enranciamiento oxidativo de los productos grasos o los fenómenos de peroxidación en la aplicación de las radiaciones ionizantes para conservar alimentos.

#### 2.4.2.1.5.1 Ácido Cítrico

El ácido cítrico o ácido 2 hidroxí 1, 2, 3, propano tricarbóxico de fórmula  $C_3H_4OH(COOH)_3$  de Peso Molecular = 192 es un triácido que se presenta bajo dos formas:

- ✓ **Anhidro.**- Cristales de la forma haloédrica del sistema monoclinico, inodoro, incoloro, translúcidos,  $d_{15^\circ} = 1,665$ , punto de fusión  $153^\circ C$ .
- ✓ **Monohidrato.**- Cristales orto-rómbicos incoloros, sabor agradable, ácido,  $d = 1,542$ .

El ácido cítrico y sus sales se utiliza se utiliza sobre todo como acidulante, emulgentes, quelantes de metales o por sus cualidades aromáticas. En alimentos tales como mermeladas, jaleas, pastas de frutas y diversos alimentos de humedad intermedia (por ejemplo pastas para extender, mermeladas, jaleas para diabéticos, etc.) pueden contribuir a controlar la actividad de agua. Su incorporación a productos de confitería permite retardar la cristalización de la sacarosa (Chamorro M., 2001).

#### 2.4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La técnica Experimental que se utilizó para la deshidratación osmótica del tomate de árbol constó de:

##### Deshidratación Osmótica

**Recepción.**- Se receptó los tomates de árbol de la variedad anaranjada en estado pintón cultivada en el Cantón Patate de la Provincia de Tungurahua.

**Selección de fruta.**- Se seleccionaron las frutas sanas y sin golpes.

**Lavado.**- Se efectuó con un chorro de agua a presión para eliminar la presencia de partículas extrañas adheridas a las paredes de la fruta.

**Cortado.**- Se cortaron en rodajas uniformes de 0,5 cm de grosor.

**Blanqueado.**- Se sumergieron las rodajas de tomate de árbol en agua hirviendo por 30 segundos.

**Drenado 1.-** Se drenaron las rodajas mediante un colador.

**Sumergido 1.-** Se sumergieron las rodajas en una solución compuesta por, metabisulfito al 3%, y al 1% de ácido cítrico y dejar reposar durante 5 minutos.

**Drenado 2.-** Se drenaron las rodajas mediante un colador.

**Preparación de la solución.-** Se prepararon soluciones de azúcar comercial en agua fría, con concentraciones de 50, 55 y 60% de sólidos solubles; no se calentó para evitar la caramelización y pardeamiento del jarabe.

**Sumergido 2.-** Se introdujeron las rodajas de tomate de árbol en la solución. Se utilizará una relación de fruta: jarabe de 1:2,5 en peso. (Ortiz, S y Sánchez, S. 2003).

**Reposo.-** Se dejó en reposo durante 6 horas, agitando delicadamente cada hora.

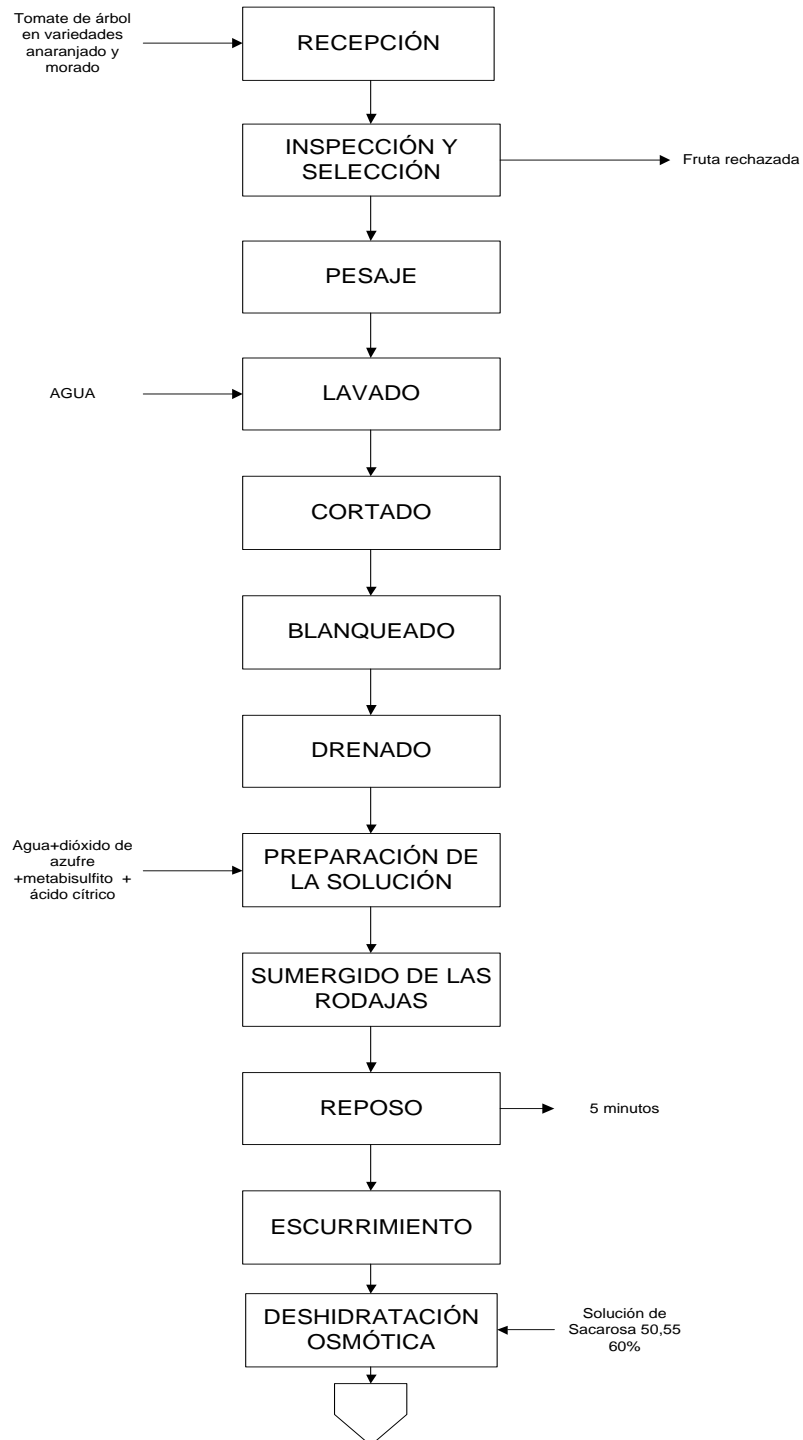
**Análisis.-** Durante la deshidratación se realizaron mediciones de peso, y Humedad en la Fruta y °Brix, pH en el jarabe.

**Drenado 3.-** Se drenaron las rodajas de tomate de árbol mediante un colador.

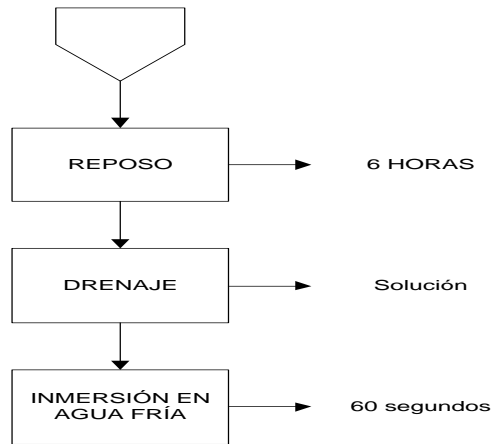
**Inmersión.-** Se realizó una breve inmersión de 1 minuto en agua fría para eliminar los residuos y evitar las subsecuentes adherencias.

## 2.4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

### 2.4.4.1 Proceso de deshidratación osmótica del tomate de árbol







**Gráfico # 3** Diagrama de flujo del proceso de deshidratación Osmótica de Tomate de Árbol

**Elaborado por:** Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012.

## 2.5 HIPÓTESIS

### Hipótesis nula

Ho: Los factores experimentales (concentración del jarabe y temperatura) producen igual efecto en el proceso de deshidratación osmótica de tomate de árbol.

$$H_0: A = B$$

### Hipótesis alternativa

H<sub>1</sub>: Los factores experimentales (concentración del jarabe y temperatura) producen diferente efecto en el proceso de deshidratación osmótica de tomate de árbol.

$$H_1: A \neq B$$

## 2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Las variables independiente y dependiente determinadas en base al problema son:

**Variable independiente:** Concentración del jarabe y temperatura.

**Variable dependiente:** Deshidratación osmótica del tomate de árbol.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 ENFOQUE**

El trabajo investigativo desarrollado tiene el enfoque cuantitativo, ya que se puso énfasis en las cantidades que se perdieron y adquirieron, es decir los pesos y humedad de las frutas, así como los valores del contenido de sólidos solubles del jarabe, según los datos en la parte experimental y adquisición de resultados se pudo del mismo modo analizar la deshidratación osmótica y también la selección del mejor tratamiento.

### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

Dentro del trabajo propuesto se utilizaron las siguientes modalidades de Investigación:

**Documental Bibliográfica:** ya que se apoya en fuentes primarias (documentos) y en fuentes secundarias (artículos técnicos, libros, periódicos, revistas, etc.).

**De Campo:** porque el Investigador toma contacto directo con la realidad para obtener la información de acuerdo con los objetivos propuestos, para ello se utilizó la información que provenía de la observación directa y de la toma de datos.

**Experimental:** ya que se basa en el manejo de variables dentro del trabajo práctico con el fin de establecer los mejores resultados que coadyuvan a la comprobación de la hipótesis.

### **3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación realizada posee algunos rasgos de diversos tipos de investigación los cuales convergen para la realización de un solo proyecto o estudio:

**Exploratorio:** El objetivo fue examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes; la finalidad radica en establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones verificables.

**Descriptivo:** ya que se señaló cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno o evento, cuando se busca especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a estudiar.

**Explicativo:** pretendió explicar el comportamiento de una variable en función de otra (s); aquí se plantea una relación de causa-efecto, y tiene que cumplir otros criterios de causalidad; requiere de control tanto metodológico como estadístico.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 Población**

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se tomó en consideración como población a la variedad de tomate de árbol variedad anaranjado cultivada en la provincia del Tungurahua.

### 3.4.2 Muestra

Se trabajó con muestras representativas de tomate de árbol de la variedad:

- ✓ Anaranjado

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con los siguientes factores y niveles indicados en la Tabla # 7.

**Tabla # 7:** Factores y niveles del diseño experimental.

FACTORES	NIVELES
A: Concentración del Jarabe	a <sub>0</sub> : 50 % sacarosa
	a <sub>1</sub> : 55 % sacarosa
	a <sub>2</sub> : 60 % sacarosa
B: Temperatura	b <sub>0</sub> : 25 °C
	b <sub>1</sub> : 35 °C
	b <sub>2</sub> : 45 °C
	b <sub>3</sub> : 55 °C

**Fuente:** Carlos Martínez, 2012

Para establecer la relación entre los factores de estudio: concentración del jarabe y temperatura del medio, se consideró aplicar un diseño factorial A\*B (3\*4), por lo que tuvo 12 tratamientos, los mismos que al trabajar con una réplica da un total de 24 tratamientos. Las combinaciones se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla # 8:** Tratamientos desarrollados en la investigación.

<b>N°</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Concentración del Jarabe (°Brix)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
1	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	50	25 °C
2	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	50	35 °C
3	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	50	45 °C
4	a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	50	55 °C
5	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	55	25 °C
6	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	55	35 °C
7	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	55	45 °C
8	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	55	55 °C
9	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	60	25 °C
10	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	60	35 °C
11	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	60	45 °C
12	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	60	55 °C

**Fuente:** Carlos Martínez, 2012

Las respuestas experimentales son:

- Pérdida de peso en la fruta.
- Pérdida de agua en la fruta.
- Ganancia de sólidos en la fruta.

Se realizaron además las siguientes mediciones en el jarabe:

- pH
- ° Brix

### **3.5.1 Respuestas Experimentales**

#### **3.5.1.1 Pérdida de Peso en la Fruta**

La pérdida de peso se calculó mediante la aplicación de la ecuación (2).

### **3.5.1.2 Pérdida de Agua en la Fruta**

La pérdida de agua se calculó mediante la aplicación de la ecuación (3).

### **3.5.1.3 Ganancia de Sólidos**

La ganancia de sólidos se calculó mediante la aplicación de la ecuación (1).

### **3.5.1.4 Análisis de °Brix y pH en el jarabe**

Los sólidos solubles (°Brix) en el jarabe se obtuvieron mediante la lectura directa en el refractómetro y el pH mediante la utilización de un potenciómetro.

### 3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.6.1 Operacionalización de las variables Independientes: Concentración del jarabe y temperatura.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Estudio de la concentración y temperatura</p> <p>Se conceptualiza como:</p> <p>Encontrar las condiciones óptimas de concentración de jarabe y temperatura que permita una mayor disminución del contenido de agua en la fruta.</p>	<p>Tomate de árbol (<i>Cyphomandra betacea</i>)</p>	<p>Pérdida de peso en la fruta.</p> <p>Pérdida de agua en la fruta.</p> <p>Ganancia de sólidos en la fruta.</p> <p>°Brix en el jarabe</p>	<p>¿La pérdida de agua y de peso con su consecuente ganancia de sólidos influye en una mayor deshidratación del tomate de árbol?</p> <p>¿Existe variaciones del contenido de sólidos solubles en el proceso de deshidratación osmótica?</p>	<p>Análisis Físicos</p> <p>Humedad</p> <p>Peso</p> <p>Análisis Físicos</p> <p>Análisis Físicos</p>

Elaborado por: Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012



### 3.6.2 Operacionalización de la variable Dependiente: Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Deshidratación Osmótica.</p> <p>Se conceptúan como:</p> <p>Método que permite eliminar el agua contenida en un alimento al ponerlo en contacto directo con una solución de alta presión osmótica.</p>	<p>Fruta: <b>Tomate de Árbol</b></p> <p><b>Porcentajes de incorporación de sacarosa a la solución osmótica</b></p> <p><b>Temperaturas del medio osmótico</b></p>	<p><b>Disminución del contenido de humedad del tomate de árbol</b></p> <p><b>Factores y niveles:</b>  <math>a_0 = 50\%</math>  <math>a_1 = 55\%</math>  <math>a_2 = 60\%</math>  <math>b_0 = 25^\circ\text{C}</math>  <math>b_1 = 35^\circ\text{C}</math>  <math>b_2 = 45^\circ\text{C}</math>  <math>b_3 = 55^\circ\text{C}</math></p>	<p>¿El proceso para reducir el contenido de humedad es el correcto?</p> <p>¿La concentración de sacarosa en la solución osmótica influye en la ganancia de sólidos de las fruta?</p> <p>¿La temperatura influye en una mayor transferencia de solutos?</p>	<p>Análisis Físicos</p> <p>Análisis Físicos</p>

Elaborado por: Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012

### **3.7 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Las técnicas de recolección de información que se utilizaron en el presente trabajo son los registros de análisis físicos, químicos.

### **3.8 PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN**

#### **3.8.1 Procesamiento**

El procesamiento de los datos conllevó las siguientes actividades:

- Revisión crítica de la Información recogida; es decir limpieza de información defectuosa, contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Repetición de la Recolección, en ciertos casos especiales.
- Tabulación de datos
- Representaciones gráficas

Una vez obtenidos los datos en tablas de Control, se utilizó el paquete informático Microsoft Excel® y Statgraphics Centurion®. En caso de significancia estadística, para determinar el mejor tratamiento, se empleó la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey generada en el paquete informático Statgraphics. El texto del informe se realizó en el paquete informático Microsoft Word ® 2010.

#### **3.8.2 Análisis e Interpretación de Resultados**

El análisis e interpretación de los datos se desarrolló de la siguiente manera:

- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos o hipótesis.
- Interpretación de los resultados con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.
- Comprobación de hipótesis.
- Establecimiento de Conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Se calcularon mediante los datos obtenidos en los diferentes tratamientos las siguientes respuestas experimentales: Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos, Pérdida de Agua, así como también los Coeficientes de Difusividad. Se trabajó con tomate de árbol variedad anaranjado proveniente de Patate en un mercado de la localidad. Los datos obtenidos permitieron calcular los valores de las respuestas experimentales para el respectivo Análisis de Varianza para la selección del mejor tratamiento y la elaboración de los gráficos de Cinética de Deshidratación Osmótica.

##### **4.4.1 DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA**

Durante el proceso de deshidratación osmótica se midieron varios parámetros de control como la variación de peso, humedad, °Brix y pH cada 60 minutos. Los valores de peso y humedad permitieron calcular la pérdida de peso, pérdida de agua y la ganancia de sólidos en la fruta con lo cual se calculó la cinética del proceso.

Los cálculos se realizaron en base a los datos reportados en las Tablas A1-A24, y los resultados calculados se reportan en las Tablas A49-A72.

##### **4.4.1.1 GRADOS BRUX EN EL JARABE**

Las Tablas A25-A48 (Anexo A), reportan los datos de Grados °Brix en el jarabe, para los diferentes tratamientos empleados. Como es lógico

después de iniciar la deshidratación osmótica, los sólidos solubles del jarabe empiezan a disminuir pues estos empiezan a incorporarse a la fruta. La reducción de °Brix es más drástica durante la primera hora del proceso debido a la gran presión osmótica que se ejerce para equilibrar el sistema fruta: jarabe que se encuentra con una diferencia de concentración alta, esta consideración se observa de manera más clara en los gráficos C25-C36 (Anexo C).

Los contenidos iniciales del jarabe fueron de 50°, 55° y 60° Brix y al cabo de 6 horas se reduce entre 7 y 12 °Brix notándose que en los tratamientos con 60° Brix de concentración hubo una mayor reducción.

#### 4.4.1.2 pH EN EL JARABE

De forma similar a lo que ocurrió con los °Brix, el pH del jarabe disminuyó debido a que aparte de que la fruta perdió agua durante la osmodeshidratación, también se pierden ácidos orgánicos y vitaminas que migran de la fruta hacia el jarabe, provocando un descenso del pH. Las Tablas A25-A48 (Anexo A), y los Gráficos C37-C48 (Anexo C), muestran claramente el descenso de este parámetro.

El jarabe que está a diferentes concentraciones inicia el proceso con un pH de 7 y al cabo de seis horas que dura la deshidratación, se observa un descenso comprendido en un rango que va de 3,5 a 3,9 como en los tratamientos a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55 °Brix 45°C) y a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60 °Brix 55°C).

#### 4.4.2 CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

La cinética de deshidratación osmótica del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) se determinó mediante la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos.

Para efectos de evaluar a todos los tratamientos durante el mismo tiempo, se tomo a la primera y la sexta hora de deshidratación osmótica como tiempos de análisis.

Los valores calculados para estos parámetros se registran en las Tablas A49-A72.

#### 4.4.2.1 PÉRDIDA DE PESO

Durante el proceso de deshidratación osmótica se observó como las muestras van perdiendo peso conforme pasa el tiempo, existiendo una gran variabilidad en los resultados se encuentra entre el rangos de 23,52 a 53,11 g/100 g.fi.

Las Tablas A49-A72 (Anexo A), muestran que al cabo de la primera hora de osmodeshidratación la fruta presentó una mayor pérdida en la cantidad de peso. En las siguientes horas la fruta va perdiendo menos peso, esto ocurrió porque el sistema empieza a equilibrarse y por lo tanto la presión osmótica se reduce.

El desarrollo del proceso se explica adecuadamente mediante los gráficos C1-C24 (Anexo C).

Con respecto a la primera hora de osmodeshidratación el análisis de varianza al 95% de confianza correspondiente muestra que los factores A (Concentración) y B (Temperatura) influyen de manera significativa en la pérdida de peso tal como se muestra en la Tabla B8 (Anexo B), encontrándose mediante Prueba de Comparación Múltiple de Tukey Tablas B9-B10 (Anexo B) que la mejor condición para deshidratar para el factor A (Concentración) es el nivel  $a_2$  (60 °Brix) y con respecto al factor B (Temperatura) la mejor condición corresponde al nivel  $b_3$  (55 °C) esto tiene fundamentación pues si la muestra se somete a condiciones altas de soluto y temperatura la pérdida de peso es mucho mas notoria en la fruta. Al realizar una revisión de todos los tratamientos a las 6 horas del proceso osmótico, se determinó que el menor valor de pérdida de peso al final de la deshidratación osmótica es de 23,38 g/100 g.fi y corresponde al tratamiento  $a_0b_0$  (50 °Brix 25 °C), mientras que la mayor reducción de peso es de 52,09 g/100 g.fi correspondiente al tratamiento  $a_2b_3$  (60 °Brix 55 °C). Estos valores son esperados debido a la influencia directa que ejercen los factores sobre los diferentes tratamientos.

La Tabla B1 (Anexo B) muestra el análisis de varianza efectuado para la respuesta experimental “Pérdida de Peso”, y el mismo denota una diferencia significativa para el factor A (Concentración) y B (Temperatura), y la interacción AB a un nivel de confianza del 95%.

La Prueba de Comparación Múltiple de Tukey con una significancia de  $\alpha=0,05$  (Tablas B2 del Anexo B) determina que la interacción AB muestra el mayor promedio con un valor de 52,09 g/100 g.fi para el tratamiento  $a_2b_3$  (60 °Brix 55 °C).

#### 4.4.2.2 PÉRDIDA DE AGUA

El comportamiento observado para respuesta experimental “pérdida de agua” en las Tablas A49-A72 (Anexo A), denota mayor pérdida de agua durante las primeras horas del tratamiento, siendo la primera hora la más drástica.

El análisis de varianza realizado respecto a la primera hora de análisis correspondiente muestra que el factor B (Temperatura) influyen de manera significativa en la pérdida de agua tal como se muestra en la Tabla B13 (Anexo B), encontrándose mediante Prueba de Comparación Múltiple de Tukey Tabla B14 (Anexo B) que la mejor condición para deshidratar con respecto al factor B (Temperatura) corresponde al nivel  $b_3$  (55 °C) esto tiene un fundamento lógico pues si la muestra se somete a condiciones altas de temperatura la pérdida de agua es mucho mas notoria en la fruta pues el agua sale con mayor facilidad.

De manera similar a lo que ocurre con la pérdida de peso, la mayor cantidad de pérdida de agua se origina cuando los niveles experimentales de temperatura y concentración son los más altos.

La pérdida de agua en el tomate de árbol se describe de mejor manera mediante los gráficos C1-C24 (Anexo C).

Las diferencias mas acentuadas se dan al efectuar los ensayos con 50, 55 y 60 °Brix y a 55 °C nivel  $b_3$ , si muestran una notable diferencia sobre el resto de tratamientos, pues solo en una hora de proceso de

osmodeshidratación ya han perdido la cantidad de agua que pierden al trabajar con temperaturas inferiores, (niveles  $b_0$ ,  $b_1$  y  $b_2$ ) llegando incluso a 68,35 (g. agua/100 g.fi) en el tratamiento  $a_2b_3$  (60 °Brix 55 °C), siendo este el mayor valor de pérdida de agua registrado en el proceso.

Al realizar el Análisis de Varianza se concluye que la concentración del agente osmótico Factor A, la temperatura Factor B inciden significativamente sobre la pérdida de agua de la fruta. Este análisis de varianza se adjunta en la Tabla B5 (Anexo B).

Mediante una Prueba de Comparación Múltiple de Tukey (Tablas B6-B7 del Anexo B) muestra claramente que a los niveles más altos ( $a_2$  y  $b_3$ ) 60 °Brix y 55 °C se produce una mayor pérdida de agua del tomate de árbol, siendo los valores 53,70 y 48,2 (g. agua/100 g.fi) los que pertenecen a cada uno de los niveles mencionados, lo cual comprueba la incidencia de los factores sobre la variable respuesta.

#### 4.4.2.3 GANANCIA DE SÓLIDOS

Al igual que lo ocurrido con la pérdida de peso y pérdida de agua, la ganancia de sólidos aumenta con el tiempo, no obstante, no se llegó a obtener valores muy altos de (g. sólidos/100 g. fi). Las Tablas A49-A72 (Anexo A), permiten observar esta tendencia, lo cual coincide con lo mencionado por Vega y colaboradores (2007), ya que en relación a los sólidos solubles en los primeros minutos se observa un estado de pseudoequilibrio donde hay una tendencia a ganar sólidos solubles para las distintas concentraciones utilizadas probablemente debido a la rápida acción de los mecanismos hidrodinámicos que provoca la ganancia inicial de la solución osmótica por capilaridad o por los cambios de presión impuestos, sin embargo a partir de los 15 minutos todas las curvas tienden a ganar sólidos gradualmente.

Para ganancia de sólidos se realizó un análisis de varianza al 95% de confianza Tabla B11 (Anexo B) el cual se muestra que existe incidencia de la interacción AB (Concentración-Temperatura).

La Ganancia de Sólidos, muestra grandes diferencias, pues sus valores finales (sexta hora del proceso) se encuentran entre 9,47 y 19,50 (g. sólidos/100 g. fi), correspondientes a los tratamientos  $a_2b_0$  y  $a_1b_3$  respectivamente.

Se notó que hasta temperaturas de 35°C el comportamiento de la ganancia de sólidos se mantiene similar en cada una de las diferentes concentraciones, es así que las mayores diferencias se encuentran cuando se trabaja a 55°C. Los gráficos C1-C24 (Anexo C) describen la ganancia de sólidos del tomate de árbol a través del tiempo.

Para determinar que efectos son significativos a un nivel de 95% de confianza, se realizó el análisis de varianza respectivo, (Tabla B3 del Anexo B), el cual determina que la interacción AB afecta significativamente la ganancia de sólidos del proceso.

Mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey realizada a los promedios y registrada en las Tablas B4 (Anexo B), se determinó que el valor más alto para la interacción AB muestra los mayores promedios con un valor de 17,67 (g. sólidos/100 g. fi) para el tratamiento  $a_2b_2$  (60 °Brix 45°C) y 19,50 (g. sólidos/100 g. fi) para el tratamiento  $a_1b_3$  (55 °Brix 55°C).

#### 4.4.2.4 COEFICIENTES DE DIFUSIVIDAD

Con respecto a Coeficientes de Difusividad para determinar que efectos son significativos a un nivel de  $\alpha=0,05$ , se realizó un análisis de varianza Tabla B15 (Anexo B), el cual determina que el factor A (Concentración), el factor B (Temperatura), al igual que para la interacción AB afectan significativamente el valor de los coeficientes de Difusividad.

Se graficó  $\ln X^*$  en ordenadas contra el tiempo  $t$ , se obtuvo una línea recta, de cuya pendiente fue posible establecer el valor del coeficiente de difusión en base a la ecuación (4) mencionada anteriormente.

Los valores establecidos en los diferentes tratamientos y condiciones se encuentran en el orden de  $10^{-10}$  ( $m^2/s$ ), los cuales se encuentran dentro de los límites reportados por diferentes autores para alimentos.



#### 4.5 DETERMINACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO

Los resultados determinan que el factor B (Temperatura) es el que mas influencia representa, pues al trabajar con la temperatura de 55°C, se obtienen resultados muy superiores que al trabajar con los niveles  $b_0$ ,  $b_1$  y  $b_2$  (25°C, 35°C y 45°C). Esta diferencia no es tan marcada en el caso del Factor A (Concentración del Jarabe) y se puede comprobar en las Pruebas de Comparación Múltiple de Tukey realizadas a las respuestas experimentales “Pérdida de Peso”, “Pérdida de Agua” y “Ganancia de Sólidos” a pesar de mostrar diferencias estadísticamente significativas, incluso para la interacción AB comparten los niveles de diferenciación establecidos.

Por lo tanto, evaluando razones tecnológicas y de acuerdo a las respuestas experimentales “Pérdida de Peso” que determina que la interacción AB muestra el mayor promedio con un valor de 52,09 g/100 g.fi para el tratamiento  $a_2b_3$  (60 °Brix 55 °C); la “Pérdida de Agua” que nos muestra claramente que a los niveles más altos ( $a_2$  y  $b_3$ ) 60 °Brix y 55 °C se produce una mayor pérdida de agua del tomate de árbol, siendo los valores 53,70 y 48,2 (g. agua/100 g.fi) y “Ganancia de Sólidos” nos indica que los mejores tratamientos son  $a_2b_2$  (60 °Brix 45°C) y  $a_1b_3$  (55 °Brix 55 °C), con valores promedios de 17,67 (g. sólidos/100 g. fi) y 19,50 (g. sólidos/100 g. fi) respectivamente.

De las respuestas experimentales mencionadas anteriormente se podría seleccionar el nivel mas alto de concentración (60 °Brix) y el nivel más alto de temperatura (55°C) tomamos a estos niveles como los mas adecuados para acelerar el proceso de deshidratación mediante ósmosis pues presenta ventajas que sin lugar a dudas es importante considerar para cuando el trabajo se realice a niveles industriales.

De lo expuesto anteriormente y luego de analizar las respuestas experimentales y las variables de control a lo largo de la deshidratación osmótica, se puede establecer que el mejor proceso para deshidratar tomate de árbol es el tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix 55°C).

#### 4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Luego de haber realizado los Análisis de Varianza correspondientes y la Pruebas de Comparación Múltiple de Tukey a las diversas Respuestas Experimentales procedemos a rechazar la hipótesis Nula:

Ho: Los factores experimentales (concentración del jarabe y temperatura) producen igual efecto en el proceso de deshidratación osmótica de tomate de árbol.

$$H_0: A = B$$

Puesto que los Factores inciden en la Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol procedemos a aceptar la Hipótesis Alternativa.

H<sub>1</sub>: Los factores experimentales (concentración del jarabe y temperatura) producen diferente efecto en el proceso de deshidratación osmótica de tomate de árbol.

$$H_1: A \neq B$$

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.3 CONCLUSIONES

- ✓ Se estudió el efecto de la concentración y la temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), estableciéndose los mejores resultados al trabajar con soluciones de Sacarosa y temperatura altas. Durante la deshidratación osmótica se observó un descenso en los grados °Brix y en el pH del jarabe y un incremento en la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos en la fruta. Esto ocurrió por el intercambio que existe en el sistema fruta - jarabe, pues mientras del interior de la fruta sale agua y ácidos orgánicos hacia el jarabe y reducen el pH del mismo, la solución osmótica incorpora solutos a la fruta, predominando siempre la pérdida de agua sobre la ganancia de sólidos.
- ✓ Se determinó que el efecto de concentración de la solución de azúcar en la cinética de deshidratación osmótica consiste en que al aumentar la concentración del jarabe, los valores de cinética determinados mediante la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos aumentan considerablemente. Esto ocurrió por el gradiente de concentraciones entre la fruta y el jarabe, el cual al ser mayor favorece la velocidad de transferencia.

- ✓ Se analizó la influencia de la temperatura en la cinética de deshidratación osmótica como predominante en la investigación. Al trabajar con cuatro niveles de temperatura se estableció que el aumento de este factor incrementa la velocidad de deshidratación debido a los cambios que provoca sobre la membrana celular y en la fluidez de la solución. Este efecto, se nota más claramente al trabajar a 55°C, pues las diferencias con respecto a los otros niveles de temperatura son muy marcadas.
- ✓ Se identificó el mejor tratamiento en base a las respuestas experimentales y la investigación establece como el mejor tratamiento para ser sometidos a la deshidratación osmótica el mejor proceso para deshidratar tomate de árbol es el tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix 55°C) seleccionado en base a las pruebas estadísticas aplicadas.
- ✓ Se realizó el balance de materiales y de costos de producción en el mejor tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix 55°C) el cual establece un rendimiento del 48,93%, pues durante la deshidratación se pierde el 51,07% de su peso. Con estos resultados se realiza un análisis de costos que determina una producción diaria de 59,49 kg de tomate deshidratado cuyo precio de venta es de \$ 626,16 USD con una utilidad del 30%. El desglose de costos establece un precio de venta de \$ 10,54 USD/kg, y la porción de 50 g a un valor de \$ 0,53 USD. En base a estas consideraciones se determina el punto de equilibrio en 24,07 % y cantidad de 14,32 kg como la mínima necesaria que se debe producir y vender para cubrir los costos y gastos de producción.

#### 5.4 RECOMENDACIONES

- Las condiciones recomendadas para deshidratar tomate de árbol mediante ósmosis son 60°Brix de Concentración de jarabe y 55°C de Temperatura.
- Conviene considerar en procesos a gran escala la reutilización del jarabe que se obtiene como residuo después de la deshidratación osmótica con solo el ajuste a la concentración requerida para el siguiente proceso de deshidratación, esto permitirá optimizar los recursos y reducir los costos de producción del producto.
- En próximas investigaciones se debería estudiar otro factor que afecta a la deshidratación osmótica como la agitación constante del jarabe que reduciría el tiempo del proceso.
- El proyecto muestra una alternativa tecnológica interesante para promoverla a niveles industriales, pues mediante el estudio económico realizado se establece un punto de equilibrio del 24,07%.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.10 DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.10.1 TITULO**

“Aplicación de la Deshidratación Osmótica en Tomate de como alternativa de producción y comercialización”

##### **6.10.2 INSTITUCIÓN EJECUTORA**

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

##### **6.10.3 BENEFICIARIOS**

Comunidad FCIAL

##### **6.10.4 UBICACIÓN**

Ambato – Ecuador

##### **6.10.5 TIEMPO ESTIMADO PARA LA EJECUCIÓN**

12 meses

## 6.11 ANTECEDENTES

González y Jiménez (1988) realizaron la conservación y almacenamiento de frutas aplicando deshidratación osmótica en la cual nos explican que se trabajó con rodajas de manzana variedad “Emilia Blanca” y mitades de Claudia variedad “Shiro” con un proceso de dos fases: a. Pre concentración osmótica y b. Deshidratación final. En la Pre concentración osmótica se estudiaron 4 factores, a saber: 1. Concentración del Agente Osmótico, 2. Agitación Conjunta fruta: agente osmótico, 3. Relación Fruta/Agente Osmótico y 4. Pérdida de Peso de la fruta.

La deshidratación osmótica es uno de los procesos aplicados para la conservación de los alimentos, a través del cual, mediante el uso del azúcar seco o en soluciones concentradas de aquella se remueve parcialmente el agua del producto y al mismo tiempo se incrementa su contenido de azúcar.

Es un método eficiente desde el punto de vista del consumo de energía debido a que la solución que se obtiene luego de separar la fruta puede ser reciclada varias veces.

Llive (2008) realizó un estudio de la concentración y temperatura en la deshidratación osmótica de uvillas (*Physalis peruviana*), en este estudio nos indica que el objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de la concentración y temperatura en la deshidratación osmótica de uvilla (*Physalis peruviana*).

El diseño factorial empleado fue un A\*B con 5 niveles para el “Factor A” Concentración: (55, 58, 61, 64, 67 °Brix) y cuatro niveles para el “Factor B” Temperatura: (Ambiente, 30, 40 y 50°C), corrido con una replicación y en una relación fruta: jarabe (1:2.5). Se determinó la variación de Peso, °Brix y humedad en la fruta y °Brix, pH en el jarabe cada 60 minutos, mientras que la cinética de deshidratación osmótica se determina

mediante las respuestas experimentales: Pérdida de Peso ( $P_{pt}$ ), la Pérdida de Agua ( $P_{at}$ ) y la Ganancia de Sólidos ( $G_{st}$ ) durante 4 horas.

Barona, M y Zapata, P (1990) realizaron un estudio para elaborar pasas en el cual se utilizaron uvas Moscatel negra (*Vitis vinífera*), provenientes del Cantón Patate; el proceso para la elaboración de pasas consta de dos fases primordiales: pre concentración osmótica y deshidratación final, realizada con aire caliente a una temperatura de 60°C y un flujo del aire de 1,61 (m/s) en un secador de bandejas. Se realizaron los siguientes procesos: preparación del agente osmótico en el cual se utilizó como agente osmótico jarabe de sacarosa, el mismo se preparó con agua potable y azúcar comercial a cuatro concentraciones: 0, 50, 60 y 70% (peso/peso). El jarabe se preparó en caliente hasta conseguir la dilución del azúcar, aproximadamente 5 minutos, también se añadió 0,5% de cloruro de sodio, según lo indicado por Lerici y colaboradores (1985). Pre concentración osmótica: las uvas se sumergieron en las soluciones osmóticas contenidas en bandejas plásticas provistas de tapas, las cuales fueron colocadas en tres ambientes; 20°, 40° y 60°C se registro el peso de las muestras ya identificadas.

## **6.12 JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio tiene una importancia técnica y práctica, ya que se basa en la aplicación de deshidratación osmótica en Tomate de Árbol como alternativa de comercialización; en la parte técnica podemos mencionar la forma en que se va a realizar la deshidratación osmótica la cual es sencilla pero a la vez es bastante minuciosa ya que los parámetros que estamos identificando en el estudio cambian en cuestión de minutos.

El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta originaria de los Andes, dispersa en otros países de la región andina como Chile, Bolivia y Colombia.



Es un fruto con una fuente importante de beta caroteno (provitamina A), vitamina B6, vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E y hierro. También posee contenidos altos de potasio, magnesio y fósforo. Se ha reportado en *Cyphomandra betacea* dos alcaloides esteroidales del tipo de los espirosolanos, solasodina y tomatidenol, siendo los que mayor atención han recibido como fuentes alternativas de esteroides de interés farmacéutico (Calvo,2009).

El tomate de árbol es una fruta muy versátil en cuanto a variedad de preparaciones. Aparte de comerse como fruta fresca, se puede consumir como jugo ó bebida refrescante, licuada en agua ó leche. Es un excelente complemento para ensaladas de frutas, se puede preparar en helados, jaleas, mermeladas y variedad de dulces.

Además la deshidratación osmótica es una de las maneras en las que un alimento puede llegar al gusto del paladar de las personas por lo que se pretende realizar el presente estudio y así poder determinar la factibilidad de poder elaborar un producto con gran aceptabilidad y generar mayor provecho al sector productivo con la industrialización de la fruta.

El estudio tiene un impacto en toda la sociedad, ya que deseamos ingresar a la fruta en una presentación deshidratada la cual agrada a muchos consumidores, los cuales tienen alternativas muy claras con lo que respecta a alimentos deshidratados ya que estos son menos propensos debido a la reducida presencia de unos de sus componentes fundamentales que es el agua propia de cada alimento.

En si la factibilidad de este estudio es muy alta, ya que los materiales para ejecutarlo son de fácil accesibilidad y de un precio cómodo.

## **6.13 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Desarrollar una tecnología que pueda ser aplicada por los Productores e Industriales, con la finalidad de otorgar valor agregado a la materia prima.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Elaborar un nuevo producto con condiciones de temperatura y concentración de azúcar establecidas por el estudio realizado.
- ✓ Establecer un análisis de costos y factibilidad económica para fabricar dicho producto.

### **6.14 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

De la investigación efectuada se desprende que la presente propuesta es factible de realizarla. Los recursos humanos, materiales y financieros están al alcance de quienes llevaran adelante las acciones del indicado trabajo, conviene tener en cuenta varios aspectos como:

- Político: Predisposición de las autoridades para otorgar permisos necesarios.
- Sociocultural: Su implantación fortalecería beneficio compartido (productores-comercializadores).
- Tecnológicos: Esta propuesta consta con la tecnología adecuada, ya que la FCIAL posee los equipos adecuados para la elaboración de productos deshidratados.
- Organizacional: Las personas encargadas cuentan con el apoyo necesario.
- Económico y Financiero: Los recursos necesarios serán autofinanciados por la persona interesada en este producto.

La puesta en marcha de la presente propuesta resulta muy factible ya que el costo de la materia prima no es muy elevado y también se muestra en el anterior estudio la concentración exacta de azúcar por lo cual se evitará realizar inversiones en azúcar para determinar la correcta.

Además los equipos que se requieren para el producto, lo realizarán en la FCIAL, la cual brinda sus servicios a los estudiantes que se encuentran realizando sus trabajos para la obtención del título de tercer nivel.

## **6.15 FUNDAMENTACIÓN**

La principal causa del deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materia prima y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de la marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo).

[Ponting et al (1973)] describieron la deshidratación parcial de frutas por ósmosis. En este sistema la deshidratación fue obtenida por el equilibrio entre la presión osmótica ejercida por los solutos de la porción alimenticia en la membrana vegetativa natural y la solución de sacarosa saturada.

[Flaumenbaum y colaboradores (1968) citado por Aguilar L y Aguilar E (1998)] estudiaron la deshidratación osmótica de varias frutas y vegetales en soluciones concentradas de sacarosa. Encontraron que zanahorias perdieron un gran porcentaje de su peso luego de 24 horas de inmersión, mientras que las uvas dieron mejores resultados. En adición, la deshidratación fue función de la temperatura y la concentración de azúcar y luego del proceso no hubo oscurecimiento ni ablandamiento de la fruta.

[De acuerdo con Lericci y colaboradores (1985)] con el tratamiento osmótico se obtiene un producto de humedad alta o intermedia, por lo que se hace necesario un procesamiento subsiguiente para alcanzar un punto estable. Desde los primeros estudios en los años 60, el tratamiento osmótico ha sido estudiado en combinación con el secado convencional, secado al vacío, liofilización, secado solar, pasteurización, enlatado,

congelamiento, adición de preservantes y/o acidificantes y revestimientos con películas comestibles de superficie. El campo de aplicación de esta técnica es amplio teniendo a las frutas, vegetales, carne y pescado como los principales productos tratados osmóticamente con un posterior procesamiento convencional de secado, obteniéndose mejorar sus características de calidad cuando se comparan con productos obtenidos sin tratamiento osmótico. Soluciones acuosas binarias y terciarias de mono, di y polisacáridos, sales orgánicas, mono y polioles pueden ser usadas como agentes osmóticos. El mejoramiento de las propiedades nutricionales, sensoriales o funcionales o la estabilidad en el almacenamiento de los productos finales son logrados por la modificación de la composición química del material alimenticio a través de una remoción controlada de agua y una incorporación selectiva de solutos. Las principales razones para el interés actual del proceso de deshidratación osmótica son: la calidad de los productos, conjuntamente con el ahorro potencial de energía, por la remoción hasta el 50% del contenido de humedad inicial a bajas temperaturas sin cambio de fase.

[Mercado E. y Vidal D., (1994)] estudiaron la deshidratación osmótica de manzana (Granny Smith) con diferentes soluciones osmóticas, asegurando que la composición del jarabe y particularmente los polisacáridos influyen de manera directa, disminuyendo la ganancia de sólidos en los productos.

[Sankat y colaboradores (1996)] trabajó con rodajas de banana al natural y deshidratada osmóticamente en soluciones de sacarosa y observó que la temperatura influyó en la cinética de secado, disminuyendo el tiempo de secado.

[Para Talens P. y colaboradores (1998)] citado por Ortiz y Sánchez (2003) los cambios físicos y químicos ocurridos durante la deshidratación osmótica de frutas provocan modificaciones en la textura y apariencia del fruto, en diferente grado, dependiendo de las condiciones de proceso y las características del producto.

Sin embargo, se ha observado que la reducción en el contenido de agua y la ganancia de azúcares presenta algunos efectos crioprotectores sobre el color y la textura de las frutas.

[Zapata y Castro (1999)], citado por Aguilar y colaboradores (2007) estudiaron la cinética de la deshidratación osmótica de piña con alcohol etílico como osmodeshidratante, utilizando soluciones de 80% de etanol, a temperatura ambiente (alrededor de 25°C), en soluciones estáticas.

Algunas de las ventajas establecidas en el proceso de deshidratación osmótica en comparación con otros métodos de secado incluyeron mejora de propiedades funcionales y nutricionales (Moreno y col, 2000; Moreira y col, 2003).

[Giraldo y col. (2005)] realizaron ensayos en mora (*Rubus glaucus*) y uvilla (*Physalis peruviana*) con geometrías semiesféricas (mitades) así la cinética de mora muestra mejor respuesta en el tratamiento con solución de sacarosa a 65°Brix, mientras que la uvilla presenta una buena respuesta, mientras que la uvilla presenta una buena respuesta en soluciones de 65 y 55°Brix.

[Castro y col (1997)] estudiaron la cinética de deshidratación osmótica en piña en soluciones de miel de abeja con diferentes concentraciones, concluyendo que no siempre una solución con elevada concentración garantiza una ganancia de solutos y una pérdida de agua mayor. Además determinan en este estudio que la pérdida de agua y la ganancia de solutos, se vio favorecida por el pelado que se realizó a la fruta ya que esta posee una piel poco permeable al agente osmótico.

[Zambrano y col. (2007)] estudiaron el efecto de las deshidratación osmótica de chayote (*Sechium edule*), sobre la actividad de la peroxidasa

y polifenoloxidasas, estableciendo que el ácido cítrico y la concentración de la solución osmótica tienen un comportamiento sinérgico en cuanto a la inactivación de la PFO, ya que a 40°Brix, inmersión en agua y temperatura de 35°C, se muestra una menor actividad relativa.

[Castillo y Cornejo (2007)] afirman que mientras mayor es la concentración del jarabe de sacarosa, mayor será el incremento de sólidos en la fruta en ensayos realizados en carambola (*Averrhoa carambola L.*), además concluyeron que la deshidratación osmótica produce un incremento en la velocidad de transferencia de agua durante el proceso de secado convencional.

## **6.16 METODOLOGÍA**

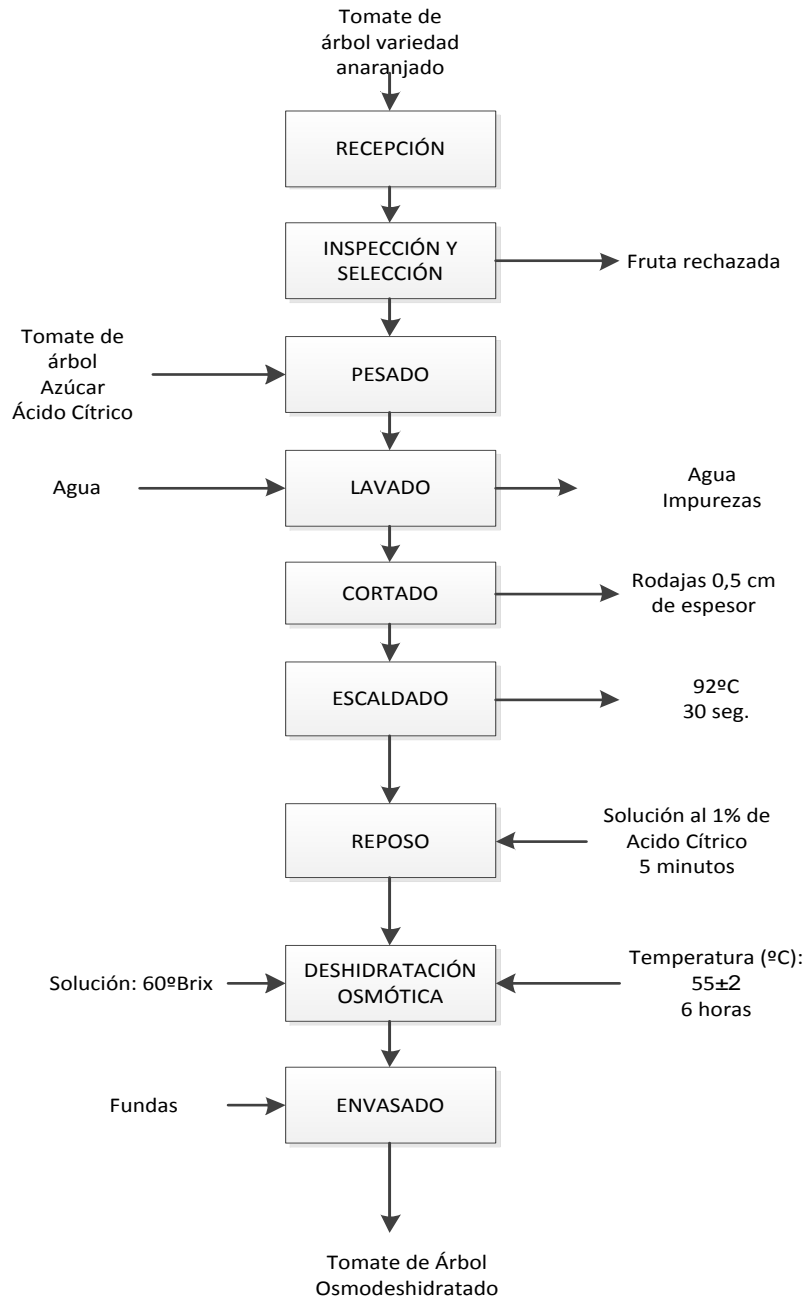
Dentro del modelo operativo se encuentra el desarrollo de los tres objetivos planteados en la presente propuesta:

- Diagrama de Flujo y descripción de proceso del desarrollo de la tecnología de elaboración de productos deshidratados con la utilización del Tomate de Árbol del cual existe un estudio ya descrito en los capítulos anteriores.
- Identificación de las mejores variables de temperatura y concentración de azúcar para poder realizar el producto.
- Análisis de costos del mejor tratamiento obtenido en el estudio, el cual se tomará como una guía para observar la factibilidad económica de producir el producto.

# MODELO OPERATIVO

# DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL TOMATE DE ÁRBOL

Gráfico #4: Diagrama de Flujo del Proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol



Elaborado por: Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012.



## **Explicación del diagrama de flujo propuesto para la Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol**

**RECEPCIÓN.-** Se reciben los tomates de árbol de la variedad anaranjada en estado pintón.

**SELECCIÓN DE FRUTA.-** Se seleccionan las frutas sanas y sin golpes.

**LAVADO.-** Se efectúa con un chorro de agua a presión para eliminar la presencia de partículas extrañas adheridas a las paredes de la fruta.

**PESADO.-** Se pesan los ingredientes tanto para la preparación de la solución osmótica como de la solución de ácido cítrico en este caso el tomate de árbol, el azúcar y el ácido cítrico.

**CORTADO.-** Se cortan el tomate de árbol en rodajas uniformes de 0,5 cm de grosor.

**ESCALDADO.-** Se sumergen las rodajas de tomate de árbol en agua hirviendo por 30 segundos con el fin de evitar el pardeamiento.

**REPOSO.-** Las rodajas escaldadas se sumergen en una solución de ácido cítrico al 1% y se deja reposar durante 5 minutos.

**DRENADO.-** Se drenan las rodajas mediante un colador.

**PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN.-** Se prepara la solución de azúcar comercial en agua fría con una concentración y 60°Brix.

**SUMERGIDO.-** Se introducen las rodajas de tomate de árbol en la solución. Se utilizará una relación de fruta: jarabe de 1:2,5 en peso. (Ortiz, S y Sánchez, S. 2003).

**REPOSO Y DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.-** Se deja en reposo durante 6 horas, agitando delicadamente cada hora.

## **IDENTIFICACIÓN DE LAS MEJORES VARIABLES TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE AZÚCAR**

De acuerdo al estudio realizado anteriormente, podemos mencionar que las mejores condiciones para realizar el tomate de árbol deshidratado son: Temperatura de 55°C y concentración de azúcar de 60°Brix los cuales según las diferentes respuestas experimentales es el mas apropiado para deshidratar.

Al mismo tiempo, estas condiciones adecuadas nos ayudan a evitar gastos en materia prima para realizar la concentración como es este el caso del uso del azúcar, lo que permitiría realizar la adquisición necesaria para la elaboración de las concentraciones necesarias según la cantidad de producto que se desea realizar.

## **ANÁLISIS DE COSTO DEL TOMATE DE ÁRBOL DESHIDRATADO**

### **CONDICIÓN SELECCIONADA**

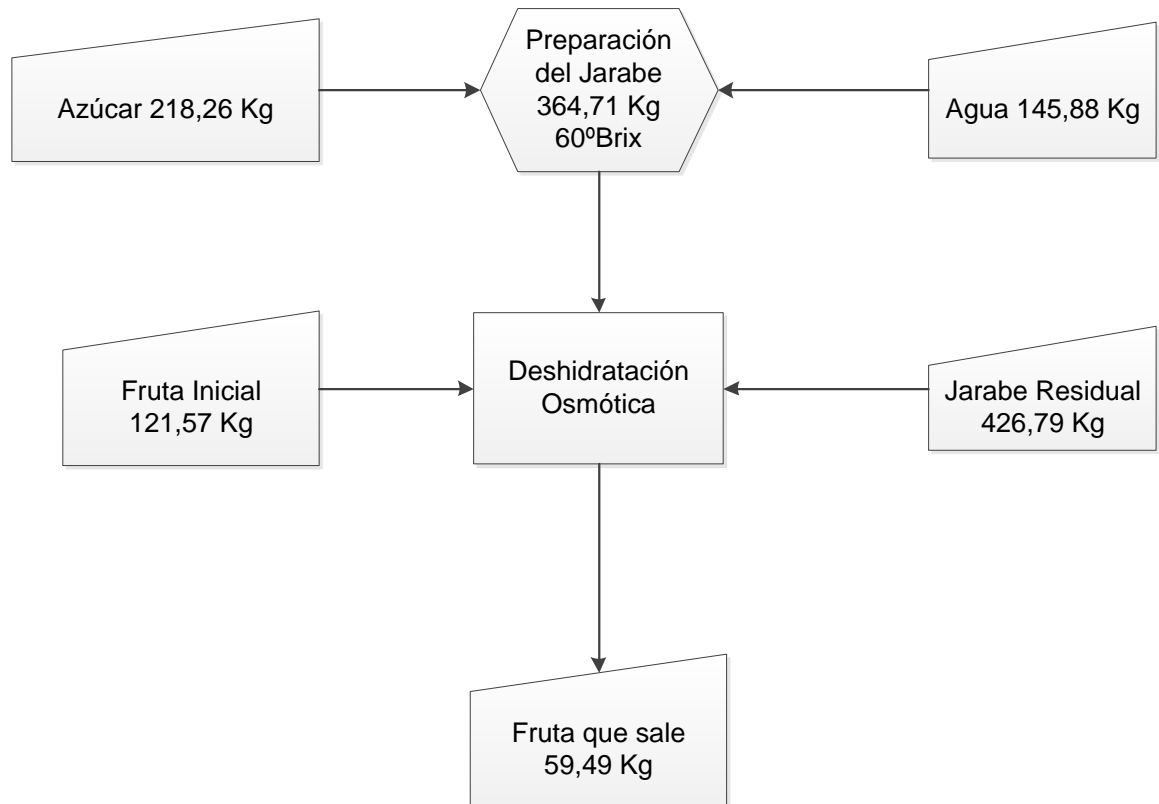
En base a las respuestas experimentales, se seleccionó al tratamiento **a<sub>2</sub>b<sub>3</sub>** (60°Brix 55°C), como el más apropiado para obtener tomate de árbol deshidratado por ósmosis.

### **BALANCE DE MATERIALES**

Una vez seleccionado el mejor tratamiento, se realiza el balance de materiales para establecer la cantidad de fruta deshidratada a producirse. En la etapa de osmodeshidratación se prepara jarabe con 218,26 kg de azúcar y 145,88 kg de agua para obtener una solución de 60°Brix que deshidratara a 121,57 kg de fruta (tomate árbol).

Durante la etapa de osmodeshidratación la fruta pierde el 51,07% de su peso en 6 horas y al final se obtiene 59,49 kg de uvilla deshidratada.

**Gráfico # 5: Diagrama del Balance de Materiales**



**Elaborado por:** Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012.

**Rendimiento:**

$$\%Rendimiento = \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} * 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{59,49 \text{ Kg}}{121,57 \text{ Kg}} * 100$$

$$\%Rendimiento = 48,93\%$$

## ANÁLISIS DE COSTOS

En base a las consideraciones establecidas, se realiza el análisis de costos, el cual establece un costo total de producción de \$ 481,66 USD para 59,49 kg/día de tomate osmodeshidratado, \$ 8,11 USD/kg de producto, \$ 4,05 USD/500 g y \$ 0,41 USD por cada porción de 50 g. Con un margen de utilidad del 30%, se establece un precio de venta de \$ 626,16 USD para 59,49 kg de tomate osmodeshidratado, \$ 10,54 USD/kg, \$ 5,27 USD/500 g y \$ 0,53 USD por cada funda de 50 g.

Este análisis permite establecer un punto de equilibrio de 24,07 %, el cual se multiplica por la cantidad total producida (59,49 Kg), permitiendo conocer la cantidad de 14,32 kg como la mínima necesaria que se debe producir y vender para cubrir los costos y gastos de producción.

El estudio Económico para el mejor tratamiento es detallado a continuación:

**Tabla # 9: Costo de Fabricación**

### A. MATERIALES DIRECTOS E INDIRECTOS

<b>Materiales Directos e Indirectos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario (USD)</b>	<b>Valor Total (USD)</b>
<b>Tomate de Árbol</b>	kg	121,57	0,90	109,41
<b>Azúcar</b>	kg	218,83	1,15	251,65
<b>Ácido Cítrico</b>	kg	0,50	3,00	1,50
<b>Empaques</b>		119,00	0,05	5,95
<b>Total</b>				<b>368,52</b>

## B. PERSONAL

Personal	Cantidad	Sueldo Mensual (USD)	Valor Día (USD)	Duración	Valor Total (USD)
Obrero no Calificado	2	292	14,60	1	29,20
Obrero Calificado	1	500	25,00	1	25,00
<b>Total</b>					<b>54,20</b>

## C. EQUIPOS

Equipos	Costo (USD)	Vida Útil (años)	Costo Hora	Horas Utilizadas	Costo Uso (USD)
Balanza	2407,58	10	0,120	8	0,96
Brixómetro	120,00	10	0,006	8	0,05
Refractómetro	3500,00	10	0,175	8	1,40
Estufa	1350,00	10	0,068	24	1,62
Baño Termostático	784,99	10	0,039	6	0,24
Cocinetas	200,00	5	0,020	6	0,12
Utensilios	100,00	5	0,010	1	0,01
<b>Total</b>					<b>4,40</b>

## D. SUMINISTROS

Suministros	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Agua	m3	2	0,49	0,98
Energía	kw-h	64	0,15	9,60
Gas	kg	1	0,18	0,18
<b>Total</b>				<b>10,76</b>

**Tabla #10: Estimación del Precio de Venta**

<b>COSTO DE FABRICACIÓN</b>	<b>Valor (USD)</b>
<b>Materiales Directos e Indirectos</b>	368,52
<b>Personal</b>	54,20
<b>Equipos</b>	4,40
<b>Suministros</b>	10,76
<b>Suman</b>	437,87
<b>Gastos Operacionales (10%)</b>	43,79
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	481,66
<b>Utilidad (30%)</b>	144,50
<b>PRECIO DE VENTA</b>	626,16

**Tabla # 11: Desglose por kg, 500 g y por porción de 50 g**

	<b>Valor 59,40 kg (USD)</b>	<b>V. Unitario/ kg. (USD)</b>	<b>V. Unitario/ 500 g. (USD)</b>	<b>V. Unitario/ 50 g. (USD)</b>
<b>COSTO PRIMO</b>	422,72	7,12	3,56	0,36
<b>COSTO DE FABRICACIÓN</b>	437,87	7,37	3,69	0,37
<b>GASTOS OPERACIONALES</b>	43,79	0,74	0,37	0,04
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>	481,66	8,11	4,05	0,41
<b>PRECIO DE VENTA</b>	626,16	10,54	5,27	0,53

## PUNTO DE EQUILIBRIO

### Cálculo del Punto de Equilibrio

Tabla # 12: Resumen de Costos

DESCRIPCIÓN	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	TOTAL
Materiales Directos e Indirectos		368,52	368,52
Personal	54,20		54,20
Equipos	4,40		4,40
Suministros	1,08	9,68	10,76
<b>SUBTOTAL</b>	<b>59,67</b>	<b>378,20</b>	<b>437,87</b>

$$PE = \frac{\text{Costo Fijo}}{1 - \frac{\text{Costo Variable}}{\text{Ventas}}}$$

$$PE = \frac{59,67}{1 - \frac{378,20}{626,16}}$$

$$PE = 150,69$$

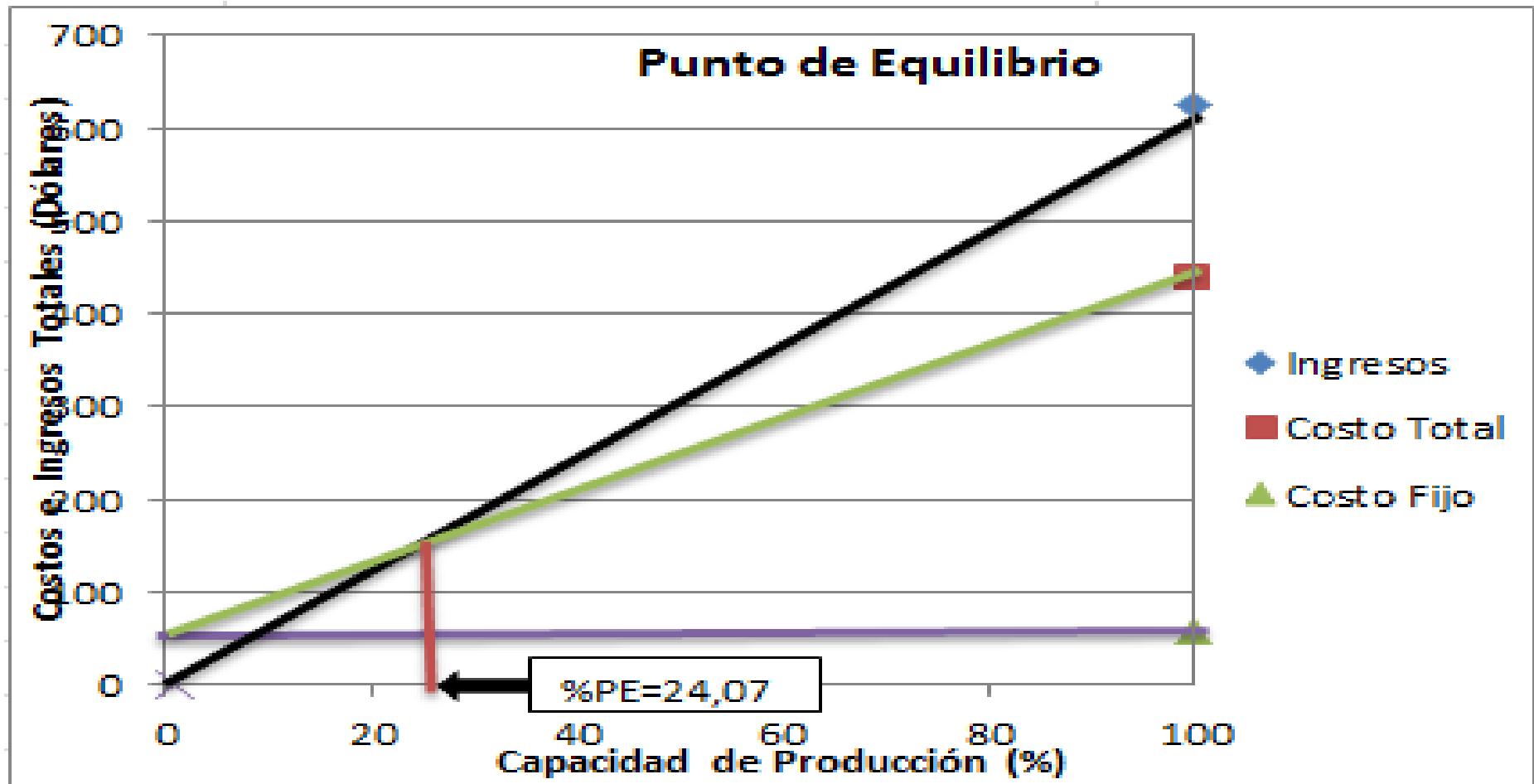
$$\%PE = \frac{PE}{\text{Ventas}} * 100$$

$$\%PE = \frac{150,69}{626,16} * 100$$

$$\%PE = 24,07$$



Gráfico #6: Punto de Equilibrio



## PRODUCCION NACIONAL VS. INTERNACIONAL

Las frutas exóticas, dentro de las que se incluye maracuyá, tamarindo, carambola, pitahaya, uchuva, chirimoya, tomate de árbol, etc. se caracterizan por ser un producto de bajo volumen de producción, de reciente comercialización, de baja consolidación del mercado pero de paulatino crecimiento desde 1980, crecimiento que se ha visto estimulado por el mejoramiento de ingresos de los consumidores de los países desarrollados y por el mayor interés que han mostrado hacia estos productos (Lucas K. y col. 2010).

**Cuadro # 2: Meses de producción del tomate de Árbol en diferentes países.**

Países	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ecuador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Colombia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nueva Zelanda			o	o	X	X	X	X	o	o		

o = baja producción

X = producción promedio

**Fuente:** CORPEI 2009.

El tomate de árbol por ser cultivo en donde la producción no es estacional, tanto Ecuador como Colombia producen constantemente durante todo el año; mientras que Nueva Zelanda se presenta en 4 con baja producción y 4 meses sin producción. Esto se debe a la zona de producción del mismo que es la zona ecuatorial, la cual presenta condiciones climáticas adecuadas continuamente como luminosidad, Temperatura, humedad relativa, etc (Lucas K. y col. 2010).

## DEMANDA

El tomate de árbol es una fruta con varias formas de preparación además sus semillas son comestibles, lo que hace fácil uso. La cascara se quita en agua hirviendo. Tradicionalmente es consumida en la sierra ecuatoriana como fruta fresca, preparada en jugos y en conserva de almíbar. También es un excelente complemento de ensaladas de frutas, y es deliciosa preparada en helados, jaleas, mermeladas y una variedad de dulces, se utiliza también en platos de carne (Lucas K. y col. 2010).

### Demanda Interna Ecuatoriana

En Ecuador, la demanda interna aparente y el consumo per cápita de tomate de árbol han sufrido un incremento sustancial.

**Tabla # 13: Demanda Interna y Consumo per cápita promedio de tomate de árbol.**

<b>Año</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Demanda interna (miles kg)</b>	10545	18354	17866	24651
<b>Consumo</b>				
<b>kg/ persona/ año</b>	0.90	1.54	1.47	1.98

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Ganadería.  
Dirección de Información Agropecuaria

En el Ecuador, la mayor demanda de tomate de árbol se localiza en las ciudades de Quito y Guayaquil. En la actualidad esta demanda ha sufrido un despliegue hacia otros polos de consumo de menor importancia (Ambato, Riobamba y Portoviejo.)

## PROMOCION Y COMERCIALIZACION

### Promoción

Las estrategias que se aplicarán para promocionar el producto osmodeshidratado de Tomate de Árbol son los siguientes:

- Medios de comunicación: Prensa, revistas.
- Participación en Ferias Nacionales

## **COMERCIALIZACION**

En el Ecuador, la comercialización de Tomate de Árbol se realiza todavía de manera artesanal: los productores comercializan el producto a los mayoristas o personas intermediarias (Lucas K. y col. 2010).

Otra alternativa de comercialización del fruto es vender la producción, previo acuerdo escrito, con un supermercado (Supermaxi, Mi Comisariato, Megamaxi, Hipermarket etc.), teniendo la ventaja de conocer de antemano la producción solicitada por éste y asegurando la venta total o parcial de su producción.

### **Comercializacion Interna**

Una vez elaborado el producto se podría comercializar mediante los siguientes canales de distribución:

- Un mayorista del propio mercado que vende a un detallista que lo comercializa al menudeo en pequeñas fundas.
- Supermercados
- Ferias internacionales en el país ( cuando acontezca)

## Gráfico # 7: Esquema de comercialización interna



**Elaborado:** (Lucas K. y col. 2010).

Hay productores que llevan sus productos a las ferias para comercializarlos directamente al consumidor final. El supermercado pide muestras del producto y el productor comete el error de llevar un producto de calidad excepcional, por lo que a veces resulta difícil cumplir con los volúmenes requeridos. No todos los productores manejan los mismos niveles de calidad.

**Cuadro #3**  
**Plan de mejoras**

<b>Fases</b>	<b>Metas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Recursos</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Formulación de la propuesta</b>	Lograr establecer al tomate de árbol como alternativa de comercialización	Revisión Bibliográfica  Visita técnica al área de producción	Egdo. Carlos Andrés Martínez Barrera  FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	40	1 mes
<b>Desarrollo preliminar de la propuesta</b>	Utilización del tomate de árbol osmodeshidratado para su aprovechamiento industrial	Elaboración del manual de procesamiento	Egdo. Carlos Andrés Martínez Barrera  FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	100	4 meses

<b>Implementación de la Propuesta</b>	Ejecución de la propuesta	Capacitación al personal para su aplicación	Egdo. Carlos Andrés Martínez Barrera  FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	50	5 meses
<b>Evaluación de la Propuesta</b>	Comprobar errores y aciertos	Entrevistas con los encargados del trabajos	Egdo. Carlos Andrés Martínez Barrera FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	20	2 meses

**Elaborado por:** Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012.

6.17 ADMINISTRATIVO

**Cuadro #4**  
**Administración de la Propuesta**

<b>Indicadores a mejorar</b>	<b>Situación Actual</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
Aprovechamiento de la materia prima	<p>Cantidad de fruta desperdiciada</p> <p>Desconocimiento del proceso de deshidratación osmótica del tomate de árbol</p>	<p>Otorgar valor agregado a MP</p> <p>Obtener un producto que garantice la salud del consumidor</p>	<p>Análisis de Costo por unidad de producto</p> <p>Implementar las variables definidas para obtener un producto aceptable e inocuo.</p> <p>Presentar el producto terminado y del mismo modo realizar una promoción del producto.</p>	<p>Egdo. Carlos Andrés Martínez Barrera</p>

**Elaborado por:** Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012



## 6.18 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

**Cuadro # 5**  
**Previsión de la Evaluación**

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Quién solicita evaluar?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comerciantes</li><li>• Productores</li></ul>
¿Por qué evaluar?	Porque se debe hacer control en el proceso de elaboración.
¿Para qué evaluar?	Para garantizar la salud del consumidor y corregir errores.
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tecnología utilizada</li><li>• Situación actual</li></ul>
¿Quién evalúa?	FCIAL
¿Cuándo evaluar?	Constantemente desde el primer día de implementación
¿Con qué evaluar?	Fichas de observación, análisis del producto terminado

**Elaborado por:** Carlos Andrés Martínez Barrera, 2012.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- ✓ Aguaisa O. y Carlosama W. 2007. “Elaboración de enconfitado de Sábila (*Aloe barbadencis*) por el método Deshidratación Osmótica Directa”, Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra-Ecuador, págs. 46-49.
- ✓ Aguilar, L. M.; Aguilar, E. M.1998. “Estudio sobre deshidratación osmótica de peras y duraznos en mitades”, Tesis para optar por el título de Ingeniero en Alimentos, UTA-FCIAL. págs.: 2-9.
- ✓ Aguilar S. P., Mendieta O. T., Bardales C., Medina M. V.2007. “Secado de rodajas de piña (*Ananas comosus*) previamente deshidratadas en soluciones osmóticas de sacarosa-agua.etanol”. Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería Vol. 16 (1). Memorias del VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos, págs. 199-201.
- ✓ Aguilar, M. 2011. “Estudio de la temperatura y concentración de azúcar en la deshidratación Osmótica Jackfruit (*Artocarpusheterophyllus Lam*)”, Tesis para optar por el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato/ FCIAL. págs.: 28-40.
- ✓ Alvarado, J. 1996. “Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos”. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Editorial Radio Comunicaciones. Quito-Ecuador, págs. 424-445.
- ✓ Amezaga, E. 1995. “Consideración Teórico Práctico en la Deshidratación de Manzana pre conservada por Métodos Combinados”, Puebla, México. Págs. 43-45
- ✓ Barona, M y Zapata, P.1990. “Estudio de la Elaboración de Pasas”, Tesis de Ingeniería en Alimentos. UTA-FCIAL. Ambato-Ecuador, págs. 46-49.
- ✓ Bayas, A. 2003. “Niveles de fertilización en tomate de árbol (*Chyphomandra betacea*)”, Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato, Cevallos-Ecuador, pág. 4.

- ✓ Bernal, J. y Díaz, C.2003. “Tecnología para el cultivo de tomate de árbol”, CORPOICA, Impresos Begón, Antioquia, Colombia, págs. 8-19, 103- 127.
- ✓ Brito, B. 2003. Informe Proyecto INIAP-PROMSA IQ-CV-077. “Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas de exportación. Quito-Ecuador, s. ed. pág. 150.
- ✓ Buenaño M. y Cáceres J. 1999. “Deshidratación Osmótica de Manzana por Pulso de Vacío y Tratada por Procesamiento Mínimo”, Tesis de Ingeniería en Alimentos. UTA/FCIAL. Ambato-Ecuador. Págs. 35-38.
- ✓ Calvo Iván.2009. “CULTIVO DE TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra betacea*)” Boletín Técnico No. 8, Proyecto Microcuenca Plantón-Pacayas. Noviembre, 2009. [En línea]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00168.pdf> [consultado 15 de agosto de 2012].
- ✓ Camacho G. 1994. Deshidratación Osmótica de Frutas. ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. 19 pp.
- ✓ Castillo M. O., Cornejo F.Z. 2007. “Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola (*Averrhoa carambola L.*)” Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería Vol. 16 (3). Memorias del VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos págs. 190-192.
- ✓ Castro D, Treto O, Fito P, Panadés G, Nuñez M, Fernández C, Barat M. 1997. Deshidratación Osmótica de piña a Vacío Pulsante: Estudio de las Variables del Proceso. *Alimentaria* (mayo): 27-32.
- ✓ Chamorro M. 2001. “Deseccación de Hojuelas de Manzana (*Malus comunis*) Variedad Emilia”, Tesis de Ingeniería en Alimentos. UTA/FCIAL. Ambato-Ecuador. Págs. 18-21.
- ✓ Cheftel, J. Cheftel, H. y Besancon, P., 1983. “Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos”, Ed. Acribia. Zaragoza-España. Vol. 2.
- ✓ CORPEI.2009. Perfiles de Producto. Perfil de Tomate de Árbol, [En línea]; Disponible en: <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/tomate.pdf>; (Consultado: Junio 17, 2011).

- ✓ Dalla R, Pinnavaia G, Lerici C.1982. La disidratazione della frutta mediante osmosi diretta. Nota. II Esperienze di laboratorio su alcuni generi di frutta. *Ind. Conserve* 57: 3-7.
- ✓ Escriche I, Acosta E, Serra J, Chiralt A, Fito P .1999. Vida útil de papaya mínimamente procesada obtenida por deshidratación osmótica a vacío. *Alimentaria* (octubre): 105-109.
- ✓ Farkas D, Lazar M .1969. Osmotic dehydration of apple pieces: Effect of temperature and syrup concentration on rates. *Food Product* 23: 688-690.
- ✓ Feicán, C. Encalada, C. y Larriva, W. 1999. “El Cultivo de Tomate de Árbol; Estación Experimental Chuquipata, Granja Experimental Bullcay, Programa de Fruticultura, Cuenca, págs. 6, 25-45,47.
- ✓ Fito P.1992. *Modelling vacuum osmotic dehydration of food*. ISOPOW-V. Valencia. pp. 313-328.
- ✓ Giraldo G. G. Duque A. C., Mejía C. D. 2005. “La deshidratación osmótica como pre tratamiento en la conservación de mora (*Rubus glaucus*) y uchuva (*Physalis peruviana*) publicado por: BIREME/OPAS/OMS –Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde.
- ✓ González M. y Jiménez.1988. “Conservación y Almacenamiento de frutas aplicando deshidratación Osmótica”; Tesis de Grado de Ingeniería en Alimentos; UTA-FCIAL, Ambato- Ecuador; págs. 1-8.
- ✓ Izaguirre, F. 1996. “Efectos de tiempo y temperatura sobre color, textura y características físico-químicas de frutas tratadas con DOPV” (Anteproyecto), Folleto de Información. Universidad de las Américas. Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química, Alimentos, Ambiental. Puebla-México.
- ✓ Jibaja, H. 2010. “Modelado de la Cinética de Absorción de Aceite durante el Proceso de Fritura al vacío de hojuelas de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum Cav.*), Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.

- ✓ León J. y Viteri. 2004. “Manual del Cultivo de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 51 págs.
- ✓ Le Maguer, M.1988. “Osmotic Dehydration”: Review and Future Directions Proc. International Symposium Progress in Food Preservation Processes. Vol. 1. Brussels, Belgium.
- ✓ Lenard A, Flink J.1984. Osmotic Concentration of Potato: I. Criteria for the End – point of the Osmosis Process. *J. Food Technol.* 19: 45-63.
- ✓ Lerici C. Pinnavaia G, Dalla R. Bartolucci L.1985. Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. *Journal of Food Science.* Vol 50. págs. 1217-1219. 62.
- ✓ Lerici C, Mastrocola D, Sensidoni A, Dalla R. 1988. En *Preconcentration and Drying of Food Materials*. Bruin Elsevier. Amsterdam. pp 123-133.
- ✓ Levi A, Gagel S, Juven B .1983. Intermediate Moisture Tropical Fruit Products For Developing Countries: I. Technological Data on Papaya. *J. Food Technol.* 18: 667-685.
- ✓ Llive, Lenin. 2008. “Estudio de la concentración y temperatura en la deshidratación osmótica de Uvillas (*Physalis peruviana*)”; Tesis de Grado de Ingeniería en Alimentos; UTA-FCIAL, Ambato- Ecuador; págs. 23-33.
- ✓ Lucas K. Maggi J. y Yagual M. 2010. “Creación de una Empresa de Producción, Comercialización y Exportación de Tomate de árbol en el área de Sangolquí, Provincia de Pichincha”, Tesis de Grado Previa a la obtención del título en Ingeniería Comercial y Empresarial. Escuela Superior Politécnica del Litoral, pág. 18.
- ✓ Maestrelli A.1997.Fundamentos de la Técnica de Deshidratación Osmótica de Frutas. En *Curso Taller: Deshidratación Osmótica Directa de vegetales*. ICTA-IILA. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fé de Bogotá. 19 pp.
- ✓ McCarthy, D. 1986. “Concentration and Drying of Foods”, Ed. Elsevier, Science Publishers Ltda. USA. pg.294

- ✓ Mercado E. S., Vidal D. B.1994. "Deshidratación osmótica de manzana (Granny Smith) con diferentes soluciones osmóticas", Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 44 (2) págs. 117-121.
- ✓ Miranda M. y Otáñez I. 2003. "Preservación de Banano *Musa cavendish* mediante deshidratación osmótica y secado", Tesis para optar por el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato/ FCIAL. págs.: 1-3
- ✓ Molano L, Serna C, Castaño C.1996. Deshidratación de Piña Variedad Cayena Lisa por Métodos Combinados. *Cenicafé* 47: 140-158.
- ✓ Montalvo G. 2010. "Evaluación de Tres Formulaciones Químicas a base de N-P-K para la Floración y Fructificación del Tomate de Árbol (*Solanum betaceum Cav*) variedad Amarilla Gigante, Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo págs.: 1-5
- ✓ Moreira R., Sereno A. M. 2003. "Evaluation of mass transfer coefficients and volumetric shrinkage during dehydration of apple using sucrose solutions in static and non-static conditions". *Journal of Food Engineering*. 57:25-31.
- ✓ Moreno J., Chiralt A., Escriche I., Serra J. A. 2000. "Effect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries". *Food Research International*. Vol 33.págs. 609-616.
- ✓ Norma Técnica Ecuatoriana INEN 299.1977. Leche en Polvo-Determinación de humedad.
- ✓ Norma Técnica Ecuatoriana INEN 380.1985. Determinación de sólidos solubles-Método Refractométrico, Primera Revisión.
- ✓ Norma Técnica Ecuatoriana 389.1985. Determinación de la concentración del Ion hidrógeno (pH). Primera Revisión.
- ✓ Ortiz S. y Sánchez S. 2003. "Obtención de fresas (Oso grande) deshidratadas mediante tratamiento osmótico y deshidratación convencional", Tesis de grado de Ingeniería en Alimentos (Modalidad Seminario). UTA-FCIAL, Ambato-Ecuador. págs. 21-22.
- ✓ Palou E, López A, Argáiz A, Welti J.1993. Deshidratación Osmótica de Papaya: Efectos de la Concentración del Jarabe. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 33: 621-629.

- ✓ Panadés G, Treto O, Fernández C, Castro D, Núñez M.1996. Pulse Vacuum Osmotic Dehydration of Guava. *Food Sci. Technol. Internat.* 2: 301-306.
- ✓ Ponting J.1973. Osmotic dehydration of fruits – Recent modifications and applications. *Proc. Biochem.* 8: 18-20.
- ✓ Revelo J, Pérez E. Maila M. 2004. “Cultivo Ecológico del tomate de árbol en Ecuador, Quito-Ecuador, págs. 7-21.
- ✓ Rodrigues, Sueli, Oliveira, Francisca I. P., Gallão, Maria Izabel and Fernandes, Fabiano A. N.2009. “Effect of Immersion Time in Osmosis and Ultrasound on Papaya Cell Structure during Dehydration”, *Journal of Drying Technology*, 27: 2, 220-225.
- ✓ Rodríguez, A. y Lindo, T., 1995. “Pardeamiento enzimático y no enzimático en alimentos” En: “Alternativas de Industrialización del Banano y el Plátano”. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, C.I.T.A. Universidad de Costa Rica- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.
- ✓ Ronceros B, Moyano P, Kasahara I.1995. Cinética de Pérdida de agua Durante la Deshidratación Osmótica de Manzana. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas Areas Ingeniería y Tecnología. No. 108* (junio) pp. 43-47.
- ✓ Saltos, H. 1993. “Diseño Experimental”, Ed. Pío XII, Ambato-Ecuador, pág. 54.
- ✓ Sankat C.K., Castaigne F., Maharaj R.1996. “The air drying behavior of fresh and osmotically dehydrated banana slices”; *International Journal of Food Science and Technology.* 31:123-135.
- ✓ Sañaicela, D. 2008. “Obtención de Chips de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum Cav*) mediante Métodos combinados de Deshidratación Osmótica y Fritura Convencional. Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.
- ✓ Soria, N. 2003. “Tecnología Postcosecha del cultivo de tomate de árbol”, Servicio de información agropecuaria del MAG del Ecuador. Quito-Ecuador.
- ✓ Toledo, R. 1985. “Deshidratación de los Alimentos”, IV curso avanzado de Tecnología de Alimentos, UTA-FCIAL, Ambato-Ecuador, págs. 86-87.

- ✓ Ulate, R. y Velázquez, C.1990. “Evaluación del uso de factores combinados sobre la estabilidad de pulpa de piña (Var. *Cayena lisa*)”. Boletín Internacional, Divulgación # 2. Págs. 56-61.
- ✓ Vasco, C., Ávila, J., Ruales, J., Svanberg, U. y Kamal, A. 2009. “Physical and chemical characteristics of golden –yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum Cav.*)”, International Journal of Food Science, 60, 278.
- ✓ Vega-Gálvez, Antonio et al.2007. Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, v. 27, n. 3, Sept. 2007. [En línea]. Disponible en: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612007000300008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000300008&lng=en&nrm=iso)>. [consultado 24 Julio 2012].
- ✓ Villalva y Padilla. (1985). “Evaluación de Pérdidas Post Cosecha de Manzanas y Peras e Inventarios de Embalaje utilizados”, UTA, pág. 48.
- ✓ Viteri, P. 1999. “Desarrollo del cultivo de frutales andinos”. Revista informática del Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria INIAP. Nº 12. Págs. 1-3.
- ✓ Zambrano M., Jiménez M., Rosas L., Vázquez G. 2007. “Efecto de la deshidratación osmótica de chayote (*Sechium edule*), sobre la actividad de la peroxidasa y polifenoloxidasas” Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería Vol. 16 (3). Memorias del VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos págs. 177-179.
- ✓ Zapata Montoya, José E. Carvajal, Luz M y Ospina, Nelly. 2002. Efectos de la concentración de solutos y la relación jarabe/fruta sobre la cinética de deshidratación osmótica de papaya en láminas. *INCI* vol.27, no.5 p.236-242. [En línea]. Disponible en: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442002000500004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000500004&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0378-1844. [consultado 30 Enero 2012].



# ANEXO A

**Tabla A.1.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	119,48	89,92	0,899
1	109,66	79,96	0,800
2	104,44	78,79	0,788
3	100,54	77,87	0,779
4	96,73	76,69	0,767
5	93,78	73,03	0,730
6	91,38	72,84	0,728

**Tabla A.2.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	120,05	86,89	0,869
1	111,02	79,96	0,800
2	104,27	78,79	0,788
3	99,77	77,87	0,779
4	96,38	76,69	0,767
5	93,79	73,03	0,730
6	92,15	72,84	0,728

**Tabla A.3.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	120,93	87,50	0,875
1	108,59	80,00	0,800
2	102,06	77,19	0,772
3	96,56	75,13	0,751
4	92,27	72,07	0,721
5	88,10	66,69	0,667
6	83,41	63,44	0,634

**Tabla A.4.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	120,48	87,74	0,877

1	107,72	80,00	0,800
2	100,89	77,19	0,772
3	96,11	75,13	0,751
4	90,07	72,07	0,721
5	86,37	66,69	0,667
6	82,87	62,57	0,626

**Tabla A.5.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	121,24	87,10	0,871
1	105,61	76,57	0,766
2	96,12	69,99	0,700
3	88,64	65,88	0,659
4	81,62	61,25	0,613
5	77,17	58,97	0,590
6	71,86	53,93	0,539

**Tabla A.6.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	120,41	86,55	0,866
1	106,68	76,57	0,766
2	97,88	69,99	0,700
3	90,89	68,17	0,682
4	84,2	61,25	0,613
5	78,72	58,97	0,590
6	73,87	53,65	0,537

**Tabla A.7.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	119,55	86,78	0,868
1	103,55	78,13	0,781
2	93,83	75,35	0,754
3	85,78	70,33	0,703
4	76,88	61,69	0,617
5	70,44	56,88	0,569

6	65,95	47,76	0,478
---	-------	-------	-------

**Tabla A.8.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) Réplica 2

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	121,27	89,14	0,891
1	103,96	79,76	0,798
2	93,84	76,82	0,768
3	85,77	70,81	0,708
4	76,85	60,59	0,606
5	70,4	57,8	0,578
6	65,93	47,86	0,479

**Tabla A.9.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	120,29	89,94	0,899
1	109,61	82,07	0,821
2	103,83	80,88	0,809
3	99,38	78,42	0,784
4	95,85	76,69	0,767
5	91,86	75,11	0,751
6	87,9	71,92	0,719

**Tabla A.10.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	121,26	88,22	0,882
1	110,42	81,25	0,813
2	104,16	79,98	0,800
3	98,36	78,71	0,787
4	95,30	74,15	0,742
5	91,25	74,01	0,740
6	88,14	70,82	0,708

**Tabla A.11.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
-----------	----------	-------------	------------------

<b>0</b>	120,34	87,05	0,871
<b>1</b>	104,84	78,8	0,788
<b>2</b>	96,77	75,54	0,755
<b>3</b>	91,27	72,07	0,721
<b>4</b>	86,55	66,69	0,667
<b>5</b>	82,33	63,16	0,632
<b>6</b>	78,5	59,59	0,596

**Tabla A.12.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) Réplica 2

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	120,25	88,47	0,885
<b>1</b>	107,54	79,62	0,796
<b>2</b>	99,16	75,54	0,755
<b>3</b>	92,81	72,07	0,721
<b>4</b>	88,24	66,69	0,667
<b>5</b>	83,31	63,16	0,632
<b>6</b>	79,33	60,46	0,605

**Tabla A.13.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 1

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	121,10	88,21	0,882
<b>1</b>	107,88	79,25	0,793
<b>2</b>	100,13	74,76	0,748
<b>3</b>	93,63	69,30	0,693
<b>4</b>	86,82	66,46	0,665
<b>5</b>	81,20	55,48	0,555
<b>6</b>	75,49	51,79	0,518

**Tabla A.14.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 2

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	121,05	87,09	0,871
<b>1</b>	107,8	78,89	0,789
<b>2</b>	100,2	73,94	0,739
<b>3</b>	93,8	69,75	0,698
<b>4</b>	86,79	64,93	0,649

<b>5</b>	81,15	55,46	0,555
<b>6</b>	75,4	51,86	0,519

**Tabla A.15.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) Réplica 1

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	119,6	88,95	0,890
<b>1</b>	103,13	77,14	0,771
<b>2</b>	92,95	74,06	0,741
<b>3</b>	81,48	63,02	0,630
<b>4</b>	74,05	56,88	0,569
<b>5</b>	67,39	47,76	0,478
<b>6</b>	63,89	41,21	0,412

**Tabla A.16.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	119,33	88,62	0,886
<b>1</b>	98,07	78,95	0,790
<b>2</b>	84,61	75,35	0,754
<b>3</b>	74,84	63,02	0,630
<b>4</b>	68,34	56,88	0,569
<b>5</b>	63,87	47,86	0,479
<b>6</b>	62,05	42,26	0,423

**Tabla A.17.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C) Réplica 1

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	121,52	88,32	0,883
<b>1</b>	109,94	80,59	0,806
<b>2</b>	102,46	80,25	0,803
<b>3</b>	98,16	77,58	0,776
<b>4</b>	94,07	76,80	0,768
<b>5</b>	89,84	72,06	0,721
<b>6</b>	86,94	70,70	0,707

**Tabla A.18.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C) Réplica 2

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	120,1	87,37	0,874
1	110,66	80,35	0,804
2	103,96	78,94	0,789
3	99,39	75,66	0,757
4	95,54	73,53	0,735
5	92,3	73,17	0,732
6	88,84	69,86	0,699

**Tabla A.19.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	119,26	86,86	0,869
1	104,24	79,3	0,793
2	96,54	75,54	0,755
3	90,99	71,15	0,712
4	85,83	66,69	0,667
5	82,19	60,46	0,605
6	77,15	57,03	0,570

**Tabla A.20.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	120,57	87,55	0,876
1	104,04	77,93	0,779
2	95,34	75,54	0,755
3	88,98	73,12	0,731
4	83,39	67,63	0,676
5	78,2	61,65	0,617
6	74,52	57,3	0,573

**Tabla A.21.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1

t (horas)	Peso (g)	Humedad (%)	Humedad Fracción
0	119,8	86,06	0,861
1	104	77,49	0,775
2	96,11	73,11	0,731

<b>3</b>	89,08	65,57	0,656
<b>4</b>	82,68	55,48	0,555
<b>5</b>	77,24	51,79	0,518
<b>6</b>	72,95	49,42	0,494

**Tabla A.22.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	120,51	87,75	0,878
<b>1</b>	103,02	79,3	0,793
<b>2</b>	93,42	70,65	0,707
<b>3</b>	86,14	65,57	0,656
<b>4</b>	79,56	55,48	0,555
<b>5</b>	74,01	51,86	0,519
<b>6</b>	68,79	46,17	0,462

**Tabla A.23.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 1

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	121,57	86,70	0,867
<b>1</b>	100,01	76,89	0,769
<b>2</b>	85,95	65,40	0,654
<b>3</b>	74,84	56,89	0,569
<b>4</b>	67,28	50,29	0,503
<b>5</b>	62,29	45,55	0,456
<b>6</b>	59,49	39,88	0,399

**Tabla A.24.** Datos Experimentales de Peso, humedad del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 2

<b>t (horas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Humedad Fracción</b>
<b>0</b>	121,25	87,80	0,878
<b>1</b>	98,55	77,92	0,779
<b>2</b>	82,06	63,71	0,637
<b>3</b>	70,35	56,89	0,569
<b>4</b>	62,84	50,29	0,503
<b>5</b>	58,92	46,58	0,466
<b>6</b>	56,86	39,36	0,394



**Tabla A.25.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,36
1	46	4,10
2	45	4,05
3	45	4,01
4	44	3,94
5	44	3,93
6	43	3,92

**Tabla A.26.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,20
1	46	4,59
2	45	4,44
3	45	4,10
4	43	4,05
5	43	4,01
6	43	3,95

**Tabla A.27.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,03
1	44	5,45
2	44	4,57
3	43	4,55
4	43	4,50
5	42	4,40
6	42	4,20

**Tabla A.28.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,08
1	45	5,66
2	44	4,70
3	44	4,56

4	43	4,31
5	42	4,20
6	42	4,01

**Tabla A.29.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,20
1	46	5,14
2	45	4,30
3	45	3,98
4	44	3,88
5	43	3,85
6	42	3,83

**Tabla A.30.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,20
1	46	4,70
2	45	4,68
3	44	4,60
4	43	4,08
5	43	3,98
6	42	3,96

**Tabla A.31.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,20
1	45	4,22
2	44	4,05
3	43	3,95
4	42	3,92
5	41	3,84
6	40	3,80

**Tabla A.32.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	50	7,20

1	45	4,20
2	44	4,01
3	43	3,88
4	42	3,84
5	41	3,80
6	40	3,79

**Tabla A.33.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,20
1	51	4,70
2	50	4,68
3	50	4,60
4	49	4,08
5	49	3,98
6	48	3,96

**Tabla A.34.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,20
1	50	4,70
2	50	4,65
3	49	4,60
4	49	4,08
5	48	3,98
6	48	3,96

**Tabla A.35.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,09
1	50	5,00
2	50	4,60
3	49	4,20
4	48	4,00
5	47	3,95
6	47	3,90

**Tabla A.36.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) Réplica 2.

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,20
1	48	4,75
2	48	4,18
3	47	4,15
4	47	4,00
5	46	3,98
6	46	3,95

**Tabla A.37.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,20
1	50	5,14
2	49	4,30
3	49	3,98
4	48	3,88
5	47	3,85
6	46	3,83

**Tabla A.38.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,11
1	50	4,70
2	49	3,90
3	49	3,73
4	48	3,70
5	47	3,60
6	46	3,50

**Tabla A.39.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,18
1	49	4,72
2	48	4,30
3	47	4,02
4	46	3,96
5	45	3,95

6	45	3,90
---	----	------

**Tabla A.40.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_{1b_3}$  (55°Brix y 55°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	55	7,20
1	51	4,20
2	50	4,01
3	49	3,88
4	48	3,84
5	47	3,80
6	46	3,79

**Tabla A.41.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_{2b_0}$  (60°Brix y 25°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,20
1	51	4,70
2	50	4,68
3	50	4,60
4	49	4,08
5	49	3,98
6	48	3,96

**Tabla A.42.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_{2b_0}$  (60°Brix y 25°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,02
1	52	6,70
2	51	6,57
3	50	6,19
4	49	6,05
5	48	6,03
6	48	6,01

**Tabla A.43.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_{2b_1}$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,20

1	53	4,75
2	52	4,18
3	51	4,15
4	49	4,00
5	48	3,98
6	47	3,95

**Tabla A.44.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,20
1	53	4,75
2	52	4,18
3	52	4,15
4	51	4,00
5	50	3,98
6	49	3,95

**Tabla A.45.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,20
1	54	5,14
2	53	4,30
3	53	3,98
4	52	3,88
5	51	3,85
6	50	3,83

**Tabla A.46.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,20
1	54	5,14
2	53	4,30
3	53	3,98
4	52	3,88
5	51	3,85
6	50	3,83

**Tabla A.47.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) Réplica 1

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,02
1	53	5,41
2	52	4,22
3	51	4,08
4	50	4,00
5	49	3,98
6	48	3,96

**Tabla A.48.** Datos Experimentales de °Brix y pH en el jarabe durante la Deshidratación Osmótica en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) Réplica 2

t (horas)	°Brix	pH
0	60	7,20
1	53	5,20
2	52	4,75
3	51	4,01
4	50	3,96
5	49	3,94
6	48	3,92

**Tabla A.49.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>0</sub> (50°Brix y 25°C) Réplica 1.

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	8,22	8,31	16,53
2	12,59	8,46	21,05
3	15,85	8,54	24,39
4	19,04	8,79	27,83
5	21,51	11,09	32,60
6	23,52	10,70	34,22

**Tabla A.50.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>0</sub> (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
-----------	-------------------------------	-----------------------------------------	----------------------------------

0	0,00	0,00	0,00
1	7,52	8,54	12,95
2	13,14	8,43	18,46
3	16,89	8,40	22,17
4	19,72	8,72	25,32
5	21,87	11,09	29,84
6	23,24	10,87	30,99

**Tabla A.51.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (50°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	10,20	5,46	15,66
2	15,60	6,75	22,35
3	20,15	7,36	27,51
4	23,70	8,81	32,51
5	27,15	11,76	38,91
6	31,03	12,71	43,74

**Tabla A.52.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (50°Brix y 35°C) Réplica 2

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	10,59	5,32	16,22
2	16,26	6,53	23,10
3	20,23	7,26	27,81
4	25,24	8,30	33,87
5	28,31	11,29	39,94
6	31,22	13,15	44,71

**Tabla A.53.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) Réplica 1

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
--------------	----------------------------------	-----------------------------------------------	----------------------------------------



		<b>g.fi)</b>	<b>g.fi)</b>
<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>1</b>	12,89	7,52	20,41
<b>2</b>	20,72	10,90	31,62
<b>3</b>	26,89	12,05	38,94
<b>4</b>	32,68	13,19	45,87
<b>5</b>	36,35	13,22	49,57
<b>6</b>	40,73	14,41	55,14

**Tabla A.54.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) Réplica 2

<b>t</b> <b>(horas)</b>	<b>Pérdida de peso (g./100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Ganancia Sólidos</b> <b>(g. solidos /100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Pérdida Agua</b> <b>(g. agua /100</b> <b>g.fi)</b>
<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>1</b>	11,40	7,72	18,72
<b>2</b>	18,71	11,33	29,66
<b>3</b>	24,52	10,96	35,09
<b>4</b>	30,07	14,02	43,72
<b>5</b>	34,62	13,74	48,00
<b>6</b>	38,65	15,34	53,64

**Tabla A.55.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) Réplica 1

<b>t</b> <b>(horas)</b>	<b>Pérdida de peso (g./100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Ganancia Sólidos</b> <b>(g. solidos /100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Pérdida Agua</b> <b>(g. agua /100</b> <b>g.fi)</b>
<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>1</b>	13,38	5,72	19,11
<b>2</b>	21,51	6,12	27,64
<b>3</b>	28,25	8,07	36,32
<b>4</b>	35,69	11,42	47,11
<b>5</b>	41,08	12,19	53,26
<b>6</b>	44,83	15,60	60,43

**Tabla A.56.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) Réplica 2

<b>t</b> <b>(horas)</b>	<b>Pérdida de peso (g./100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Ganancia Sólidos</b> <b>(g. solidos /100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Pérdida Agua</b> <b>(g. agua /100</b> <b>g.fi)</b>
----------------------------	------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

		<b>g.fi)</b>	<b>g.fi)</b>
<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>1</b>	14,27	4,38	20,77
<b>2</b>	22,62	4,98	29,70
<b>3</b>	29,27	7,73	39,06
<b>4</b>	36,63	12,11	50,74
<b>5</b>	41,95	11,63	55,58
<b>6</b>	45,63	15,54	63,12

**Tabla A.57.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C) Réplica 1

<b>t</b> <b>(horas)</b>	<b>Pérdida de peso (g./100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Ganancia Sólidos</b> <b>(g. solidos /100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Pérdida Agua</b> <b>(g. agua /100</b> <b>g.fi)</b>
<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>1</b>	8,88	6,27	15,15
<b>2</b>	13,68	6,44	20,13
<b>3</b>	17,38	7,77	25,15
<b>4</b>	20,32	8,51	28,83
<b>5</b>	23,63	8,95	32,58
<b>6</b>	26,93	10,46	37,38

**Tabla A.58.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

<b>t</b> <b>(horas)</b>	<b>Pérdida de peso (g./100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Ganancia Sólidos</b> <b>(g. solidos /100</b> <b>g.fi)</b>	<b>Pérdida Agua</b> <b>(g. agua /100</b> <b>g.fi)</b>
<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>1</b>	8,94	5,30	14,24
<b>2</b>	14,10	5,42	19,52
<b>3</b>	18,89	5,49	24,38
<b>4</b>	21,41	8,54	29,95
<b>5</b>	24,75	7,78	32,53
<b>6</b>	27,31	9,43	36,75

**Tabla A.59.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) Réplica 1

<b>t</b>	<b>Pérdida de peso (g./100</b>	<b>Ganancia Sólidos</b>	<b>Pérdida Agua</b>
----------	--------------------------------	-------------------------	---------------------

(horas)	g.fi)	(g. solidos /100 g.fi)	(g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	12,88	5,52	18,40
2	19,59	6,72	26,31
3	24,16	8,24	32,39
4	28,08	11,01	39,09
5	31,59	12,26	43,84
6	34,77	13,41	48,18

**Tabla A.60.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) Réplica 2

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	10,57	6,69	17,26
2	17,54	8,63	26,17
3	22,82	10,03	32,84
4	26,62	12,91	39,53
5	30,72	13,99	44,71
6	34,03	14,55	48,58

**Tabla A.61.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 1

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	10,92	6,69	17,61
2	17,32	9,09	26,40
3	22,68	11,95	34,63
4	28,31	12,26	40,56
5	32,95	18,07	51,02
6	37,66	18,26	55,93

**Tabla A.62.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
--------------	----------------------------------	-----------------------------------------------	----------------------------------------

0	0,00	0,00	0,00
1	10,95	5,89	16,84
2	17,22	8,66	25,89
3	22,51	10,53	33,04
4	28,30	12,23	40,54
5	32,96	16,95	49,91
6	37,71	17,08	54,79

**Tabla A.63.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) Réplica 1

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	13,77	8,66	22,44
2	22,28	9,11	31,40
3	31,87	14,15	46,02
4	38,09	15,65	53,74
5	43,65	18,39	62,04
6	46,58	20,36	66,94

**Tabla A.64.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	17,82	5,92	23,74
2	29,10	6,10	35,20
3	37,28	11,82	49,10
4	42,73	13,32	56,05
5	46,48	16,53	63,01
6	48,00	18,64	66,65

**Tabla A.65.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C) Réplica 1

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	9,53	5,87	15,40
2	15,68	4,97	20,65
3	19,22	6,42	25,65
4	22,59	6,28	28,87
5	26,07	8,98	35,05
6	28,46	9,28	37,74

**Tabla A.66.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C) Réplica 2

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	7,86	5,01	12,87
2	13,44	5,60	19,04
3	17,24	7,51	24,75
4	20,45	8,42	28,87
5	23,15	7,99	31,13
6	26,03	9,67	35,69

**Tabla A.67.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (60°Brix y 35°C) Réplica 1

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	12,59	4,95	17,55
2	19,05	6,66	25,71
3	23,70	8,87	32,58
4	28,03	10,84	38,87
5	31,08	14,11	45,20
6	35,31	14,66	49,97

**Tabla A.68.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (60°Brix y 35°C) Réplica 2.

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	13,71	6,59	20,30
2	20,93	6,89	27,81
3	26,20	7,39	33,59
4	30,84	9,94	40,78
5	35,14	12,42	47,57
6	38,19	13,94	52,13

**Tabla A.69.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C) Réplica 1.

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	13,19	5,61	18,80
2	19,77	7,64	27,41
3	25,64	11,67	37,31
4	30,98	16,79	47,78
5	35,53	17,15	52,67
6	39,11	16,87	55,97

**Tabla A.70.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C) Réplica 2

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	14,51	5,45	19,96
2	22,48	10,50	32,98
3	28,52	12,36	40,88
4	33,98	17,14	51,12
5	38,59	17,31	55,90
6	42,92	18,47	61,39

**Tabla A.71.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) Réplica 1.

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	17,73	5,71	23,44
2	29,30	11,16	40,46
3	38,44	13,24	51,68
4	44,66	14,21	58,87
5	48,76	14,59	63,36
6	51,07	16,12	67,18

**Tabla A.72.** Datos calculados de Pérdida de Peso, Ganancia de Sólidos y Pérdida de Agua en Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) Réplica 2

t (horas)	Pérdida de peso (g./100 g.fi)	Ganancia Sólidos (g. solidos /100 g.fi)	Pérdida Agua (g. agua /100 g.fi)
0	0,00	0,00	0,00
1	18,72	5,93	24,65
2	32,32	12,54	44,87
3	41,98	13,00	54,98
4	48,17	13,75	61,92
5	51,41	13,94	65,35
6	53,11	16,42	69,52

**Tabla A.73.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8992	0,119	0,107	0,012	8,921	1	0	0
1	0,7996	0,110	0,088	0,022	3,990	0,2097	-1,5622	3600
2	0,7879	0,104	0,082	0,022	3,715	0,1656	-1,7984	7200
3	0,7787	0,101	0,078	0,022	3,519	0,1341	-2,0089	10800
4	0,7669	0,097	0,074	0,023	3,290	0,0975	-2,3282	14400
5	0,7303	0,094	0,068	0,025	2,708	0,0042	-5,4828	18000
6	0,7284	0,091	0,067	0,025	2,682			

**Tabla A.74.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8689	0,120	0,104	0,016	6,628	1	0	0
1	0,7996	0,111	0,089	0,022	3,990	0,3315	-1,1041	3600
2	0,7879	0,104	0,082	0,022	3,715	0,2618	-1,3403	7200
3	0,7787	0,100	0,078	0,022	3,519	0,2121	-1,5508	10800
4	0,7669	0,096	0,074	0,022	3,290	0,1541	-1,8701	14400
5	0,7303	0,094	0,068	0,025	2,708	0,0066	-5,0247	18000
6	0,7284	0,092	0,067	0,025	2,682			

**Tabla A.75.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--



t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,875	0,121	0,106	0,015	7,000	1	0	0
1	0,8	0,109	0,087	0,022	4,000	0,4302	-0,8436	3600
2	0,7719	0,102	0,079	0,023	3,384	0,3132	-1,1610	7200
3	0,7513	0,097	0,073	0,024	3,021	0,2442	-1,4098	10800
4	0,7207	0,092	0,066	0,026	2,580	0,1605	-1,8293	14400
5	0,6669	0,088	0,059	0,029	2,002	0,0507	-2,9820	18000
6	0,6344	0,083	0,053	0,030	1,735			

**Tabla A.76.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8774	0,120	0,106	0,015	7,157	1	0	0
1	0,8	0,108	0,086	0,022	4,000	0,4245	-0,8569	3600
2	0,7719	0,101	0,078	0,023	3,384	0,3122	-1,1641	7200
3	0,7513	0,096	0,072	0,024	3,021	0,2460	-1,4025	10800
4	0,7207	0,090	0,065	0,025	2,580	0,1657	-1,7977	14400
5	0,6669	0,086	0,058	0,029	2,002	0,0602	-2,8093	18000
6	0,6257	0,083	0,052	0,031	1,672			

**Tabla A.77.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)

<b>0</b>	0,871	0,121	0,106	0,016	6,752	1	0	0
<b>1</b>	0,7657	0,106	0,081	0,025	3,268	0,3758	-0,9787	3600
<b>2</b>	0,6999	0,096	0,067	0,029	2,332	0,2081	-1,5696	7200
<b>3</b>	0,6588	0,089	0,058	0,030	1,931	0,1362	-1,9936	10800
<b>4</b>	0,6125	0,082	0,050	0,032	1,581	0,0735	-2,6109	14400
<b>5</b>	0,5897	0,077	0,046	0,032	1,437	0,0478	-3,0413	18000
<b>6</b>	0,5393	0,072	0,039	0,033	1,171			

**Tabla A.78.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_2$  (50°Brix y 45°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
<b>0</b>	0,8655	0,120	0,104	0,016	6,435	1	0	0
<b>1</b>	0,7657	0,107	0,082	0,025	3,268	0,3999	-0,9165	3600
<b>2</b>	0,6999	0,098	0,069	0,029	2,332	0,2226	-1,5024	7200
<b>3</b>	0,6817	0,091	0,062	0,029	2,142	0,1865	-1,6794	10800
<b>4</b>	0,6125	0,084	0,052	0,033	1,581	0,0802	-2,5235	14400
<b>5</b>	0,5897	0,079	0,046	0,032	1,437	0,0530	-2,9373	18000
<b>6</b>	0,5365	0,074	0,040	0,034	1,157			

**Tabla A.79.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
<b>0</b>	0,8678	0,120	0,104	0,016	6,564	1	0	0
<b>1</b>	0,7813	0,104	0,081	0,023	3,572	0,4705	-0,7540	3600
<b>2</b>	0,7535	0,094	0,071	0,023	3,057	0,3792	-0,9697	7200
<b>3</b>	0,7033	0,086	0,060	0,025	2,370	0,2577	-1,3559	10800

4	0,6169	0,077	0,047	0,029	1,610	0,1232	-2,0940	14400
5	0,5688	0,070	0,040	0,030	1,319	0,0717	-2,6359	18000
6	0,4776	0,066	0,031	0,034	0,914			

**Tabla A.80.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_0b_3$  (50°Brix y 55°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8914	0,121	0,108	0,013	8,208	1	0	0
1	0,7976	0,104	0,083	0,021	3,941	0,4146	-0,8803	3600
2	0,7682	0,094	0,072	0,022	3,314	0,3287	-1,1127	7200
3	0,7081	0,086	0,061	0,025	2,426	0,2068	-1,5758	10800
4	0,6059	0,077	0,047	0,030	1,537	0,0850	-2,4653	14400
5	0,578	0,070	0,041	0,030	1,370	0,0620	-2,7811	18000
6	0,4786	0,066	0,032	0,034	0,918			

**Tabla A.81.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8994	0,120	0,108	0,012	8,940	1	0	0
1	0,8207	0,110	0,090	0,020	4,577	0,3160	-1,1519	3600
2	0,8088	0,104	0,084	0,020	4,230	0,2616	-1,3409	7200
3	0,7842	0,099	0,078	0,021	3,634	0,1682	-1,7829	10800
4	0,7669	0,096	0,074	0,022	3,290	0,1142	-2,1695	14400
5	0,7511	0,092	0,069	0,023	3,018	0,0715	-2,6374	18000
6	0,7192	0,088	0,063	0,025	2,561			

**Tabla A.82.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8822	0,121	0,107	0,014	7,489	1	0	0
1	0,8125	0,110	0,090	0,021	4,333	0,3766	-0,9766	3600
2	0,7998	0,104	0,083	0,021	3,995	0,3098	-1,1720	7200
3	0,7871	0,098	0,077	0,021	3,697	0,2509	-1,3827	10800
4	0,7415	0,095	0,071	0,025	2,868	0,0872	-2,4394	14400
5	0,7401	0,091	0,068	0,024	2,848	0,0831	-2,4878	18000
6	0,7082	0,088	0,062	0,026	2,427			

**Tabla A.83.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8705	0,120	0,105	0,016	6,722	1	0	0
1	0,788	0,105	0,083	0,022	3,717	0,4273	-0,8502	3600
2	0,7554	0,097	0,073	0,024	3,088	0,3075	-1,1792	7200
3	0,7207	0,091	0,066	0,025	2,580	0,2107	-1,5572	10800
4	0,6669	0,087	0,058	0,029	2,002	0,1005	-2,2974	14400
5	0,6316	0,082	0,052	0,030	1,714	0,0457	-3,0857	18000
6	0,5959	0,079	0,047	0,032	1,475			

**Tabla A.84.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8847	0,120	0,106	0,014	7,673	1	0	0
1	0,7962	0,108	0,086	0,022	3,907	0,3870	-0,9493	3600
2	0,7554	0,099	0,075	0,024	3,088	0,2538	-1,3713	7200
3	0,7207	0,093	0,067	0,026	2,580	0,1711	-1,7654	10800
4	0,6669	0,088	0,059	0,029	2,002	0,0770	-2,5641	14400
5	0,6316	0,083	0,053	0,031	1,714	0,0302	-3,5009	18000
6	0,6046	0,079	0,048	0,031	1,529			

**Tabla A.85.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8821	0,121	0,107	0,014	7,482	1	0	0
1	0,7925	0,108	0,085	0,022	3,819	0,4284	-0,8477	3600
2	0,7476	0,100	0,075	0,025	2,962	0,2946	-1,2221	7200
3	0,693	0,094	0,065	0,029	2,257	0,1846	-1,6894	10800
4	0,6646	0,087	0,058	0,029	1,982	0,1416	-1,9548	14400
5	0,5548	0,081	0,045	0,036	1,246	0,0268	-3,6182	18000
6	0,5179	0,075	0,039	0,036	1,074			

**Tabla A.86.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_2$  (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)

<b>0</b>	0,8709	0,121	0,105	0,016	6,746	1	0	0
<b>1</b>	0,7889	0,108	0,085	0,023	3,737	0,4692	-0,7567	3600
<b>2</b>	0,7394	0,100	0,074	0,026	2,837	0,3105	-1,1696	7200
<b>3</b>	0,6975	0,094	0,065	0,028	2,306	0,2167	-1,5292	10800
<b>4</b>	0,6493	0,087	0,056	0,030	1,851	0,1366	-1,9909	14400
<b>5</b>	0,5546	0,081	0,045	0,036	1,245	0,0296	-3,5193	18000
<b>6</b>	0,5186	0,075	0,039	0,036	1,077			

**Tabla A.87.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 1

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
<b>0</b>	0,8895	0,120	0,106	0,013	8,050	1	0	0
<b>1</b>	0,7714	0,103	0,080	0,024	3,374	0,3638	-1,0112	3600
<b>2</b>	0,7406	0,093	0,069	0,024	2,855	0,2931	-1,2272	7200
<b>3</b>	0,6302	0,081	0,051	0,030	1,704	0,1365	-1,9913	10800
<b>4</b>	0,5688	0,074	0,042	0,032	1,319	0,0841	-2,4756	14400
<b>5</b>	0,4776	0,067	0,032	0,035	0,914	0,0290	-3,5397	18000
<b>6</b>	0,4121	0,064	0,026	0,038	0,701			

**Tabla A.88.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_1b_3$  (55°Brix y 55°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
<b>0</b>	0,8862	0,119	0,106	0,014	7,787	1	0	0
<b>1</b>	0,7895	0,098	0,077	0,021	3,751	0,4279	-0,8490	3600
<b>2</b>	0,7535	0,085	0,064	0,021	3,057	0,3295	-1,1101	7200

<b>3</b>	0,6302	0,075	0,047	0,028	1,704	0,1378	-1,9819	10800
<b>4</b>	0,5688	0,068	0,039	0,029	1,319	0,0832	-2,4862	14400
<b>5</b>	0,4786	0,064	0,031	0,033	0,918	0,0264	-3,6357	18000
<b>6</b>	0,4226	0,062	0,026	0,036	0,732			

**Tabla A.89.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 1.

<b>Humedad Base Seca</b>								
<b>t (horas)</b>	<b>Humedad fracción</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Contenido Agua (Kg)</b>	<b>Contenido Materia Seca (Kg)</b>	<b>(Kg/Kg seco)</b>	<b>X*</b>	<b>ln X*</b>	<b>t (s)</b>
<b>0</b>	0,8832	0,122	0,107	0,014	7,562	1	0	0
<b>1</b>	0,8059	0,110	0,089	0,021	4,152	0,3378	-1,0854	3600
<b>2</b>	0,8025	0,102	0,082	0,020	4,063	0,3205	-1,1378	7200
<b>3</b>	0,7758	0,098	0,076	0,022	3,460	0,2034	-1,5925	10800
<b>4</b>	0,768	0,094	0,072	0,022	3,310	0,1743	-1,7470	14400
<b>5</b>	0,7206	0,090	0,065	0,025	2,579	0,0323	-3,4337	18000
<b>6</b>	0,707	0,087	0,061	0,025	2,413			

**Tabla A.90.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) Réplica 2.

<b>Humedad Base Seca</b>								
<b>t (horas)</b>	<b>Humedad fracción</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Contenido Agua (Kg)</b>	<b>Contenido Materia Seca (Kg)</b>	<b>(Kg/Kg seco)</b>	<b>X*</b>	<b>ln X*</b>	<b>t (s)</b>
<b>0</b>	0,8737	0,120	0,105	0,015	6,918	1	0	0
<b>1</b>	0,8035	0,111	0,089	0,022	4,089	0,3851	-0,9544	3600
<b>2</b>	0,7894	0,104	0,082	0,022	3,748	0,3110	-1,1680	7200
<b>3</b>	0,7566	0,099	0,075	0,024	3,108	0,1719	-1,7610	10800
<b>4</b>	0,7353	0,096	0,070	0,025	2,778	0,1000	-2,3025	14400
<b>5</b>	0,7317	0,092	0,068	0,025	2,727	0,0890	-2,4193	18000

<b>6</b>	0,6986	0,089	0,062	0,027	2,318
----------	--------	-------	-------	-------	-------

**Tabla A.91.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 1.

<b>Humedad Base Seca</b>								
<b>t (horas)</b>	<b>Humedad fracción</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Contenido Agua (Kg)</b>	<b>Contenido Materia Seca (Kg)</b>	<b>(Kg/Kg seco)</b>	<b>X*</b>	<b>ln X*</b>	<b>t (s)</b>
<b>0</b>	0,8686	0,119	0,104	0,016	6,610	1	0	0
<b>1</b>	0,793	0,104	0,083	0,022	3,831	0,4739	-0,7467	3600
<b>2</b>	0,7554	0,097	0,073	0,024	3,088	0,3333	-1,0986	7200
<b>3</b>	0,7115	0,091	0,065	0,026	2,466	0,2156	-1,5344	10800
<b>4</b>	0,6669	0,086	0,057	0,029	2,002	0,1277	-2,0577	14400
<b>5</b>	0,6046	0,082	0,050	0,032	1,529	0,0382	-3,2646	18000
<b>6</b>	0,5703	0,077	0,044	0,033	1,327			

**Tabla A.92.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) Réplica 2.

<b>Humedad Base Seca</b>								
<b>t (horas)</b>	<b>Humedad fracción</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Contenido Agua (Kg)</b>	<b>Contenido Materia Seca (Kg)</b>	<b>(Kg/Kg seco)</b>	<b>X*</b>	<b>ln X*</b>	<b>t (s)</b>
<b>0</b>	0,8755	0,121	0,106	0,015	7,032	1	0	0
<b>1</b>	0,7793	0,104	0,081	0,023	3,531	0,3847	-0,9552	3600
<b>2</b>	0,7554	0,095	0,072	0,023	3,088	0,3069	-1,1812	7200
<b>3</b>	0,7312	0,089	0,065	0,024	2,720	0,2422	-1,4179	10800
<b>4</b>	0,6763	0,083	0,056	0,027	2,089	0,1313	-2,0300	14400
<b>5</b>	0,6165	0,078	0,048	0,030	1,608	0,0467	-3,0644	18000
<b>6</b>	0,573	0,075	0,043	0,032	1,342			



**Tabla A.93.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8606	0,120	0,103	0,017	6,174	1	0	0
1	0,7749	0,104	0,081	0,023	3,442	0,4744	-0,7456	3600
2	0,7311	0,096	0,070	0,026	2,719	0,3352	-1,0931	7200
3	0,6557	0,089	0,058	0,031	1,904	0,1785	-1,7234	10800
4	0,5548	0,083	0,046	0,037	1,246	0,0518	-2,9606	14400
5	0,5179	0,077	0,040	0,037	1,074	0,0187	-3,9791	18000
6	0,4942	0,073	0,036	0,037	0,977			

**Tabla A.94.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_2$  (60°Brix y 45°C) Réplica 2.

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,8775	0,121	0,106	0,015	7,163	1	0	0
1	0,793	0,103	0,082	0,021	3,831	0,4715	-0,7518	3600
2	0,7065	0,093	0,066	0,027	2,407	0,2457	-1,4035	7200
3	0,6557	0,086	0,056	0,030	1,904	0,1660	-1,7957	10800
4	0,5548	0,080	0,044	0,035	1,246	0,0616	-2,7869	14400
5	0,5186	0,074	0,038	0,036	1,077	0,0348	-3,3575	18000
6	0,4617	0,069	0,032	0,037	0,858			

**Tabla A.95.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento  $a_2b_3$  (60°Brix y 55°C) Réplica 1.

Humedad Base Seca								
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,867	0,122	0,105	0,016	6,519	1	0	0
1	0,7689	0,100	0,077	0,023	3,327	0,4549	-0,7876	3600
2	0,654	0,086	0,056	0,030	1,890	0,2095	-1,5629	7200
3	0,5689	0,075	0,043	0,032	1,320	0,1121	-2,1885	10800
4	0,5029	0,067	0,034	0,033	1,012	0,0595	-2,8220	14400
5	0,4555	0,062	0,028	0,034	0,837	0,0296	-3,5206	18000
6	0,3988	0,059	0,024	0,036	0,663			

**Tabla A.96.** Datos calculados de Contenido de Agua, Materia Seca, Humedad en Base seca y razón de Humedades para el cálculo de la Difusividad Efectiva en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) Réplica 2

Humedad Base Seca								
t (horas)	Humedad fracción	Peso (Kg)	Contenido Agua (Kg)	Contenido Materia Seca (Kg)	(Kg/Kg seco)	X*	ln X*	t (s)
0	0,878	0,121	0,106	0,015	7,197	1	0	0
1	0,7792	0,099	0,077	0,022	3,529	0,4398	-0,8213	3600
2	0,6371	0,082	0,052	0,030	1,756	0,1690	-1,7779	7200
3	0,5689	0,070	0,040	0,030	1,320	0,1024	-2,2787	10800
4	0,5029	0,063	0,032	0,031	1,012	0,0554	-2,8936	14400
5	0,4658	0,059	0,027	0,031	0,872	0,0340	-3,3802	18000
6	0,3936	0,057	0,022	0,034	0,649			

## Cálculo demostrativo del coeficiente de Difusividad

Primero se calcula la razón de humedades

$$(1) \quad X^* = \frac{(W - W_e)}{(W_0 - W_e)}$$

Donde:

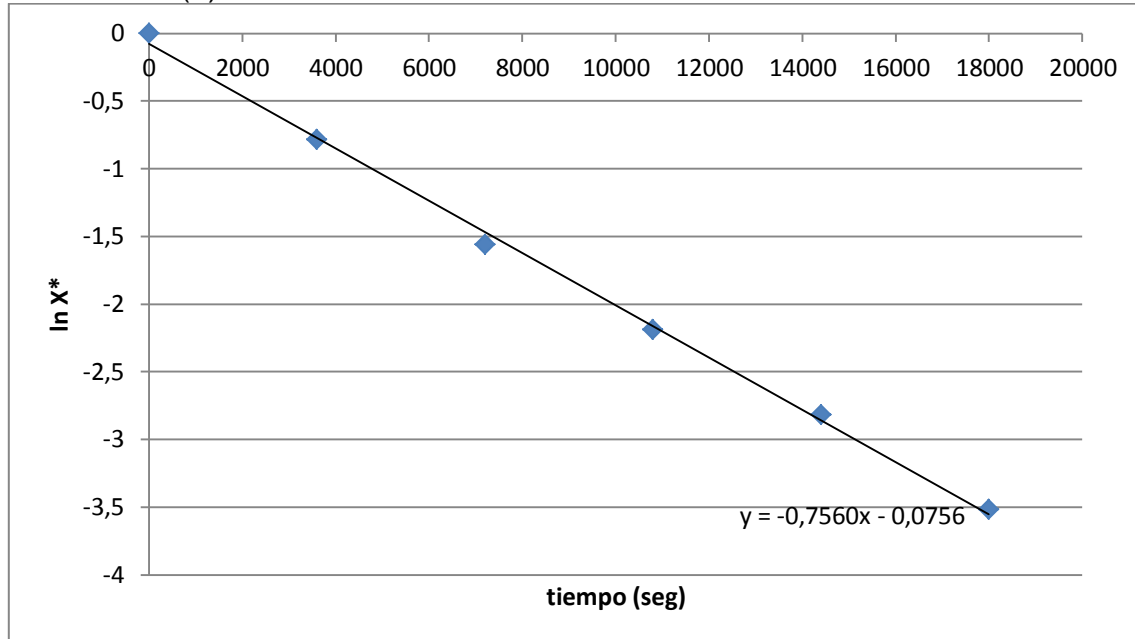
$X^*$ : razón de humedades

$W$ : Contenido de agua (kg/kg de producto Seco)

$W_e$ : Contenido de agua en el equilibrio (kg/kg de producto Seco)

$W_0$ : Contenido de agua inicial (kg/kg de producto Seco)

Se grafica  $\ln X^*$  en ordenadas contra el tiempo  $t$ , se obtendrá una línea recta, de cuya pendiente es posible establecer el valor del coeficiente de difusión en base a la ecuación (2).



Luego se emplea la siguiente ecuación:

$$X^* = e^{-\left(\frac{\pi^2 Dt}{4(z/2)^2}\right)}$$
$$\ln X^* = \ln e^{-\left(\frac{\pi^2 Dt}{4(z/2)^2}\right)}$$
$$\ln X^* = -\left(\frac{\pi^2 Dt}{4(z/2)^2}\right) \quad (2)$$

Donde:

$D$ : es el coeficiente de difusión ( $m^2/s$ )

$X^*$ : razón de humedades

t: tiempo (s)

z: grosor de la rodaja (m)

Ejemplo:

Tratamiento 12 a2b3 60 °Brix 55°C Réplica 1

Obtenemos la pendiente en este caso (-0,7560)

Este valor los reemplazamos en la ecuación (2):

$$D = \frac{\text{valor pendiente} \times 4\left(\frac{z}{2}\right)^2}{-\pi^2 t}$$

$$D = \frac{-0,7560 \times 4\left(0,005\text{m}/2\right)^2}{-\pi^2 * 18000 \text{ s}}$$

$$D = 1,063 * 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$$

**Tabla A.97.** Valores calculados de Coeficientes de Difusividad para los diversos tratamientos.

		Difusividad Efectiva (m <sup>2</sup> /s)	
	Tratamiento	R1	R2
50°Brix 25°C	a0b0	2,73E-11	2,24E-11
50°Brix 35°C	a0b1	3,30E-11	2,21E-11
50°Brix 45°C	a0b2	8,84E-11	8,26E-11
50°Brix 55°C	a0b3	9,81E-11	9,82E-11
55°Brix 25°C	a1b0	4,56E-11	2,85E-11
55°Brix 35°C	a1b1	7,78E-11	8,82E-11
55°Brix 45°C	a1b2	8,09E-11	9,83E-11
55°Brix 55°C	a1b3	1,00E-10	1,00E-10
60°Brix 25°C	a2b0	2,65E-11	3,08E-11
60°Brix 35°C	a2b1	6,70E-11	9,82E-11
60°Brix 45°C	a2b2	9,40E-11	9,65E-11
60°Brix 55°C	a2b3	1,06E-10	1,01E-10

# ANEXO B

**Tabla B.1.** Análisis de Varianza para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Razón de Varianza</b>	<b>Ft</b>
<b>Replicas</b>	1	1,53	1,53	0,89	4,84
<b>Factor A: (Concentración Jarabe)</b>	2	79,05	39,53	23,11	3,98**
<b>Factor B: (Temperatura)</b>	3	1577,55	525,85	307,47	3,59**
<b>Interacción (AB)</b>	6	32,86	5,48	3,20	3,09**
<b>Error</b>	11	18,81	1,71		
<b>Total</b>	23	1709,80			

\*\* Significativo  $\alpha = 0,05$

**Tabla B.2.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) de la Interacción AB (Concentración-Temperatura) durante la deshidratación osmótica.

**Interacción AB: Concentración-Temperatura**

	a0b0	a1b0	a2b0	a0b1	a1b1	a2b1	a1b2	a0b2	a2b2	a0b3	a1b3	a2b3	
<b>Promedios</b>	<b>23,38</b>	<b>27,12</b>	<b>27,24</b>	<b>31,12</b>	<b>34,40</b>	<b>36,75</b>	<b>37,69</b>	<b>39,69</b>	<b>41,01</b>	<b>45,23</b>	<b>47,29</b>	<b>52,09</b>	<b>Tukey</b>
<b>a0b0</b>	<b>23,38</b>	3,74	3,86	7,74	11,02	13,37	14,31	16,31	17,63	21,85	23,91	28,71	<b>5,28</b>
<b>a1b0</b>	<b>27,12</b>		0,12	4,00	7,28	9,63	10,57	12,57	13,89	18,11	20,17	24,97	
<b>a2b0</b>	<b>27,24</b>			3,88	7,16	9,51	10,45	12,45	13,77	17,99	20,05	24,84	
<b>a0b1</b>	<b>31,12</b>				3,28	5,63	6,57	8,57	9,89	14,11	16,17	20,96	
<b>a1b1</b>	<b>34,40</b>					2,35	3,29	5,29	6,61	10,84	12,89	17,69	
<b>a2b1</b>	<b>36,75</b>						0,94	2,94	4,26	8,48	10,54	15,33	
<b>a1b2</b>	<b>37,69</b>							2,00	3,32	7,55	9,60	14,40	
<b>a0b2</b>	<b>39,69</b>								1,32	5,54	7,60	12,39	
<b>a2b2</b>	<b>41,01</b>									4,22	6,28	11,07	
<b>a0b3</b>	<b>45,23</b>										2,06	6,85	
<b>a1b3</b>	<b>47,29</b>											4,79	
<b>a2b3</b>	<b>52,09</b>												
											<b>A</b>	<b>A</b>	
										<b>B</b>	<b>B</b>		
								<b>C</b>	<b>C</b>				
				<b>E</b>	<b>D</b>	<b>D</b>							
					<b>F</b>								
			<b>G</b>										
		<b>H</b>											
	<b>I</b>												

<b>CME</b>	1,71
<b>n</b>	2
<b>GLE</b>	11
<b>Valor Tabla</b>	5,71
<b>Tukey</b>	5,28

**Tabla B.3.** Análisis de Varianza para Ganancia de Sólidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Razón de Varianza</b>	<b>Ft</b>
<b>Replicas</b>	1	0,0029	0,0029	0,01	4,84
<b>Factor A: (Concentración Jarabe)</b>	2	12,05	6,03	11,92	3,98**
<b>Factor B: (Temperatura)</b>	3	192,19	64,06	126,73	3,59**
<b>Interacción (AB)</b>	6	19,80	3,30	6,53	3,09**
<b>Error</b>	11	5,56	0,51		
<b>Total</b>	23	229,61			

\*\* Significativo  $\alpha = 0,05$



**Tabla B.4.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Ganancia de Sólidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) de la Interacción AB (Concentración-Temperatura) durante la deshidratación osmótica.  
**Interacción AB: Concentración-Temperatura**

	a2b0	a1b0	a0b0	a0b1	a1b1	a2b1	a0b2	a0b3	a2b3	a1b2	a2b2	a1b3	Tukey
<b>Promedios</b>	<b>9,47</b>	<b>9,95</b>	<b>10,78</b>	<b>12,93</b>	<b>13,98</b>	<b>14,30</b>	<b>14,88</b>	<b>15,57</b>	<b>16,27</b>	<b>17,67</b>	<b>17,67</b>	<b>19,50</b>	
<b>a2b0</b>	<b>9,47</b>	0,47	1,31	3,46	4,51	4,83	5,40	6,09	6,79	8,20	8,20	10,03	<b>2,87</b>
<b>a1b0</b>	<b>9,95</b>		0,84	2,98	4,04	4,35	4,93	5,62	6,32	7,72	7,72	9,56	
<b>a0b0</b>	<b>10,78</b>			2,15	3,20	3,51	4,09	4,78	5,48	6,89	6,89	8,72	
<b>a0b1</b>	<b>12,93</b>				1,05	1,37	1,95	2,64	3,34	4,74	4,74	6,57	
<b>a1b1</b>	<b>13,98</b>					0,32	0,89	1,58	2,28	3,69	3,69	5,52	
<b>a2b1</b>	<b>14,30</b>						0,58	1,27	1,97	3,37	3,37	5,20	
<b>a0b2</b>	<b>14,88</b>							0,69	1,39	2,79	2,79	4,62	
<b>a0b3</b>	<b>15,57</b>								0,70	2,10	2,10	3,94	
<b>a2b3</b>	<b>16,27</b>									1,40	1,40	3,23	
<b>a1b2</b>	<b>17,67</b>										0,00	1,83	
<b>a2b2</b>	<b>17,67</b>											1,83	
<b>a1b3</b>	<b>19,50</b>											0,00	
											<b>A</b>	<b>A</b>	
										<b>B</b>	<b>B</b>		
									<b>C</b>				
					<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>					
				<b>E</b>									
		<b>F</b>	<b>F</b>										
	<b>G</b>	<b>G</b>											

<b>CME</b>	0,51
<b>n</b>	2
<b>GLE</b>	11
<b>Valor Tabla</b>	5,71
<b>Tukey</b>	2,87

**Tabla B.5.** Análisis de Varianza para Pérdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Razón de Varianza</b>	<b>Ft</b>
<b>Replicas</b>	1	1,10	1,10	0,38	4,84
<b>Factor A: (Concentración Jarabe)</b>	2	123,51	61,76	21,13	3,98**
<b>Factor B: (Temperatura)</b>	3	2949,96	983,32	336,39	3,59**
<b>Interacción (AB)</b>	6	16,02	2,67	0,91	3,09
<b>Error</b>	11	32,15	2,92		
<b>Total</b>	23	3122,74			

\*\* Significativo  $\alpha = 0,05$

**Tabla B.6.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor A (Concentración) durante la deshidratación osmótica.

**Factor A: Concentración**

	<b>a0</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	
<b>Promedios</b>	<b>48,25</b>	<b>51,90</b>	<b>53,70</b>	<b>Tukey</b>
<b>a0</b>	<b>48,25</b>	3,65	5,45	<b>2,31</b>
<b>a1</b>	<b>51,90</b>		1,80	
<b>a2</b>	<b>53,70</b>			
			<b>A</b>	
	<b>B</b>	<b>B</b>		

<b>CME</b>	2,92
<b>n</b>	8
<b>GLE</b>	11
<b>Valor Tabla</b>	3,82
<b>Tukey</b>	2,31

**Tabla B.7.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor B (Temperatura) durante la deshidratación osmótica.

**Factor B: Temperatura**

		<b>b0</b>	<b>b1</b>	<b>b2</b>	<b>b3</b>	
	<b>Promedios</b>	<b>25,91</b>	<b>34,09</b>	<b>39,46</b>	<b>48,2</b>	<b>Tukey</b>
<b>b0</b>	<b>25,91</b>		8,18	13,55	22,29	<b>2,97</b>
<b>b1</b>	<b>34,09</b>			5,37	14,11	
<b>b2</b>	<b>39,46</b>				8,74	
<b>b3</b>	<b>48,2</b>				0,00	
<b>A</b>						
<b>B</b>						
<b>C</b>						
<b>D</b>						

<b>CME</b>	2,92
<b>n</b>	6
<b>GLE</b>	11
<b>Valor Tabla</b>	4,26
<b>Tukey</b>	2,97

**Tabla B.8.** Análisis de Varianza para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Razón de Varianza</b>	<b>Ft</b>
<b>Replicas</b>	1	0,30	0,30	0,21	4,84
<b>Factor A: (Concentración Jarabe)</b>	2	24,43	12,21	8,53	3,98**
<b>Factor B: (Temperatura)</b>	3	168,02	56,01	39,10	3,59**
<b>Interacción (AB)</b>	6	12,40	2,07	1,44	3,09
<b>Error</b>	11	15,76	1,43		
<b>Total</b>	23	220,90			

\*\* Significativo  $\alpha = 0,05$

**Tabla B.9.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor A (Concentración) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Factor A: Concentración**

		a0	a1	a2	
	<b>Promedios</b>	<b>11,06</b>	<b>11,84</b>	<b>13,48</b>	<b>Tukey</b>
<b>a0</b>	<b>11,06</b>		0,78	2,42	<b>1,62</b>
<b>a1</b>	<b>11,84</b>			1,64	
<b>a2</b>	<b>13,48</b>			0,00	
			<b>A</b>	<b>A</b>	
		<b>B</b>			

<b>CME</b>	1,43
<b>n</b>	8
<b>GLE</b>	11
<b>Valor Tabla</b>	3,82
<b>Tukey</b>	1,62

**Tabla B.10.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Peso (g/100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor B (Temperatura) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Factor B: Temperatura**

		b0	b1	b2	b3	
	<b>Promedios</b>	<b>8,49</b>	<b>11,76</b>	<b>12,31</b>	<b>15,95</b>	<b>Tukey</b>
<b>b0</b>	8,49		3,27	3,82	7,46	<b>2,08</b>
<b>b1</b>	11,76			0,55	4,19	
<b>b2</b>	12,31				3,64	
<b>b3</b>	15,95				0,00	
					<b>A</b>	
		<b>B</b>	<b>B</b>			
	<b>C</b>					

<b>CME</b>	1,43
<b>n</b>	6
<b>GLE</b>	11
<b>Valor Tabla</b>	4,26
<b>Tukey</b>	2,08

**Tabla B.11.** Análisis de Varianza para Ganancia de Sólidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Razón de Varianza</b>	<b>Ft</b>
<b>Replicas</b>	1	0,5328	0,5328	0,79	4,84
<b>Factor A: (Concentración Jarabe)</b>	2	4,15	2,07	3,07	3,98
<b>Factor B: (Temperatura)</b>	3	2,52	0,84	1,25	3,59
<b>Interacción (AB)</b>	6	16,70	2,78	4,12	3,09**
<b>Error</b>	11	7,42	0,67		
<b>Total</b>	23	31,32			

\*\* Significativo  $\alpha = 0,05$

**Tabla B.12.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Ganancia de Sólidos (g sol./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) de la Interacción AB (Concentración-Temperatura) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Interacción AB: Concentración-Temperatura.**

	a0b3	a0b1	a2b0	a2b2	a2b1	a1b0	a2b3	a1b1	a1b2	a1b3	a0b2	a0b0	Tuk
	5,05	5,39	5,44	5,53	5,77	5,79	5,82	6,10	6,29	7,29	7,62	8,43	
a0b3	5,05	0,34	0,39	0,48	0,72	0,73	0,77	1,05	1,24	2,24	2,57	3,37	3,3
a0b1	5,39		0,05	0,14	0,38	0,40	0,43	0,72	0,90	1,90	2,23	3,04	
a2b0	5,44			0,09	0,33	0,34	0,38	0,66	0,85	1,85	2,18	2,98	
a2b2	5,53				0,24	0,26	0,29	0,58	0,76	1,76	2,09	2,90	
a2b1	5,77					0,01	0,05	0,33	0,52	1,52	1,85	2,65	
a1b0	5,79						0,03	0,32	0,51	1,51	1,83	2,64	
a2b3	5,82							0,28	0,47	1,47	1,80	2,61	
a1b1	6,10								0,19	1,19	1,51	2,32	
a1b2	6,29									1,00	1,33	2,13	
a1b3	7,29										1,33	2,13	
a0b2	7,62											0,81	
a0b0	8,43												
													A
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	

CME            0,67  
n                2  
GLE            11  
Valor  
Tabla           5,71  
Tukey          3,32

**Tabla B.13.** Análisis de Varianza para Pérdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadros Medios</b>	<b>Razón de Varianza</b>	<b>Ft</b>
<b>Replicas</b>	1	0,17	0,17	0,09	4,84
<b>Factor A: (Concentración Jarabe)</b>	2	10,04	5,02	2,78	3,98
<b>Factor B: (Temperatura)</b>	3	188,61	62,87	34,86	3,59**
<b>Interacción (AB)</b>	6	24,78	4,13	2,29	3,09
<b>Error</b>	11	19,84	1,80		
<b>Total</b>	23	243,44			

\*\* Significativo  $\alpha = 0,05$

**Tabla B.14.** Prueba de Comparación Múltiple de Tukey para Pérdida de Agua (g agua./100g.fi) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) del Factor B (Temperatura) durante la deshidratación osmótica en la primera hora del proceso.

**Factor B: Temperatura**

	<b>b0</b>	<b>b1</b>	<b>b2</b>	<b>b3</b>	
<b>Promedios</b>	<b>14,52</b>	<b>17,57</b>	<b>18,72</b>	<b>22,36</b>	<b>Tukey</b>
<b>b0</b>	<b>14,52</b>	3,04	4,20	7,83	<b>2,34</b>
<b>b1</b>	<b>17,57</b>		1,16	4,79	
<b>b2</b>	<b>18,72</b>			3,64	
<b>b3</b>	<b>22,36</b>			0,00	
				<b>A</b>	
		<b>B</b>	<b>B</b>		
	<b>C</b>				

<b>CME</b>	1,80
<b>n</b>	6
<b>GLE</b>	11
<b>Valor Tabla Tukey</b>	4,26
	2,34

**Tabla B.15.** Análisis de Varianza para Coeficientes de Difusividad ( $m^2/s$ ) del Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*).

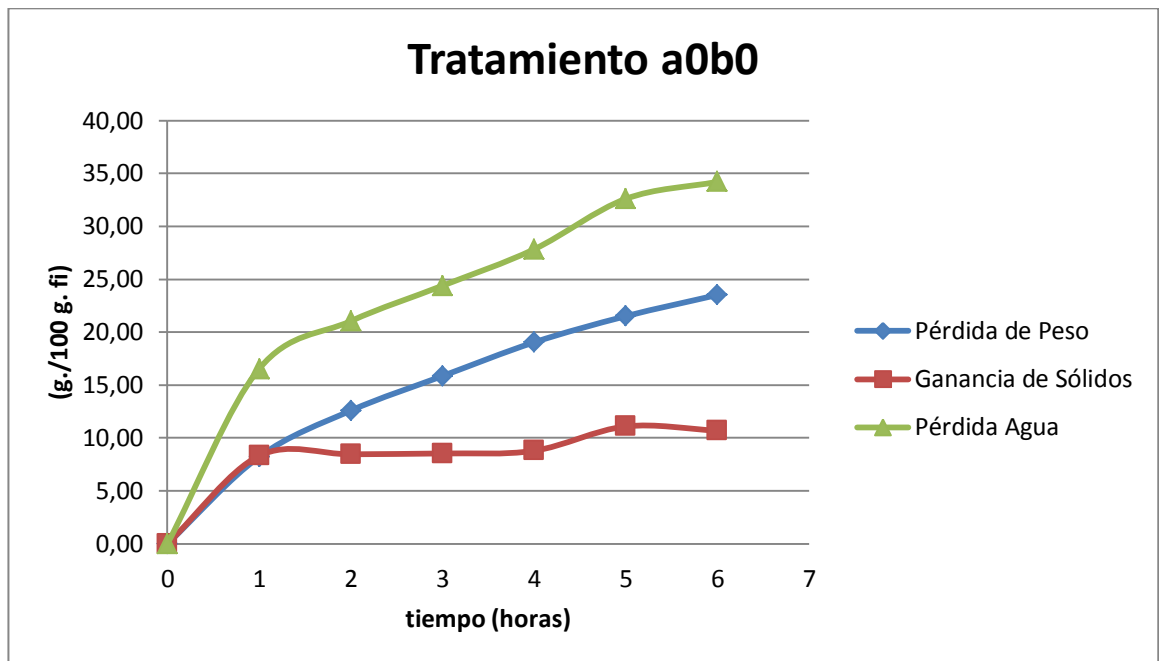
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadros Medios</b>	<b>Razón de Varianza</b>	<b>Ft</b>
<b>Replicas</b>	1	1,98E-23	1,98E-23	0,23	4,84
<b>Factor A: (Concentración Jarabe)</b>	2	1,82E-21	9,12E-22	10,72	3,98**
<b>Factor B: (Temperatura)</b>	3	1,77E-20	5,91E-21	69,44	3,59**
<b>Interacción (AB)</b>	6	2,53E-21	4,22E-22	4,96	3,09**
<b>Error</b>	11	9,37E-22	8,51E-23		
<b>Total</b>	23	2,30E-20			

\*\* Significativo  $\alpha = 0,05$

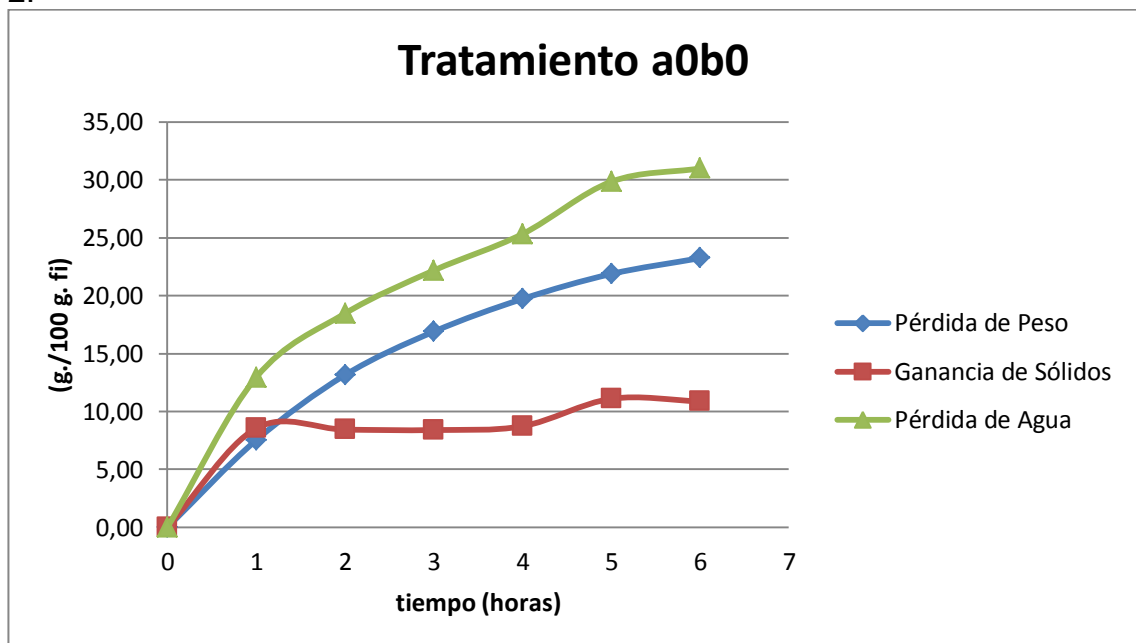


# ANEXO C

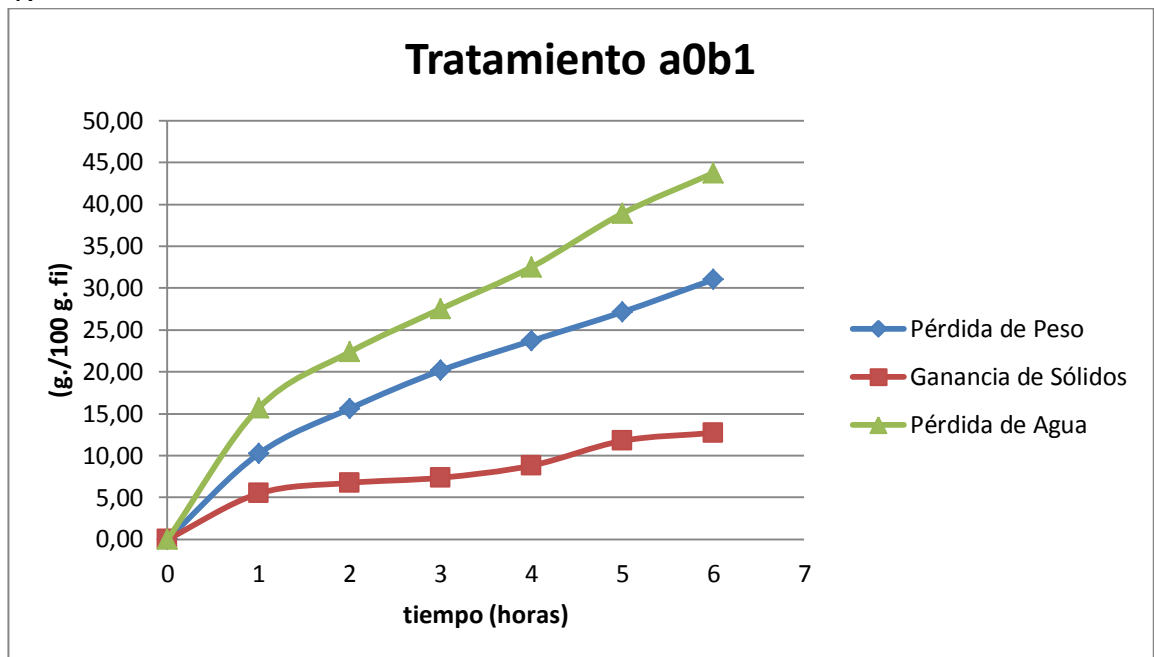
**Figura C.1.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>0</sub> (50°Brix y 25°C) Réplica 1



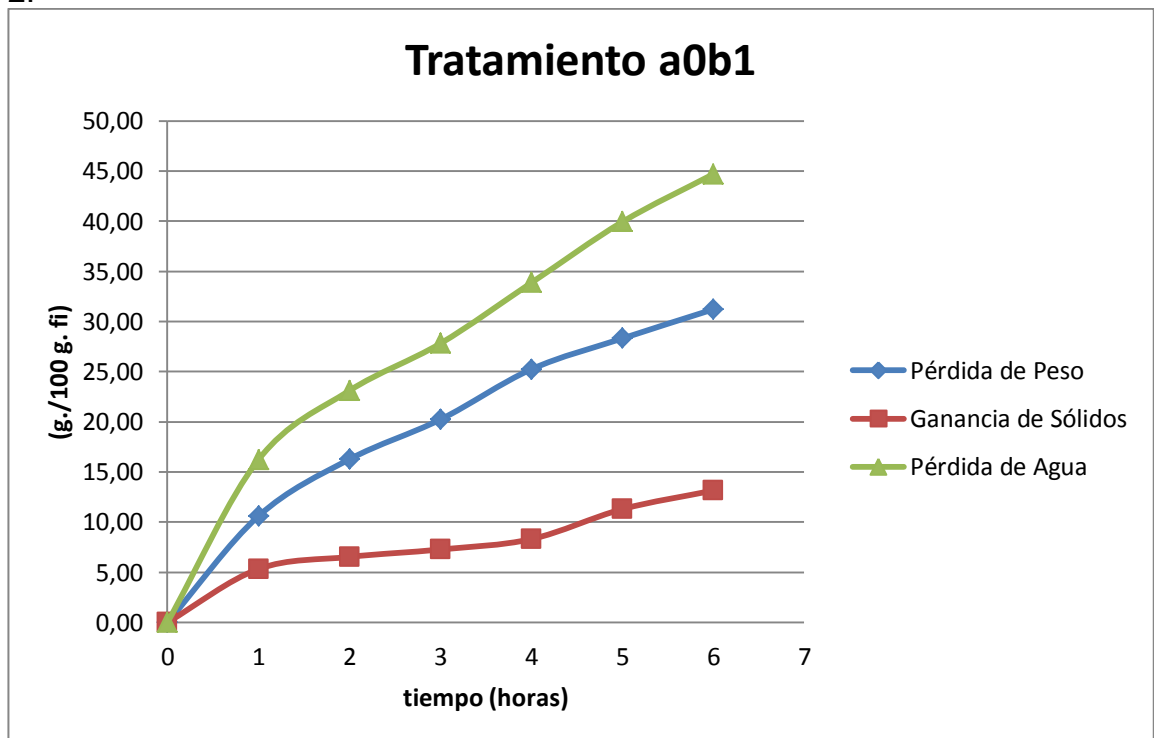
**Figura C.2.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>0</sub> (50°Brix y 25°C) Réplica 2.



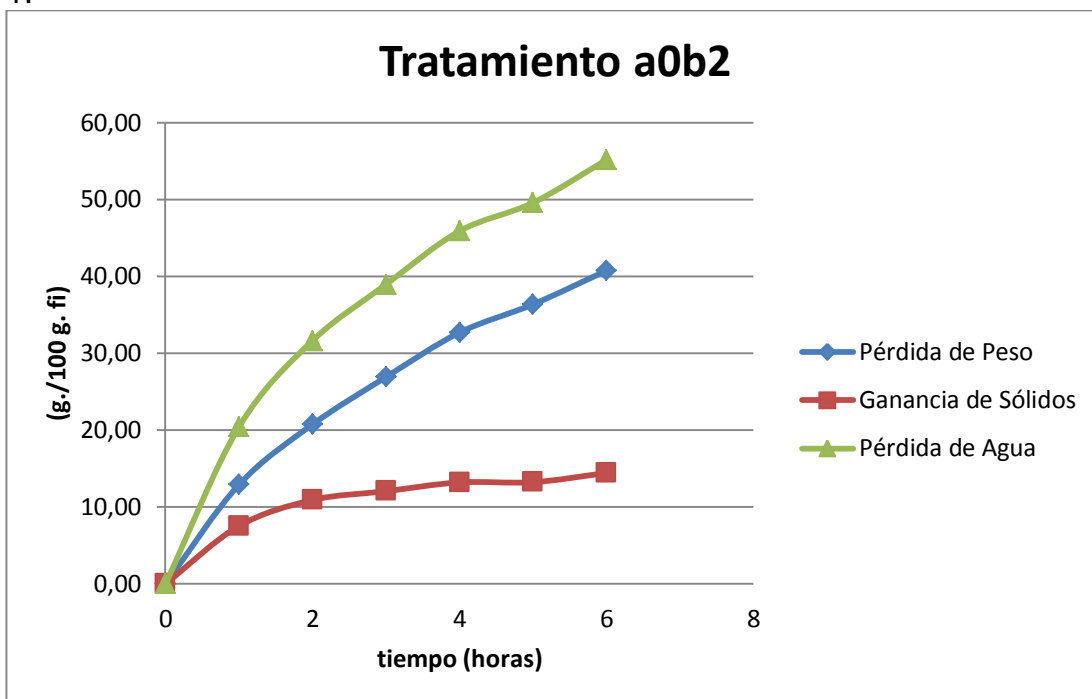
**Figura C.3.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (50°Brix y 35°C) Réplica 1.



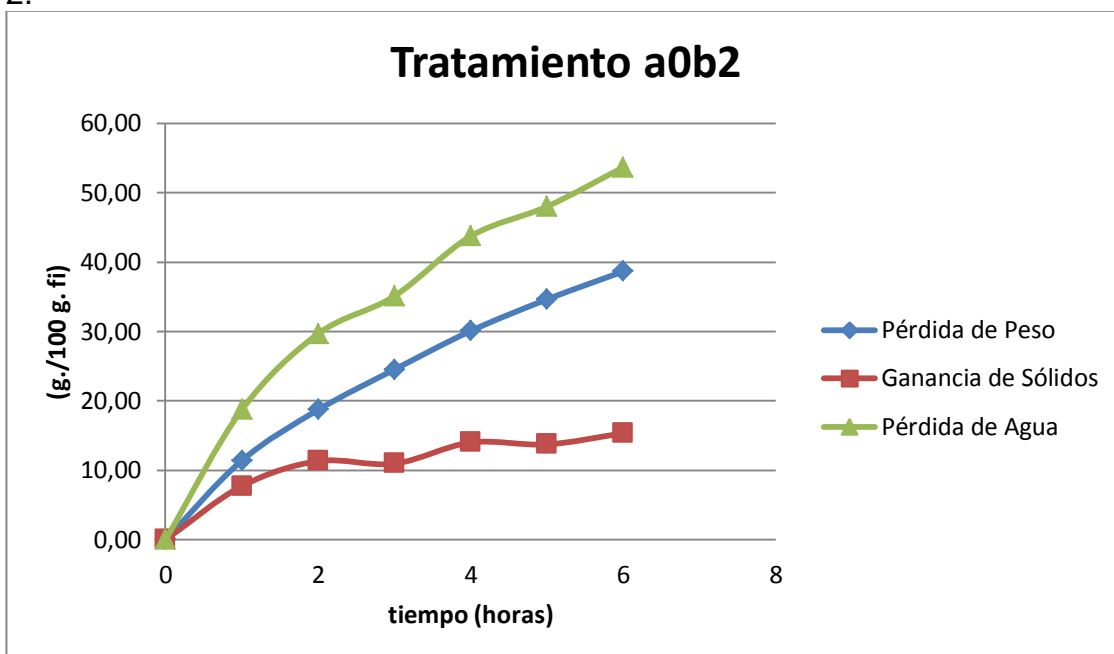
**Figura C.4.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (50°Brix y 35°C) Réplica 2.



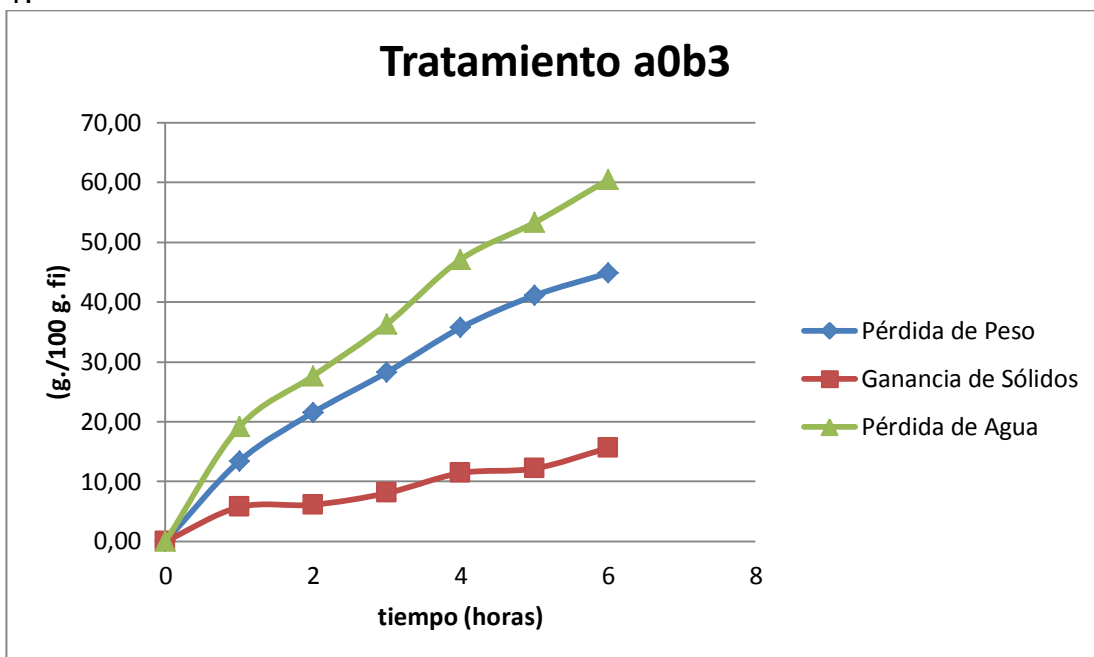
**Figura C.5.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) Réplica 1.



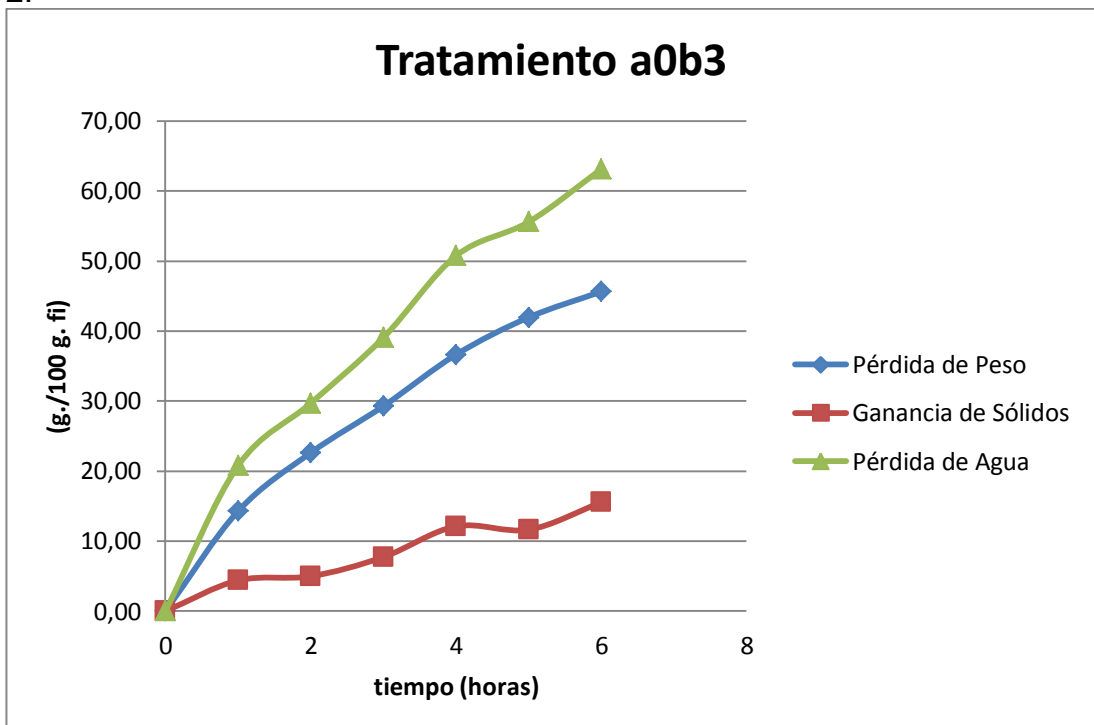
**Figura C.6.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) Réplica 2.



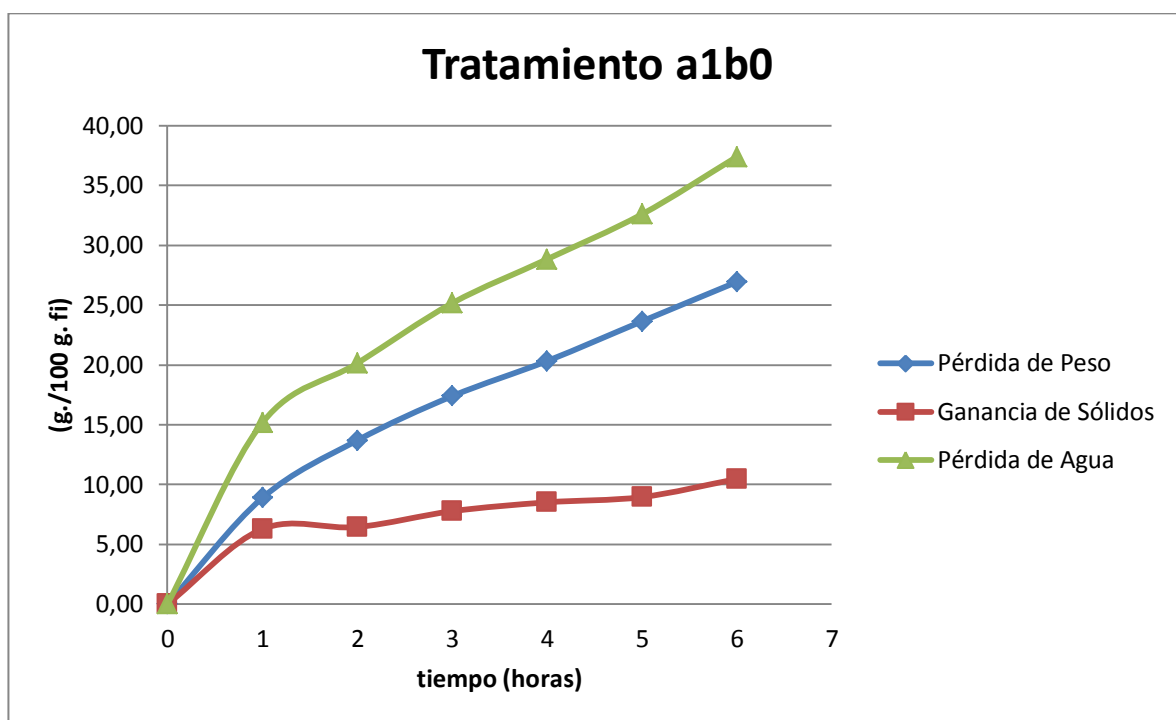
**Figura C.7.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) Réplica 1.



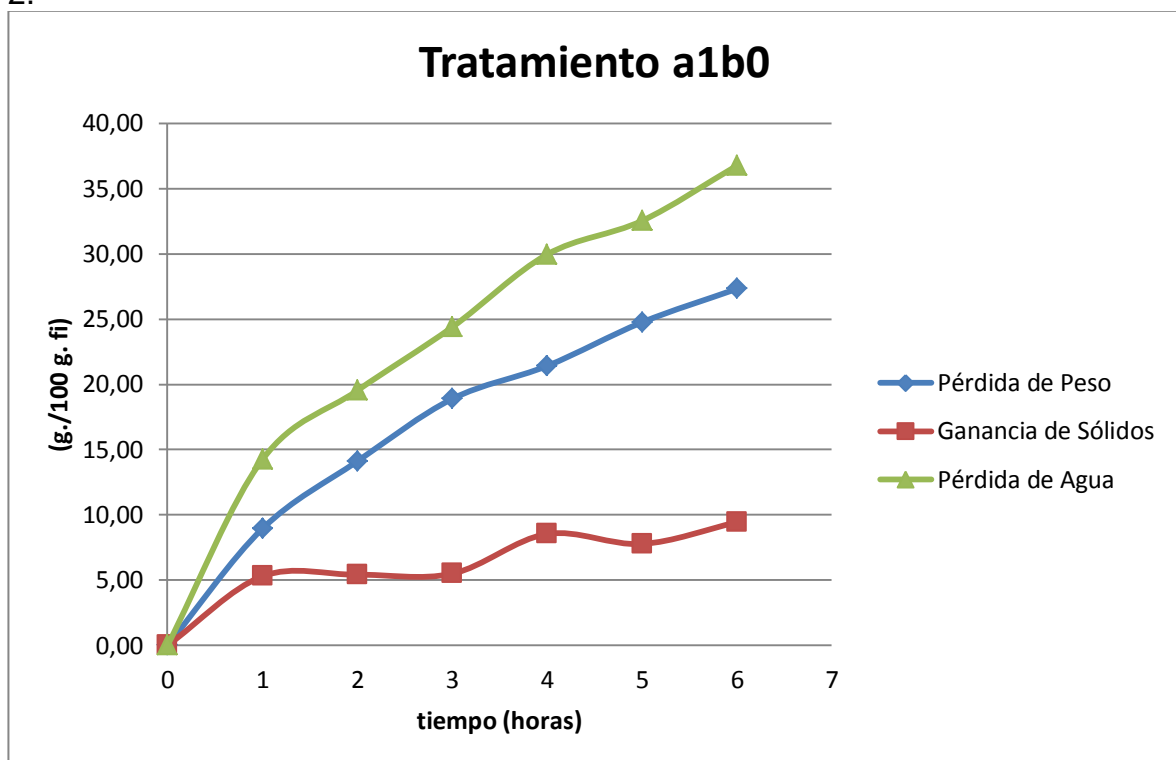
**Figura C.8.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) Réplica 2.



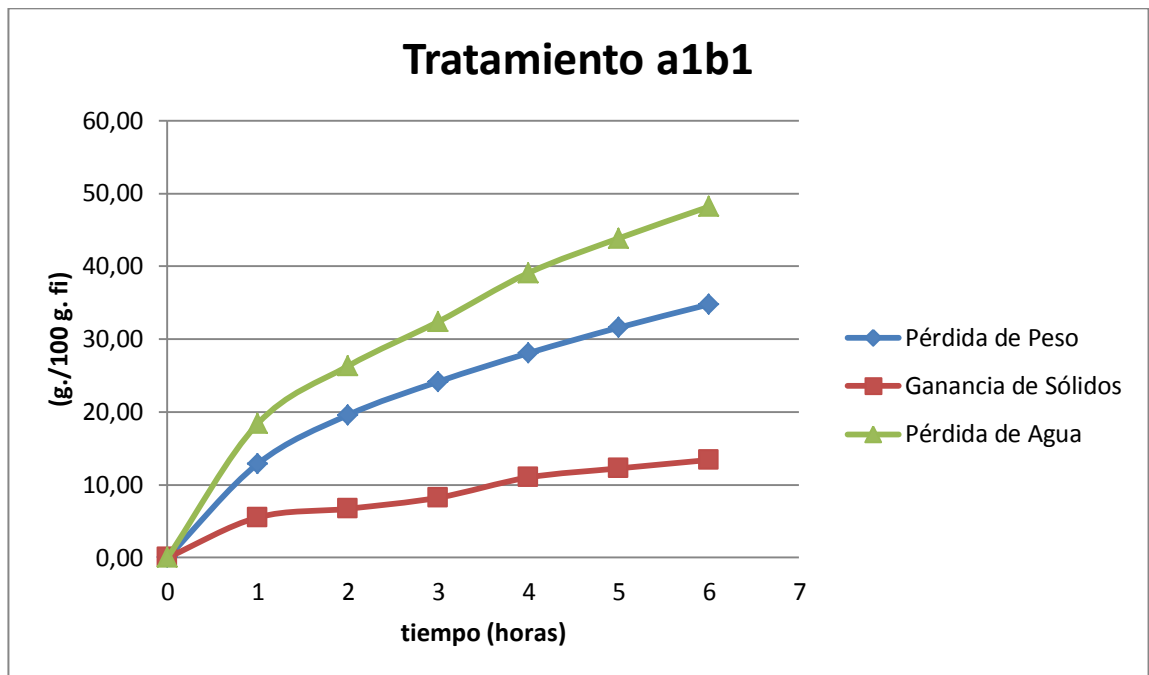
**Figura C.9.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C) Réplica 1



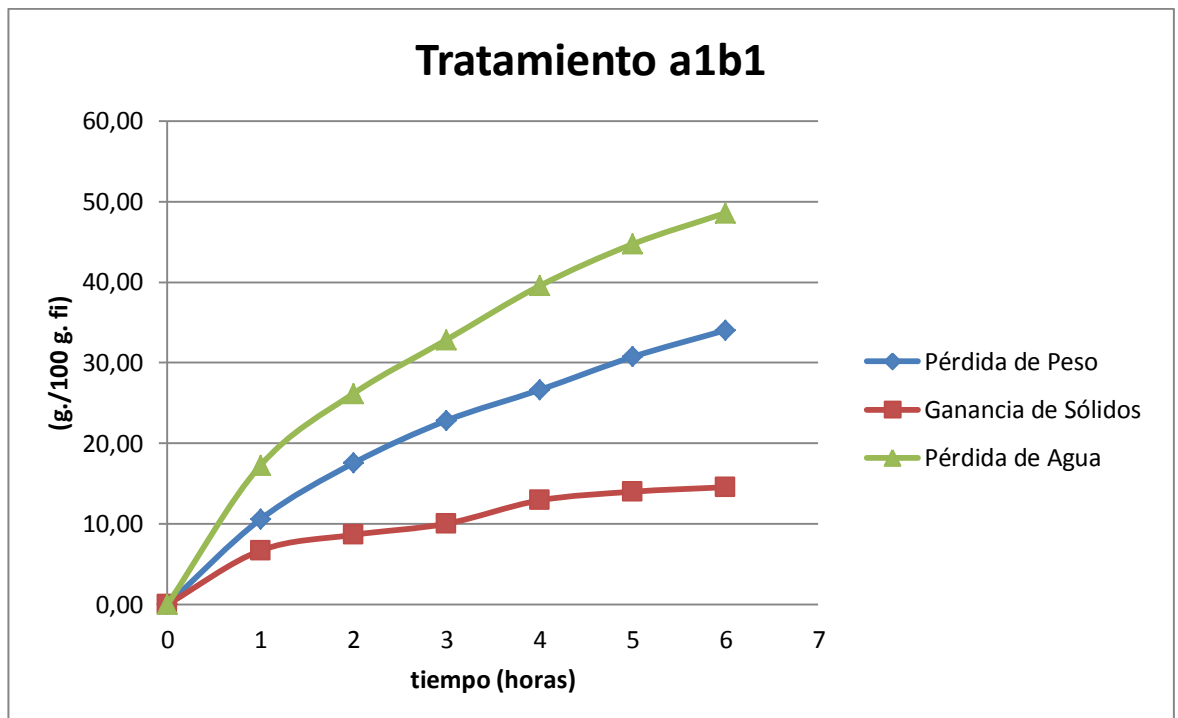
**Figura C.10.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C) Réplica 2.



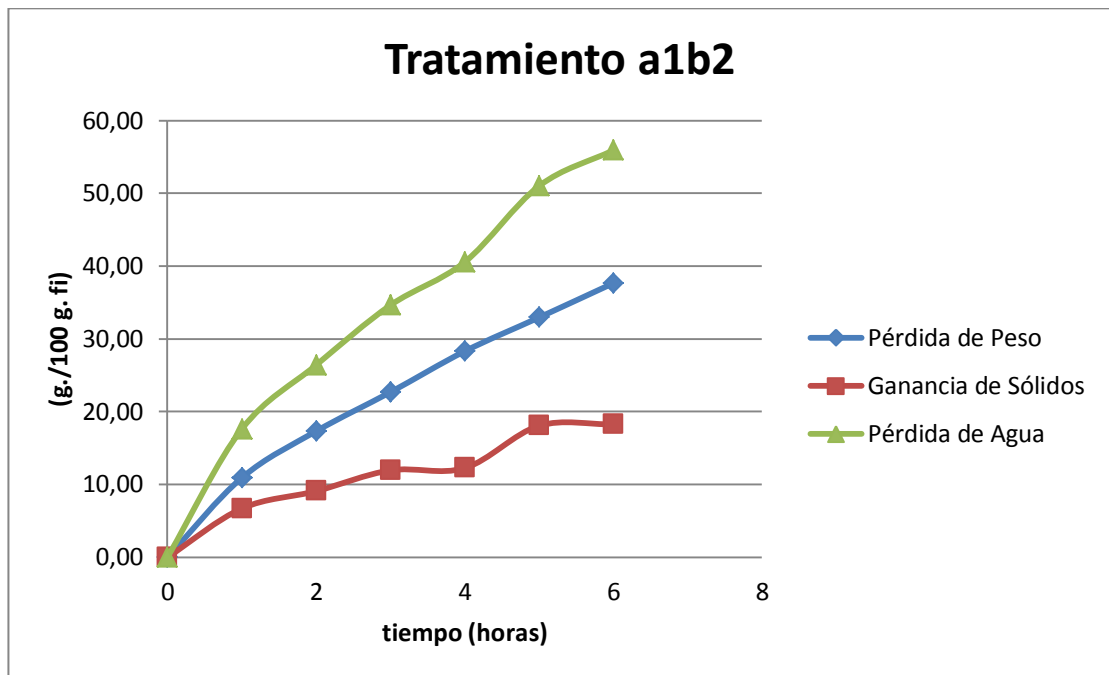
**Figura C.11.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) Réplica 1



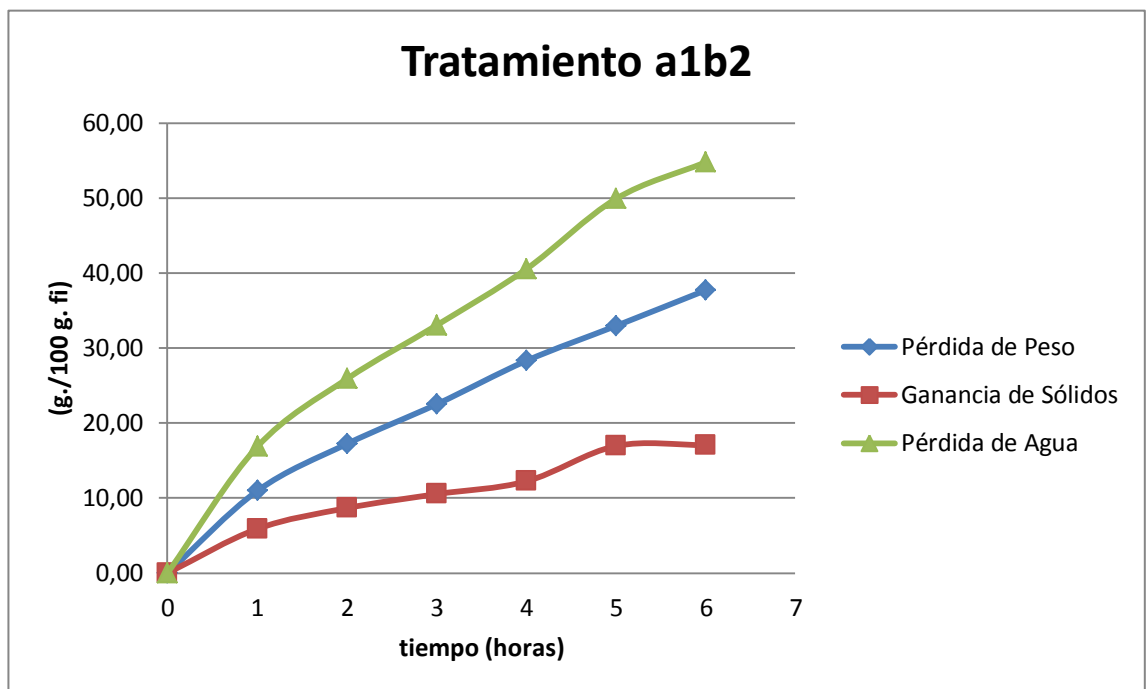
**Figura C.12.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) Réplica 2



**Figura C.13.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 1

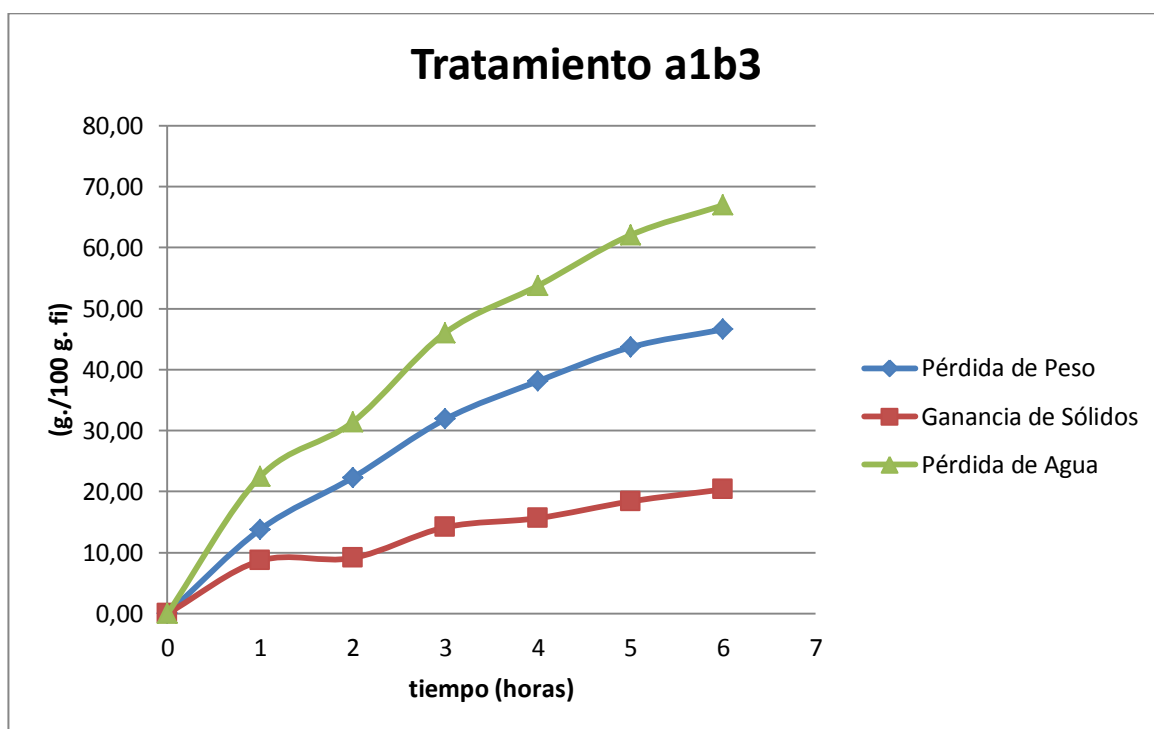


**Figura C.14.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) Réplica 2.

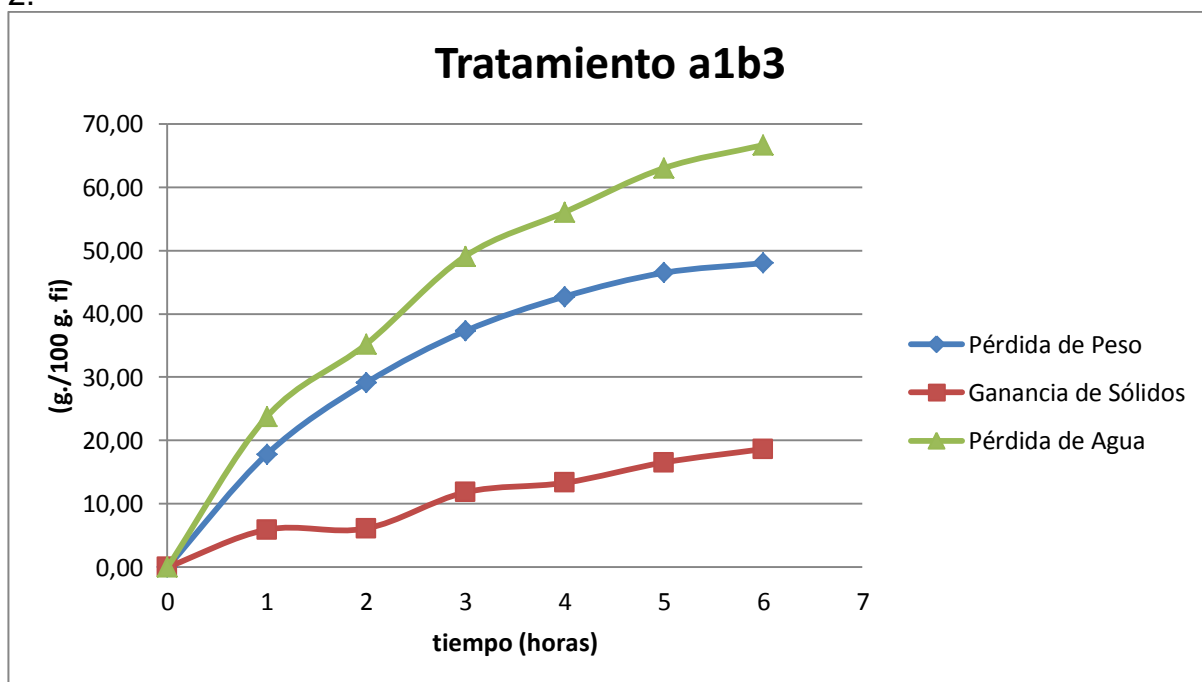




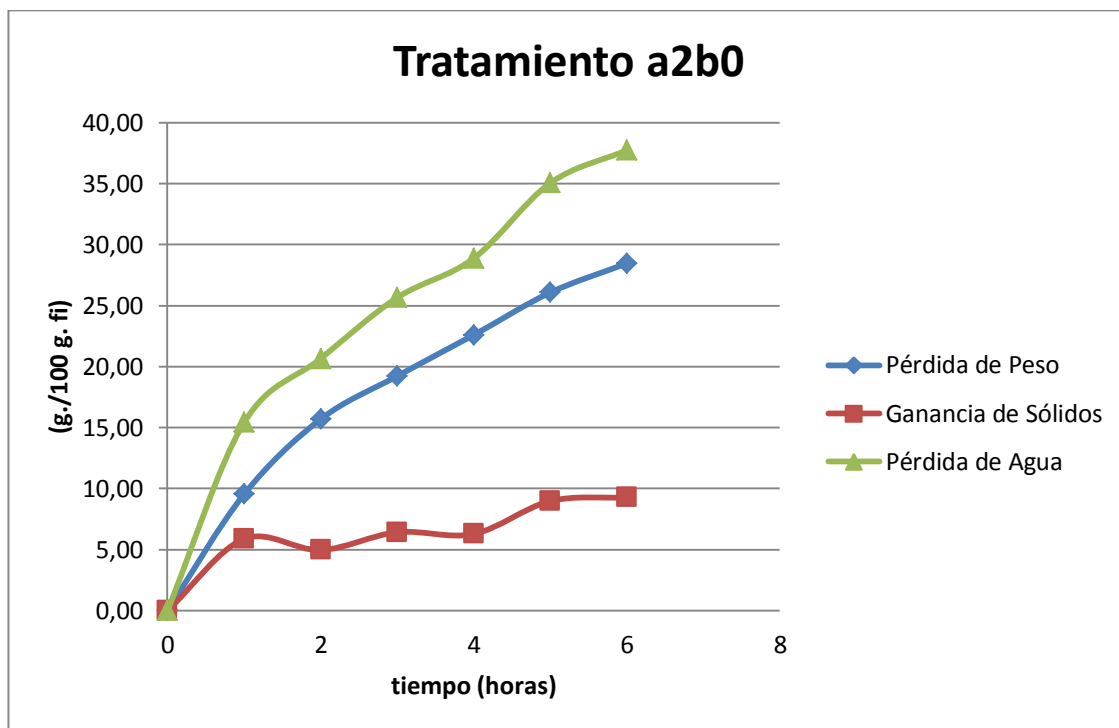
**Figura C.15.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) Réplica 1



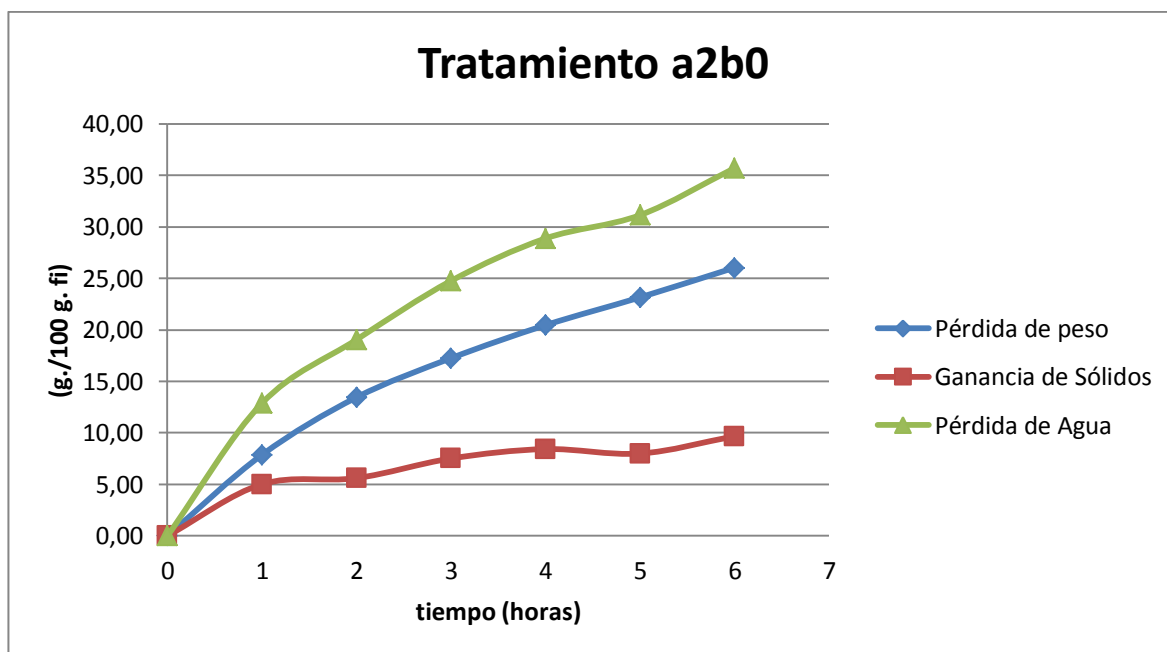
**Figura C.16.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) Réplica 2.



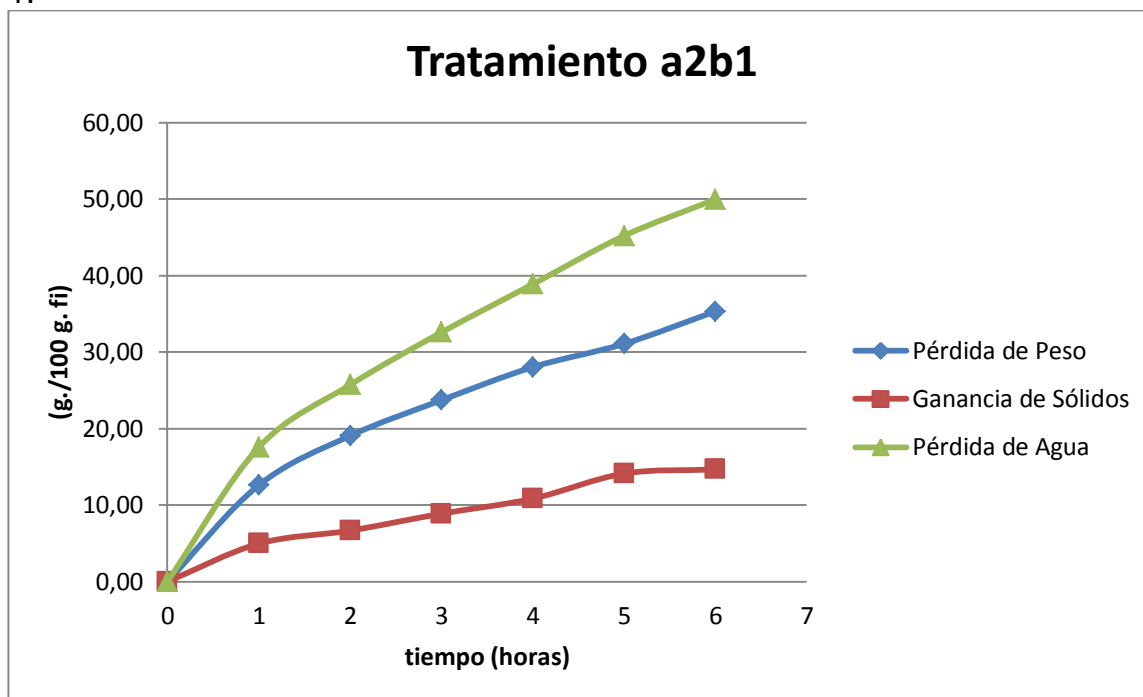
**Figura C.17.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C) Réplica 1



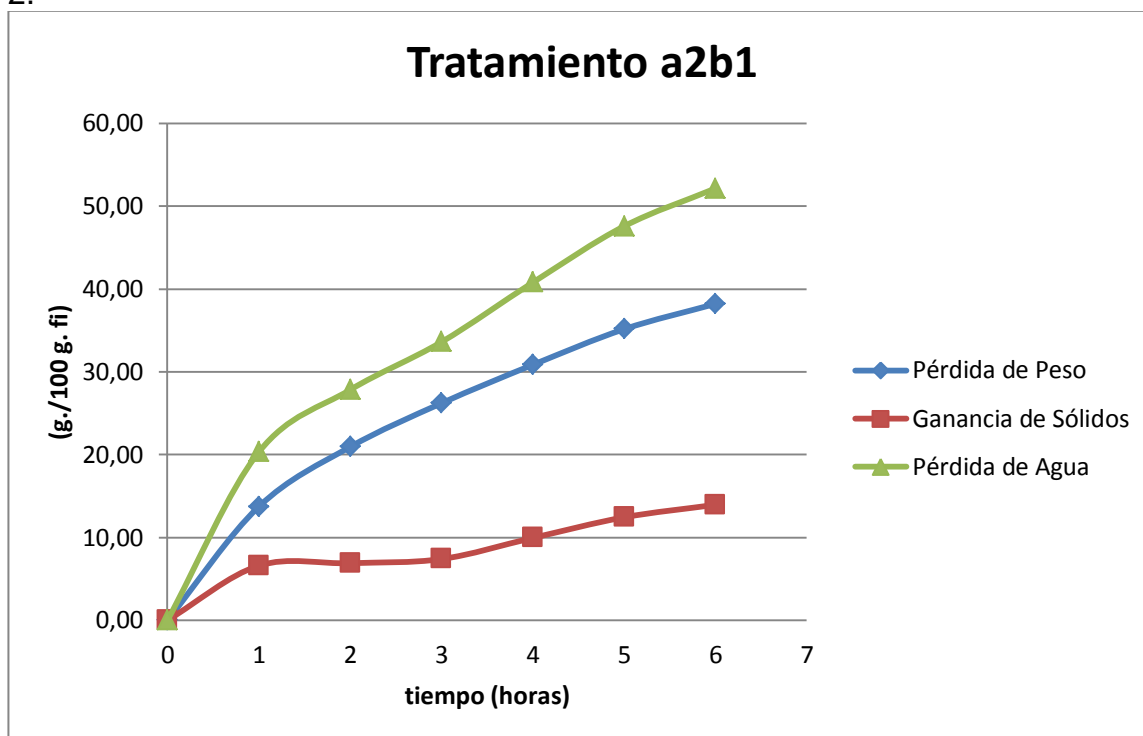
**Figura C.18.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C) Réplica 2



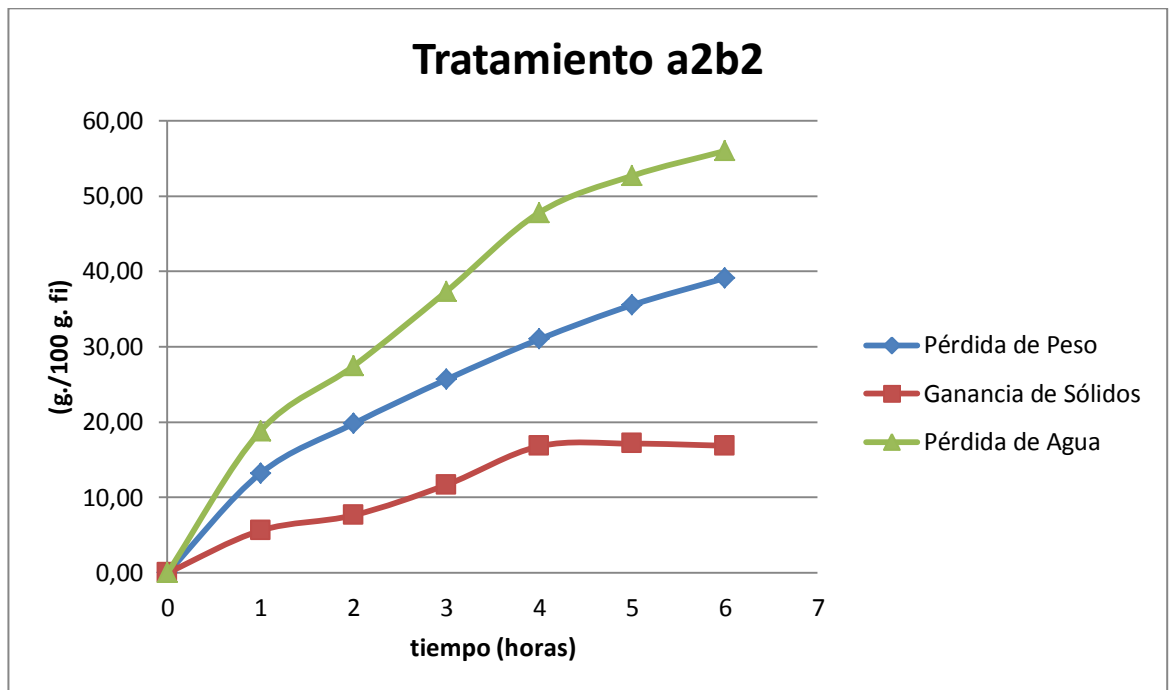
**Figura C.19.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (60°Brix y 35°C) Réplica 1.



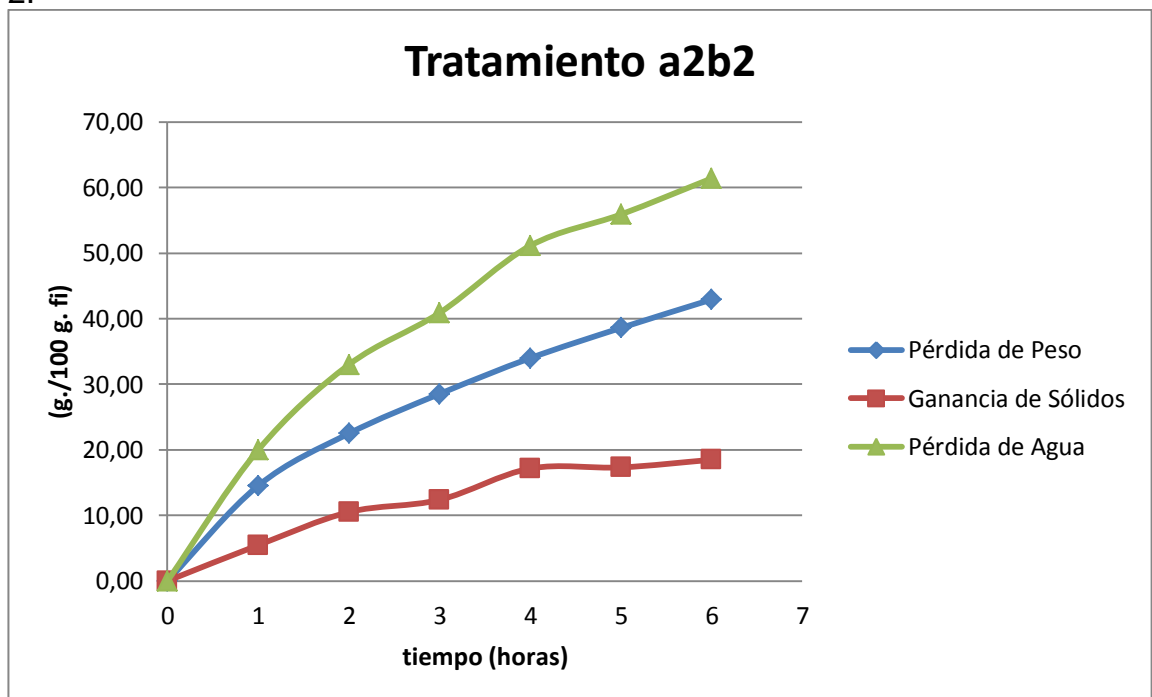
**Figura C.20.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (60°Brix y 35°C) Réplica 2.



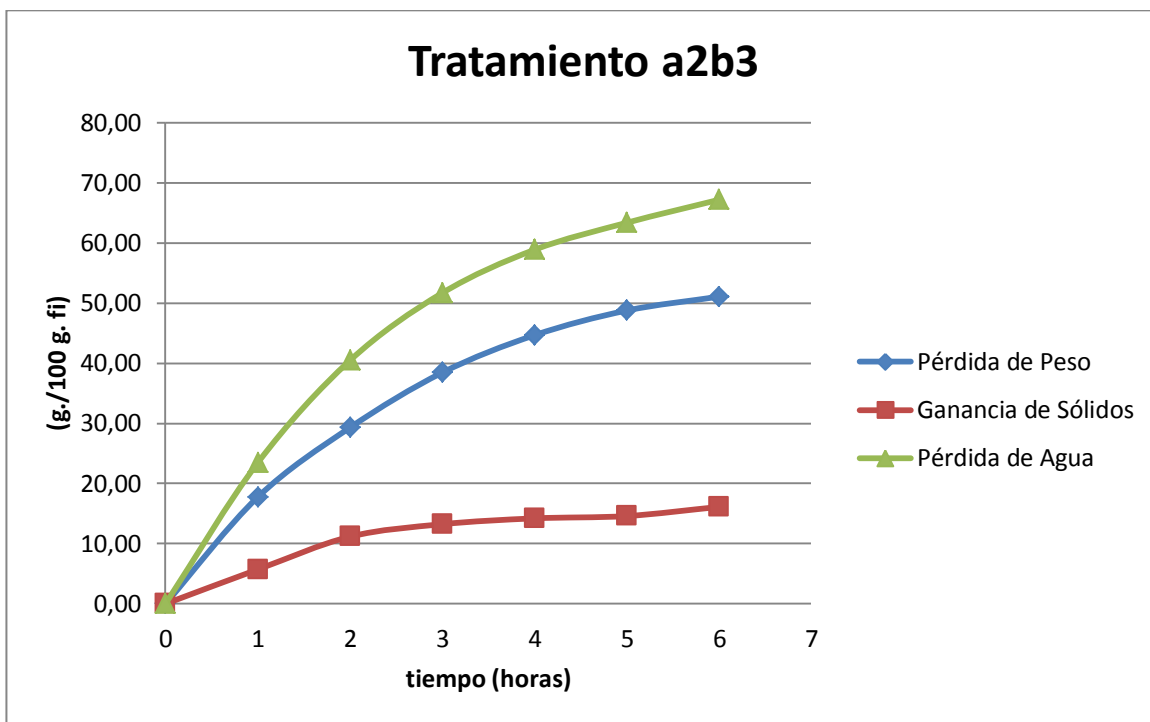
**Figura C.21.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C) Réplica 1



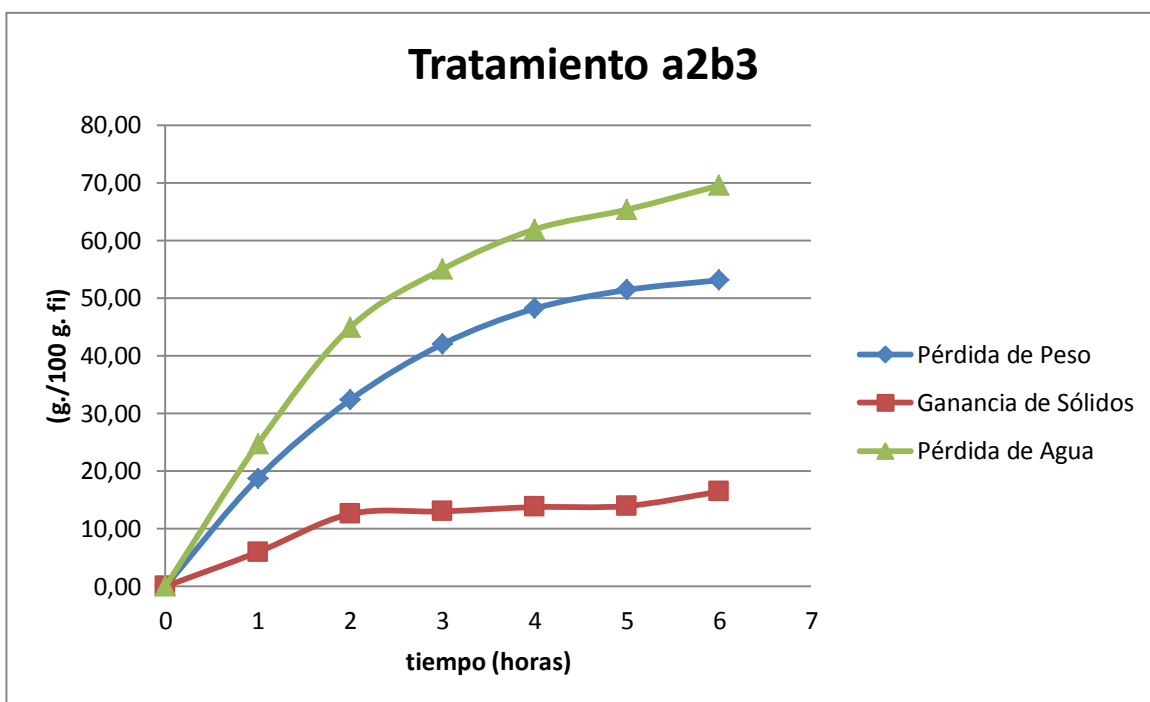
**Figura C.22.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C) Réplica 2.



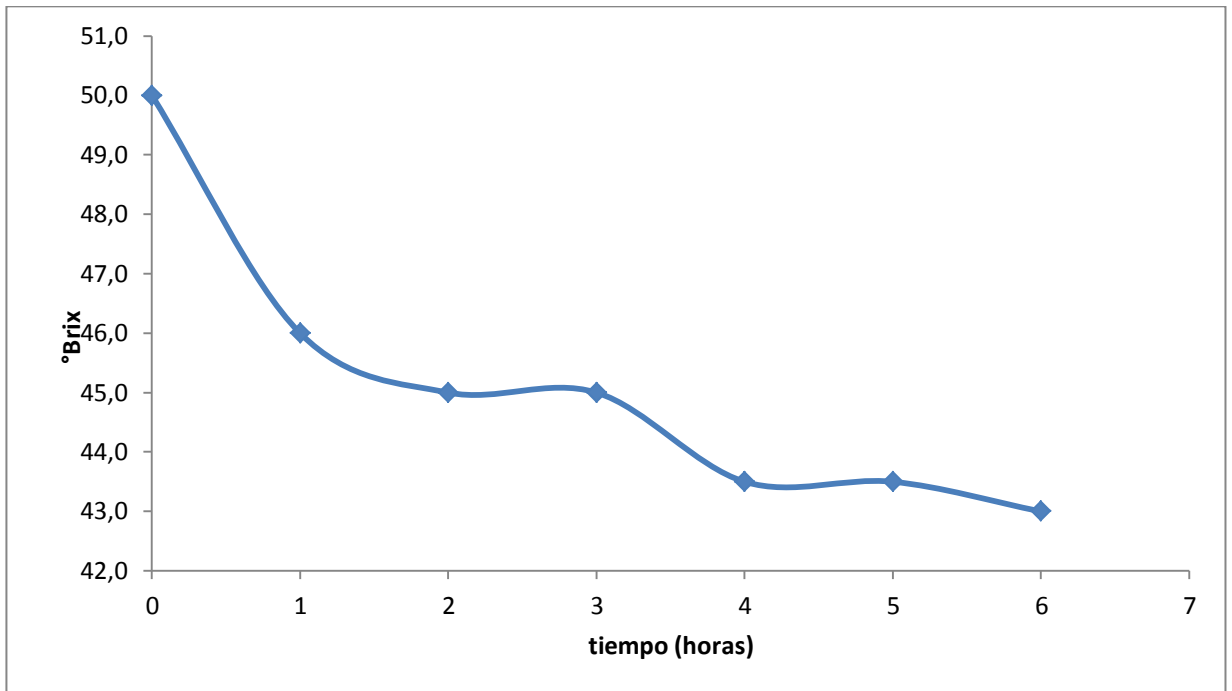
**Figura C.23.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) Réplica 1



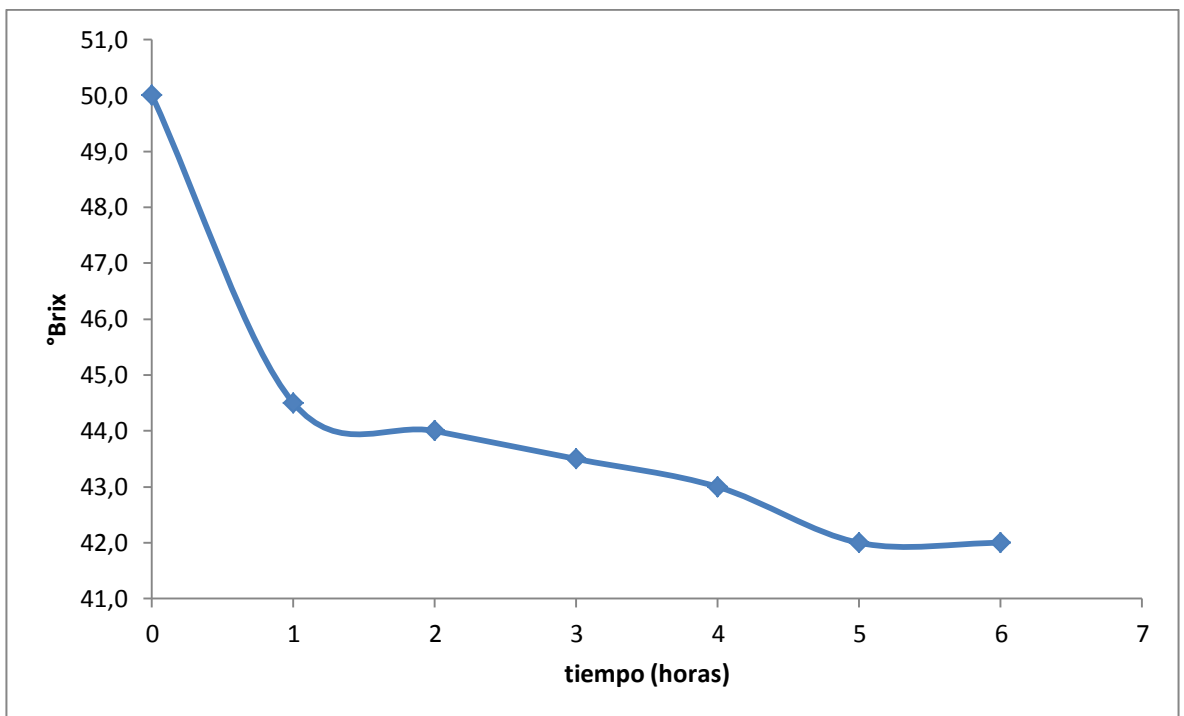
**Figura C.24.** Cinética de Deshidratación Osmótica de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) Réplica 2



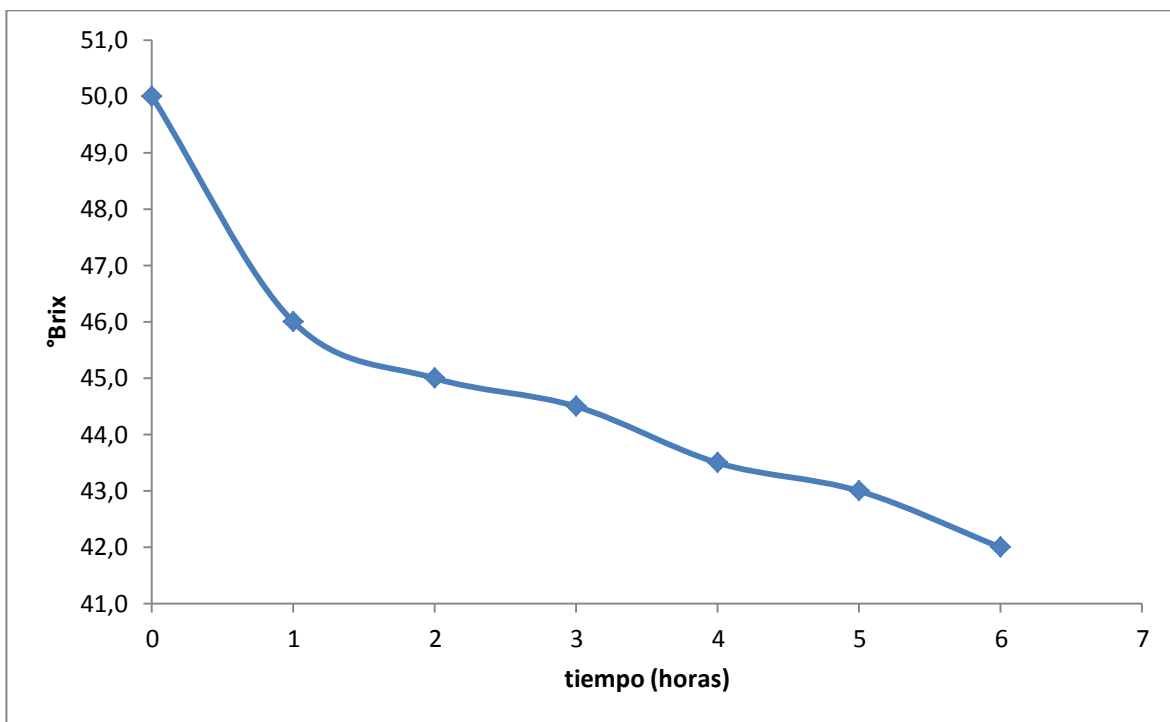
**Figura C.25.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_0$  (50°Brix y 25°C) (Promedios).



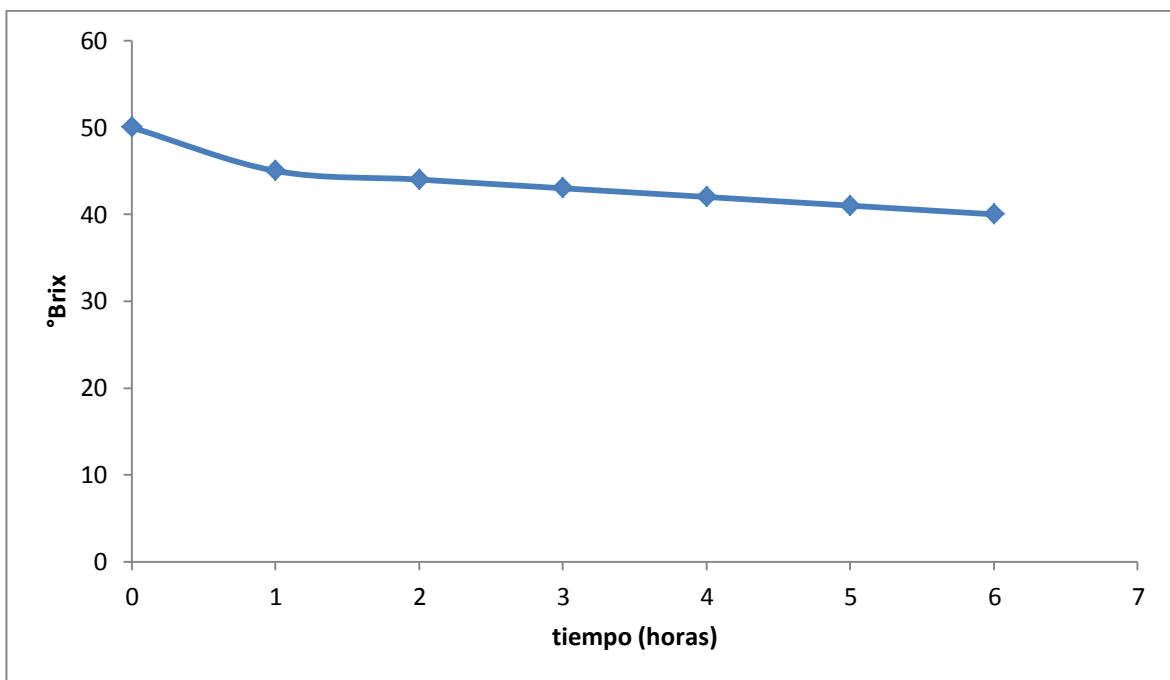
**Figura C.26.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_0b_1$  (50°Brix y 35°C) (Promedios).



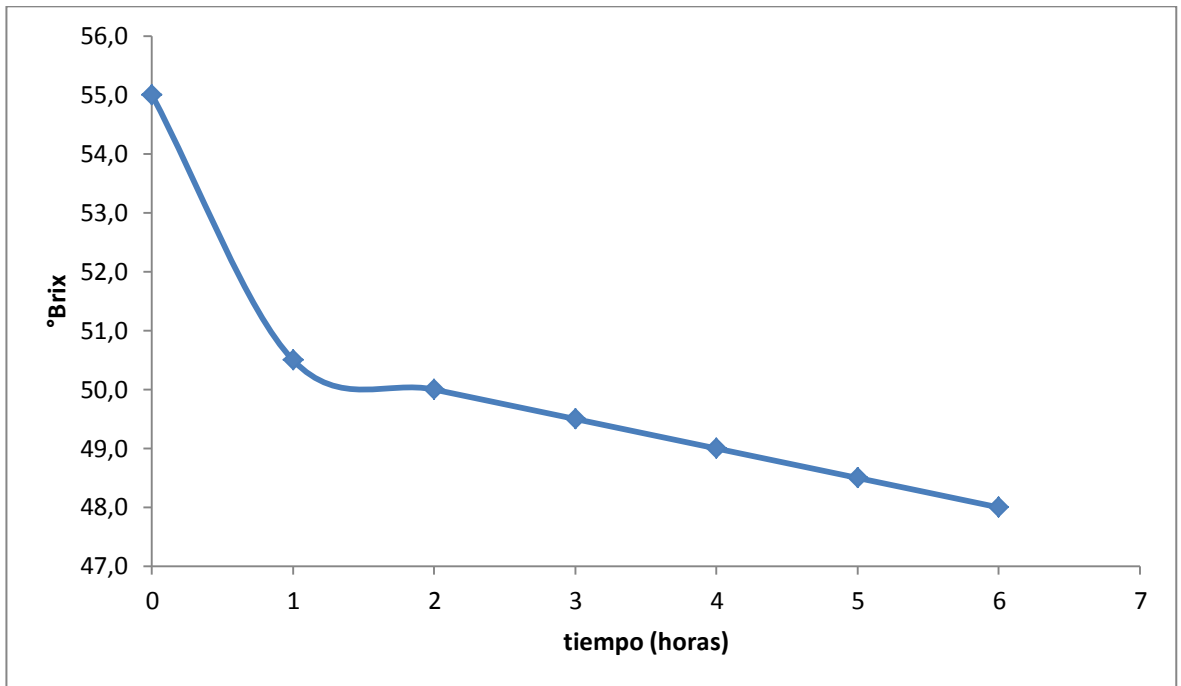
**Figura C.27.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) (Promedios).



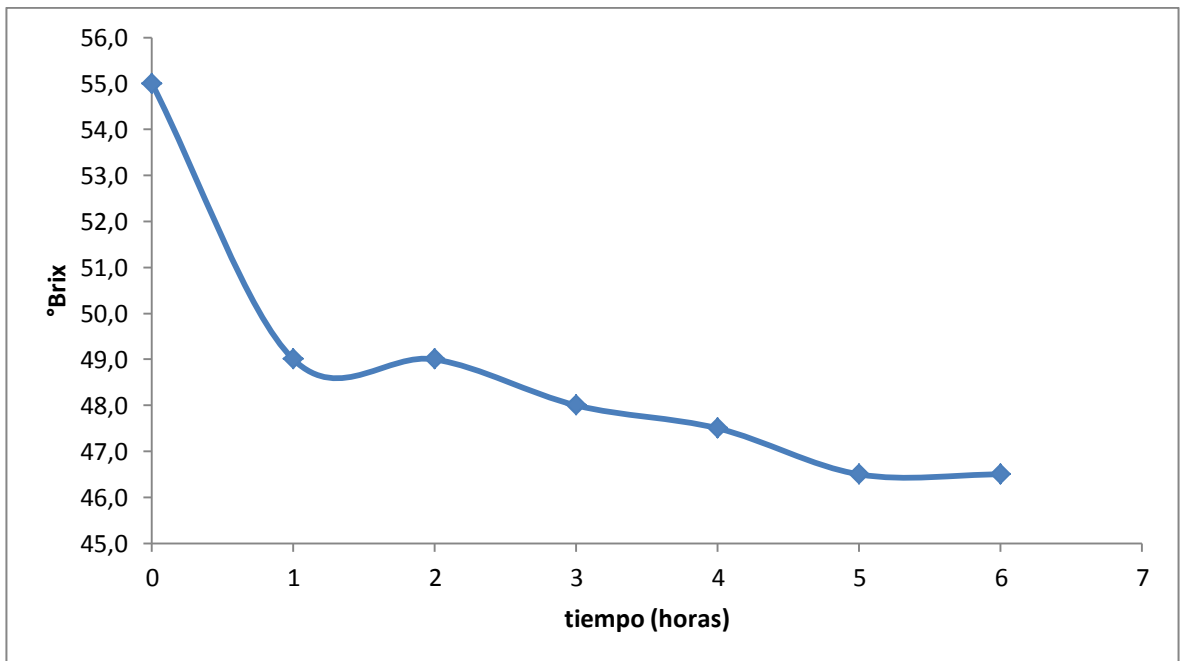
**Figura C.28.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) (Promedios).



**Figura C.29.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_0$  (55°Brix y 25°C) (Promedios).

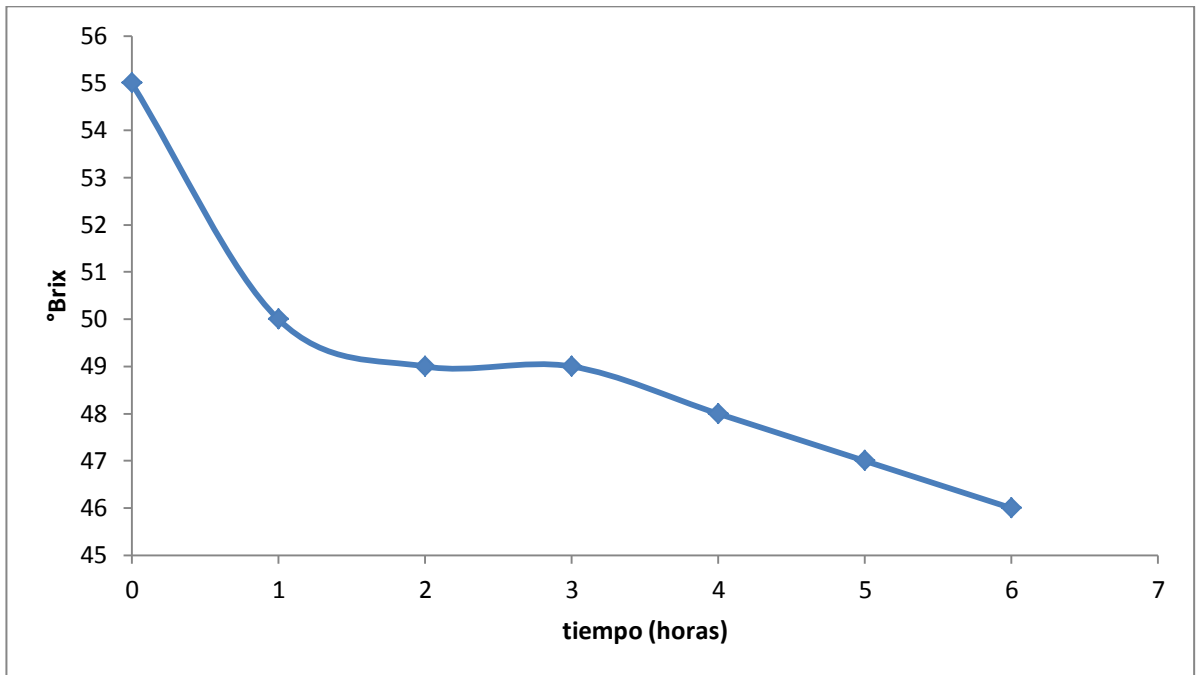


**Figura C.30.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_1b_1$  (55°Brix y 35°C) (Promedios).

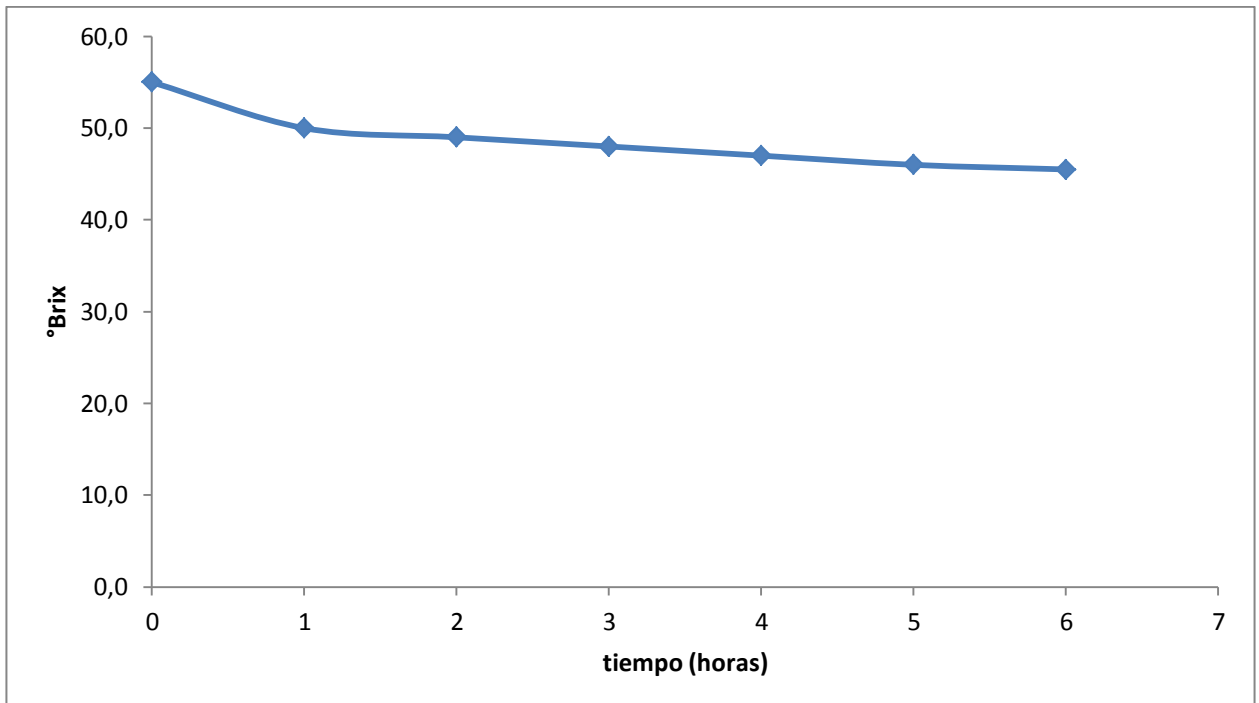




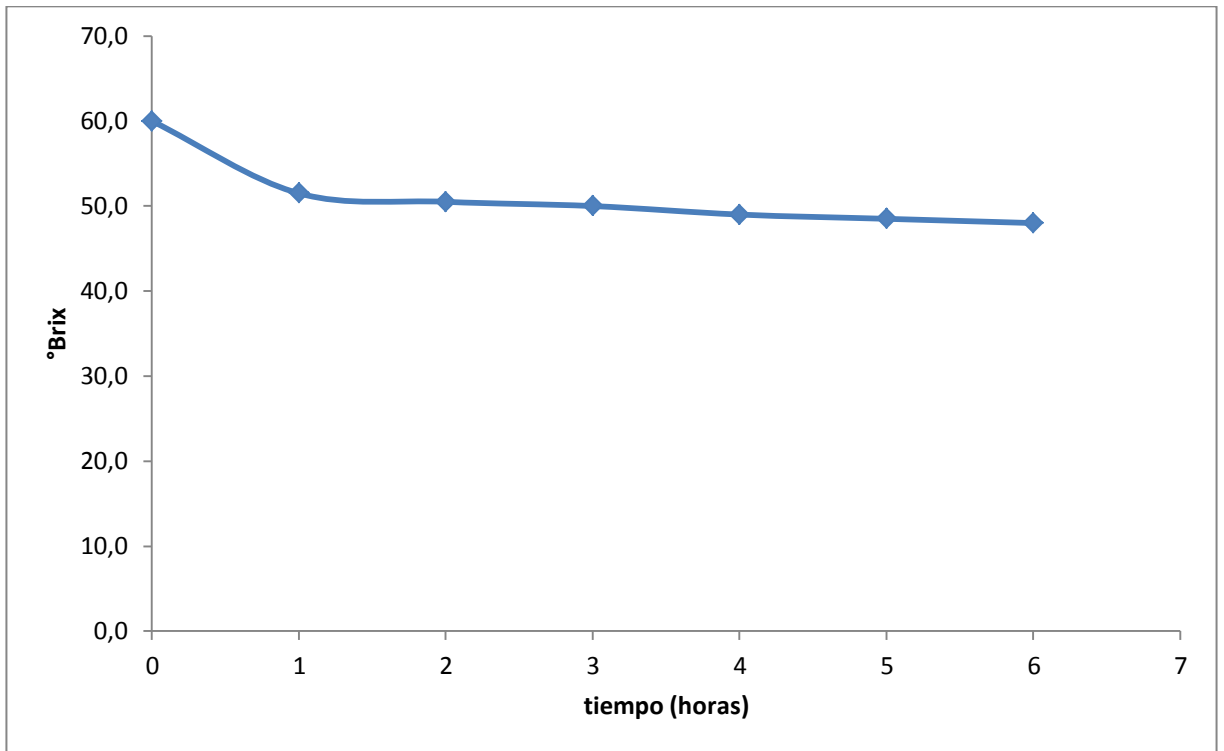
**Figura C.31.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) (Promedios).



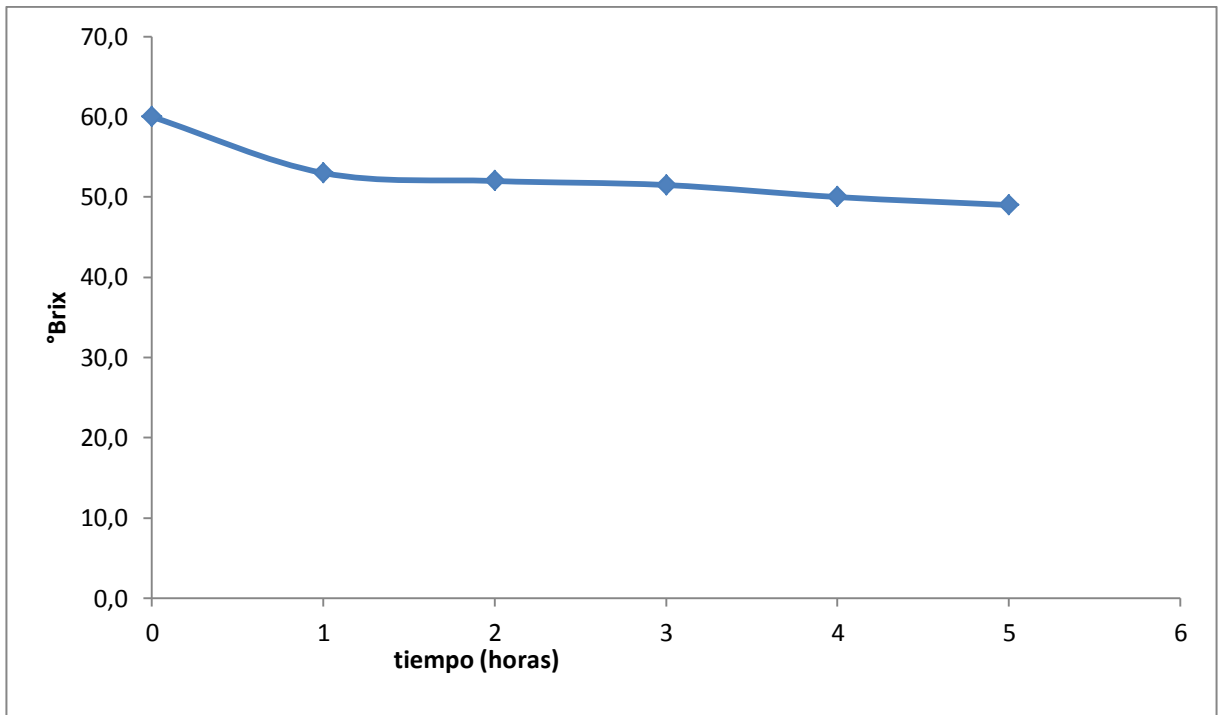
**Figura C.32.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) (Promedios).



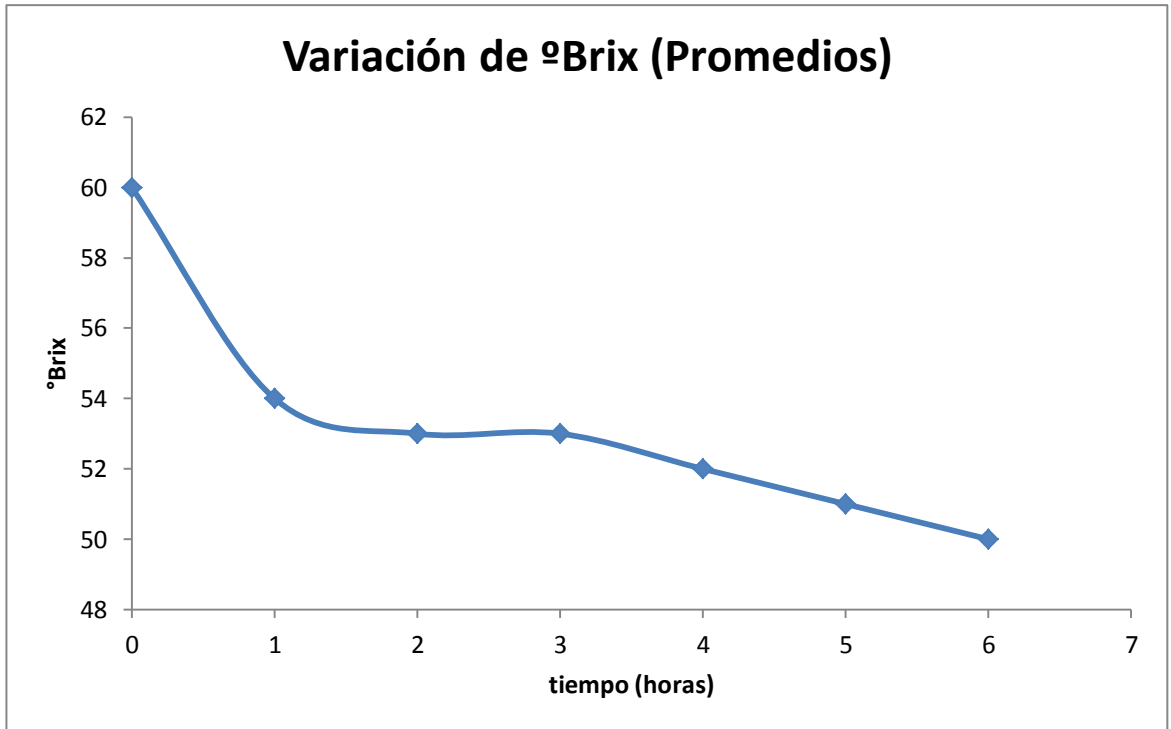
**Figura C.33.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_0$  (60°Brix y 25°C) (Promedios).



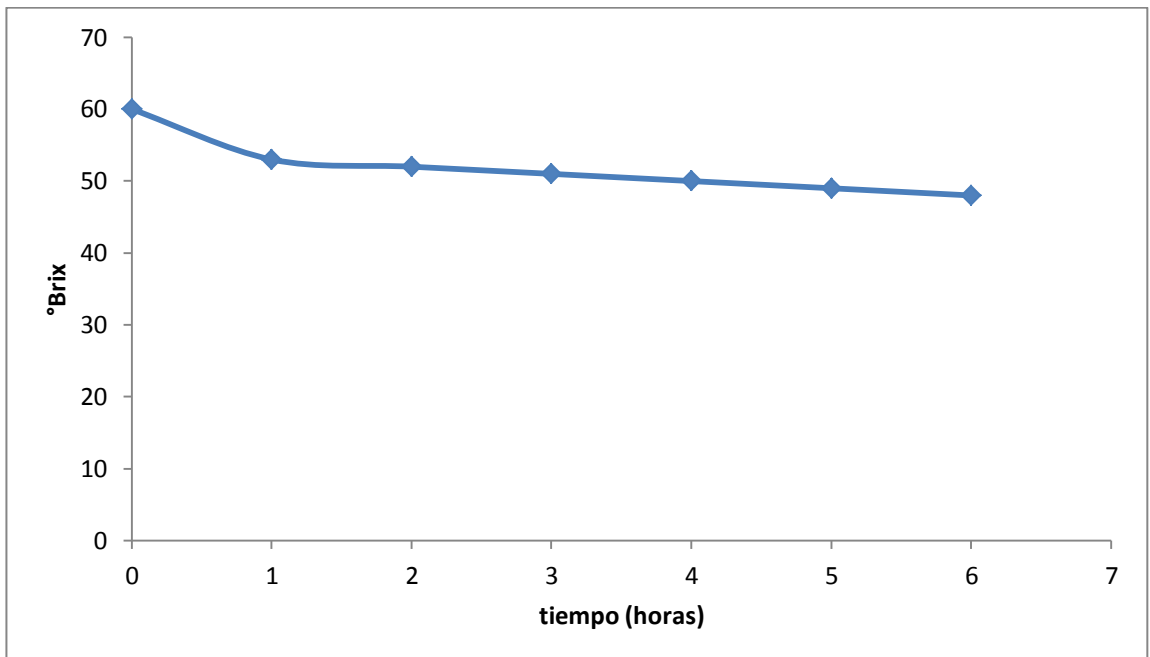
**Figura C.34.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento  $a_2b_1$  (60°Brix y 35°C) (Promedios).



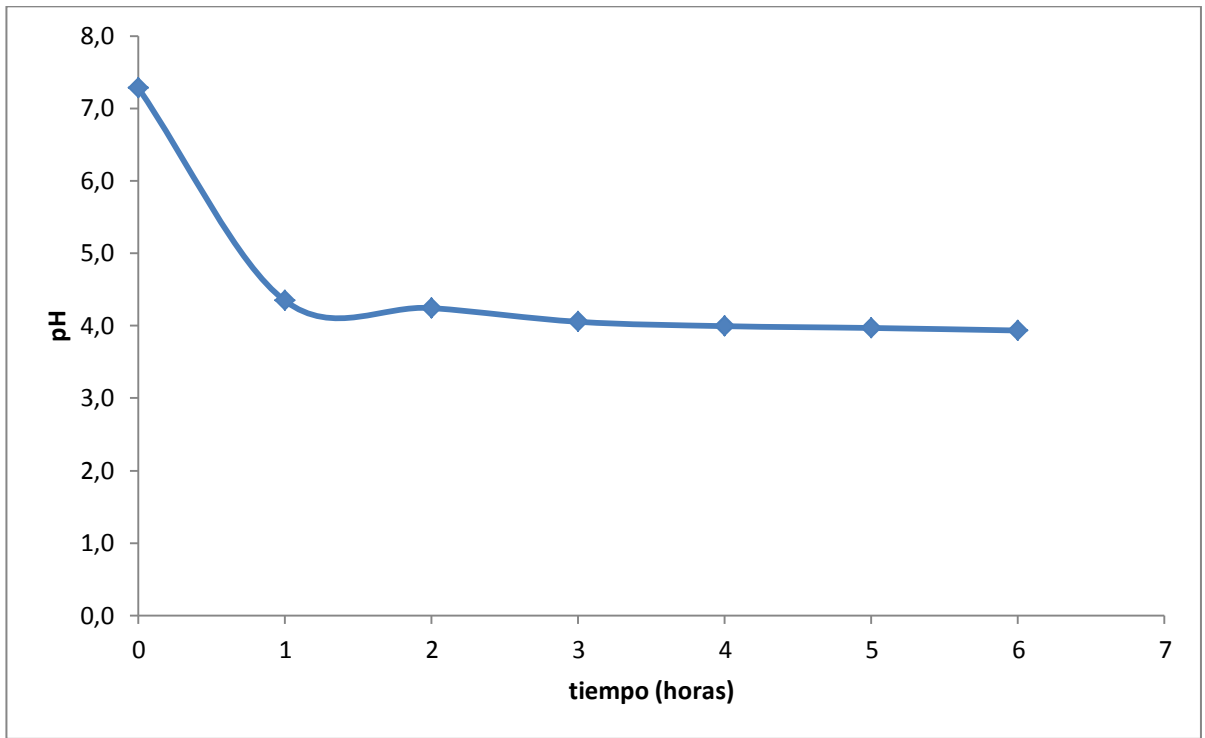
**Figura C.35.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C) (Promedios).



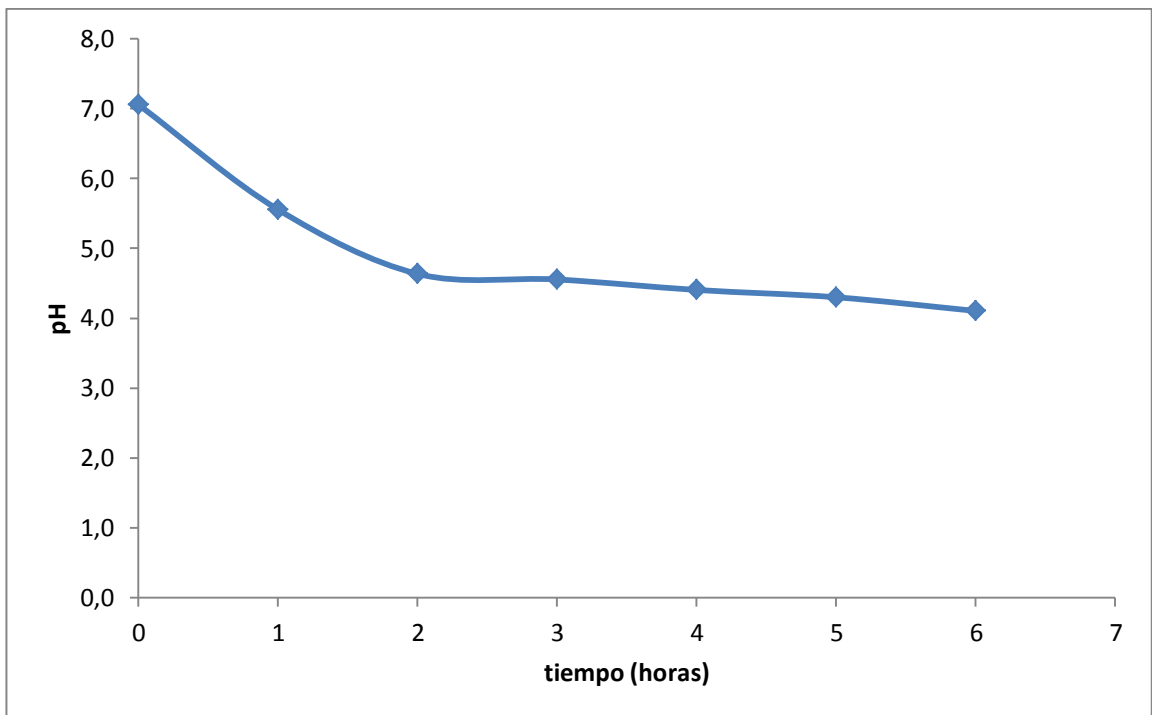
**Figura C.36.** Variación de °Brix en el Jarabe Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) (Promedios).



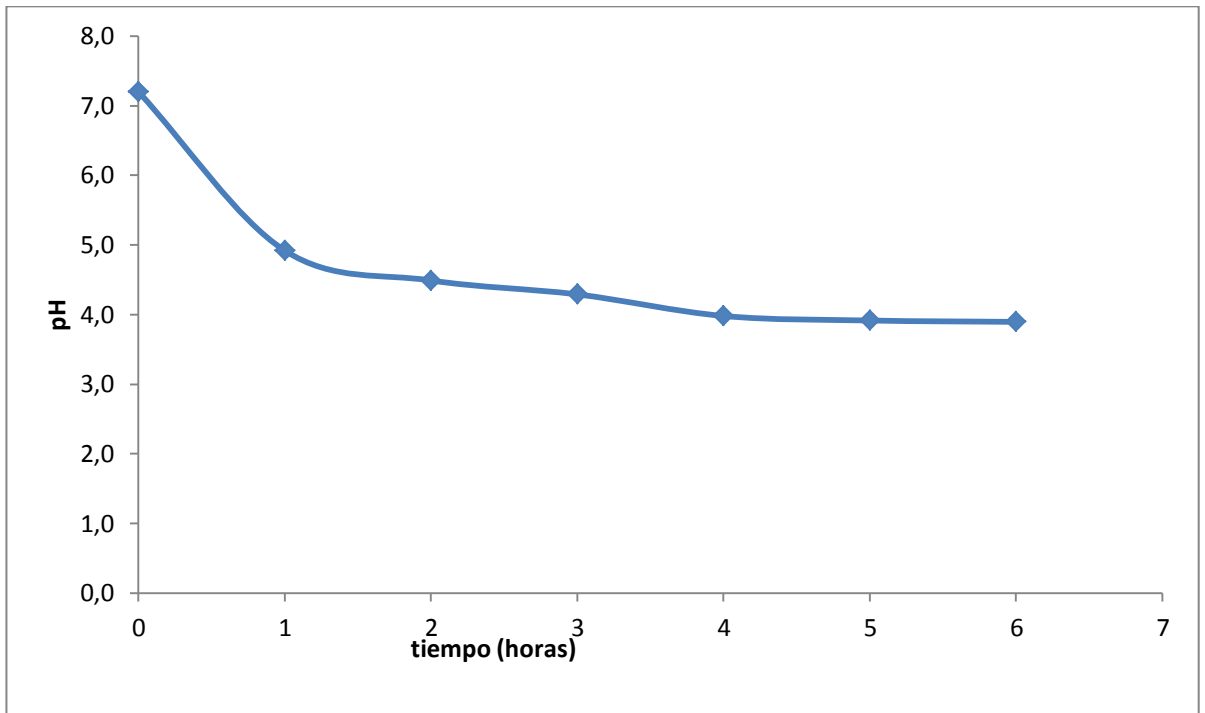
**Figura C.37.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_{0b_0}$  (50°Brix y 25°C) (Promedios).



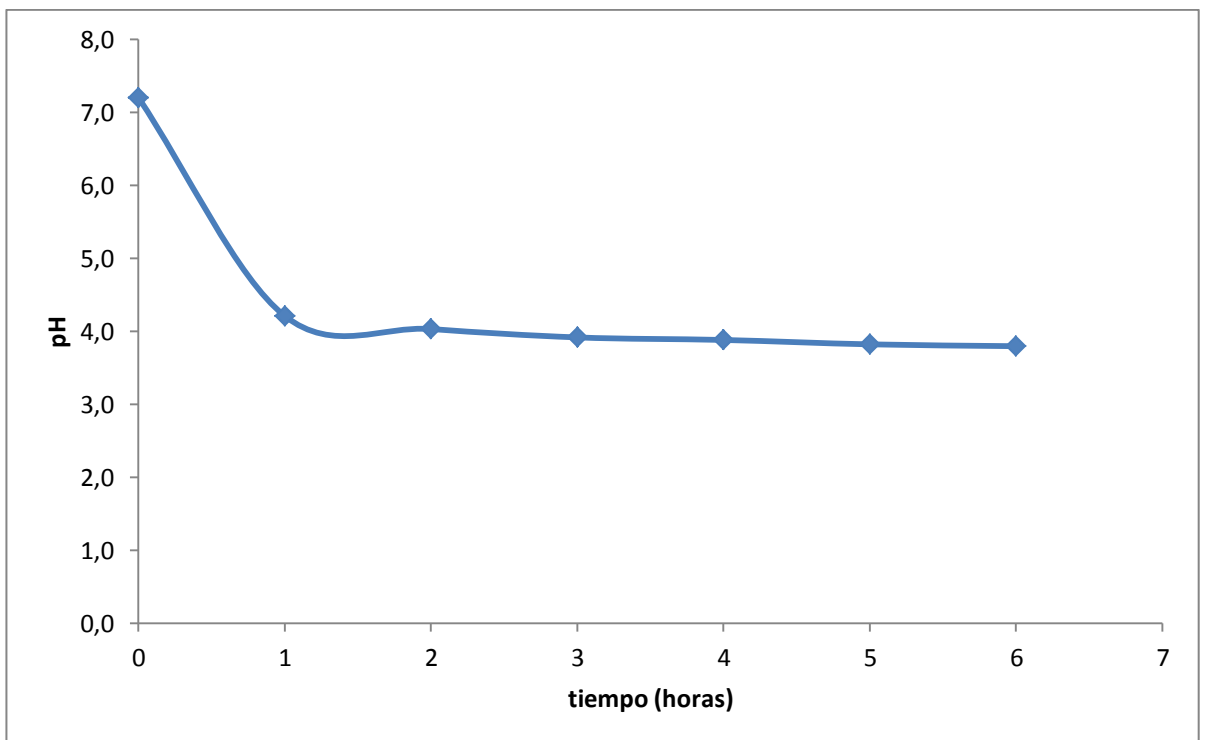
**Figura C.38.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento  $a_{0b_1}$  (50°Brix y 35°C) (Promedios).



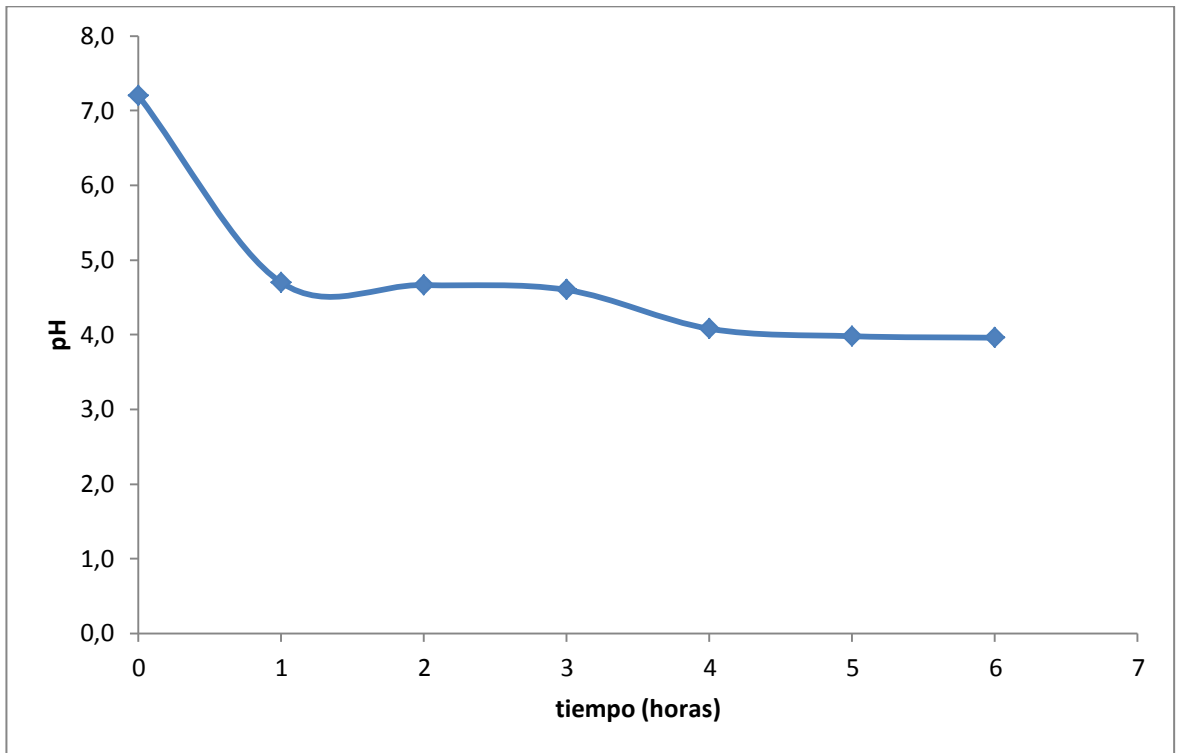
**Figura C.39.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) (Promedios).



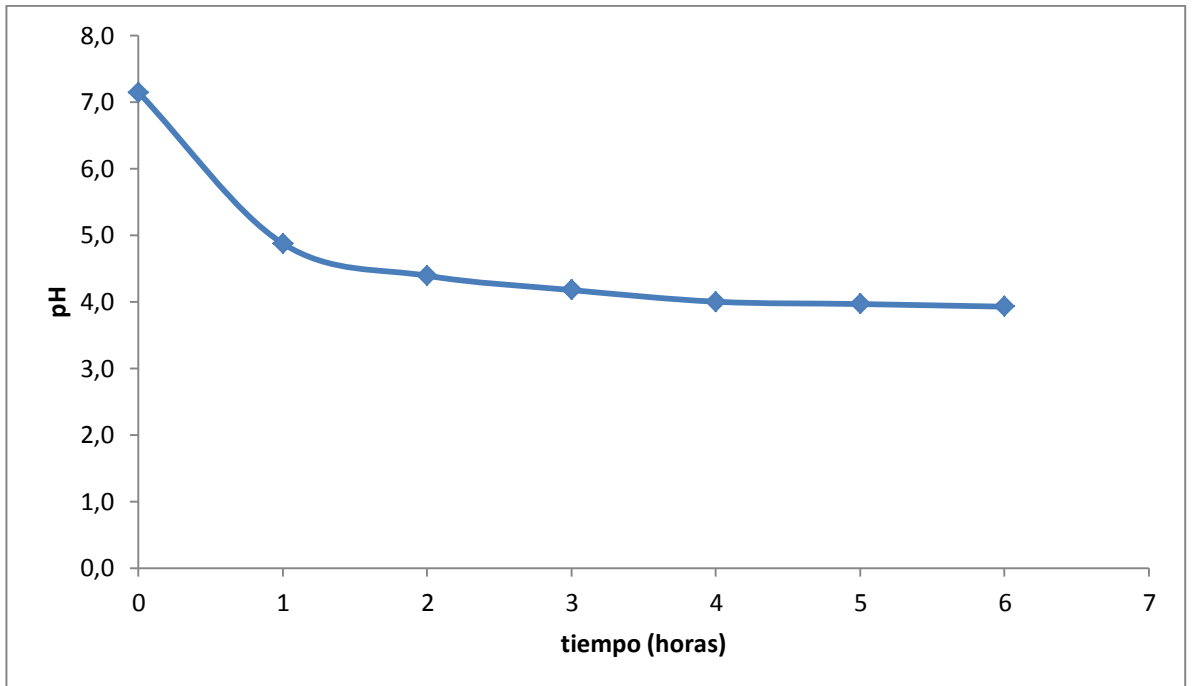
**Figura C.40.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) (Promedios).



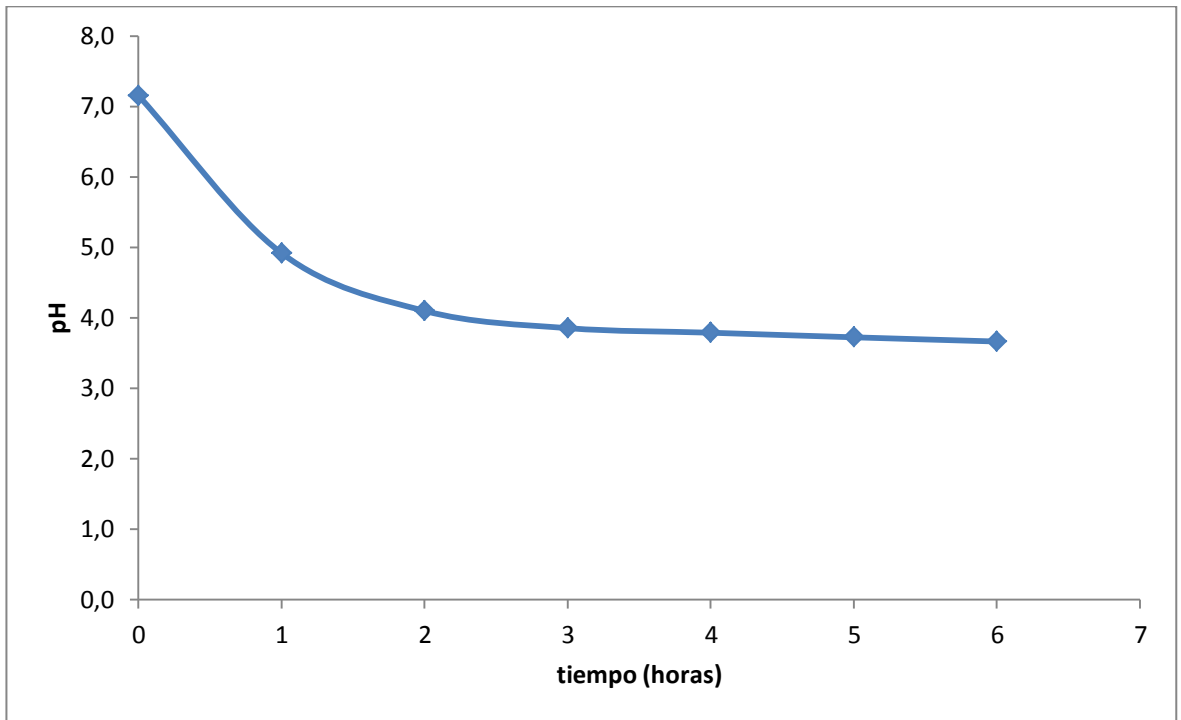
**Figura C.41.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C) (Promedios).



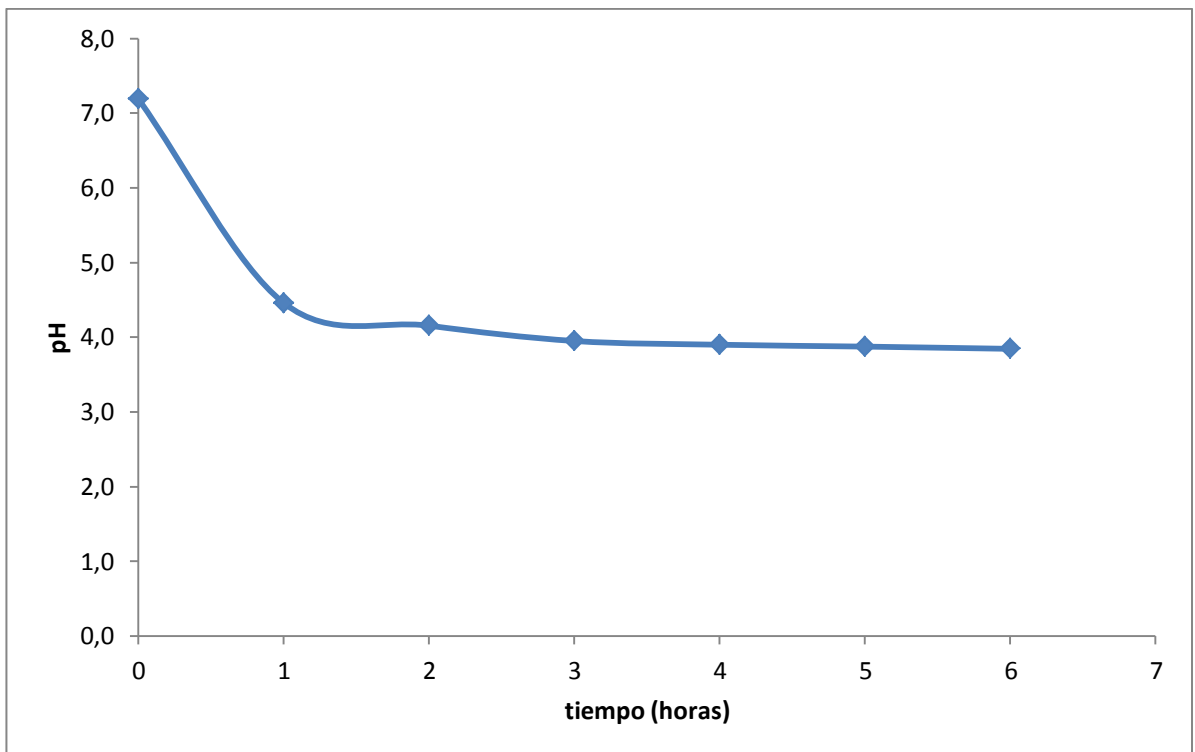
**Figura C.42.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C) (Promedios).



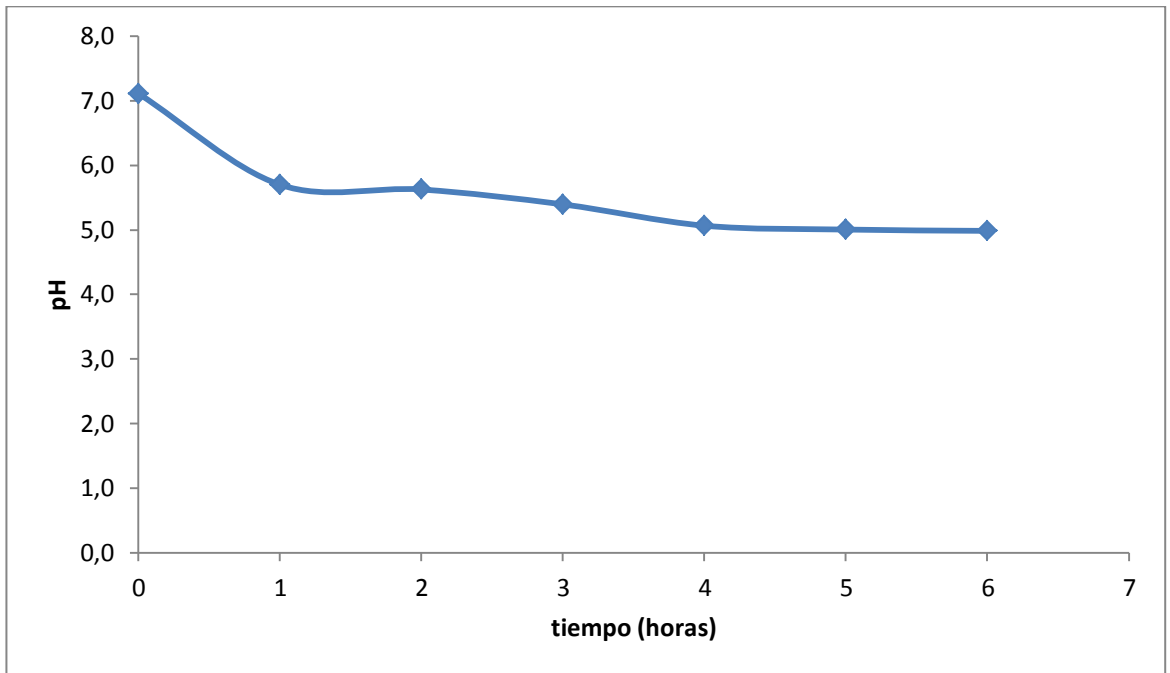
**Figura C.43.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C) (Promedios).



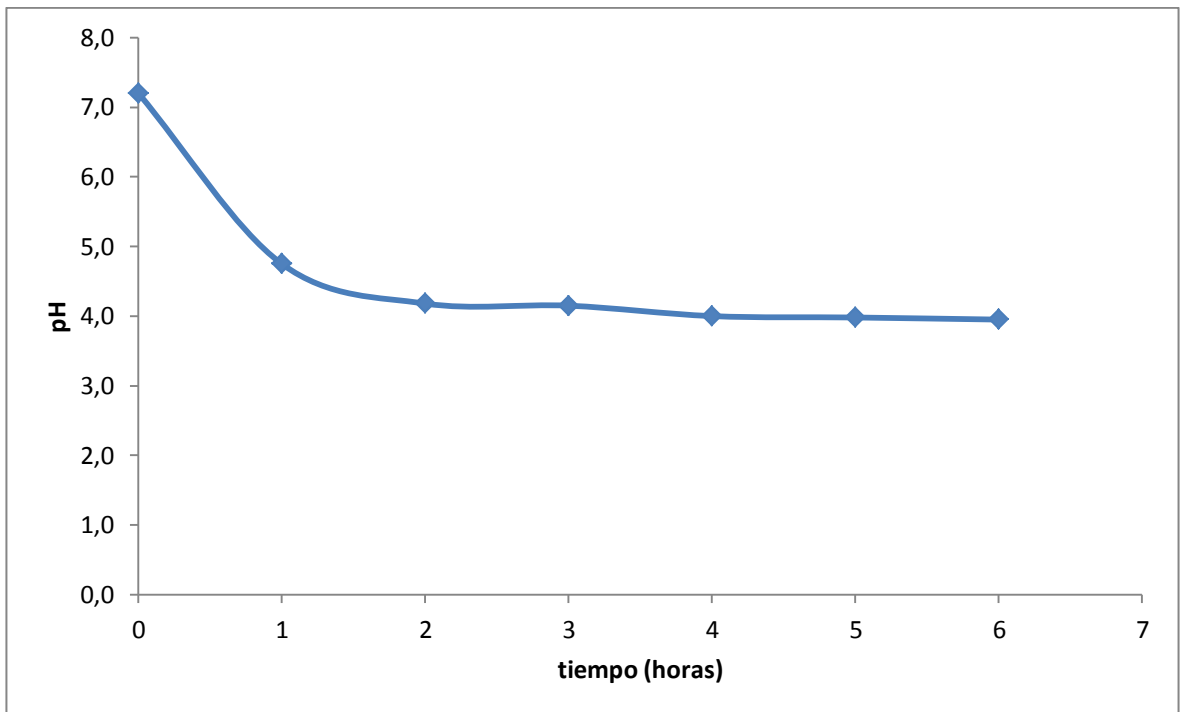
**Figura C.44.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C) (Promedios).



**Figura C.45.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C) (Promedios).

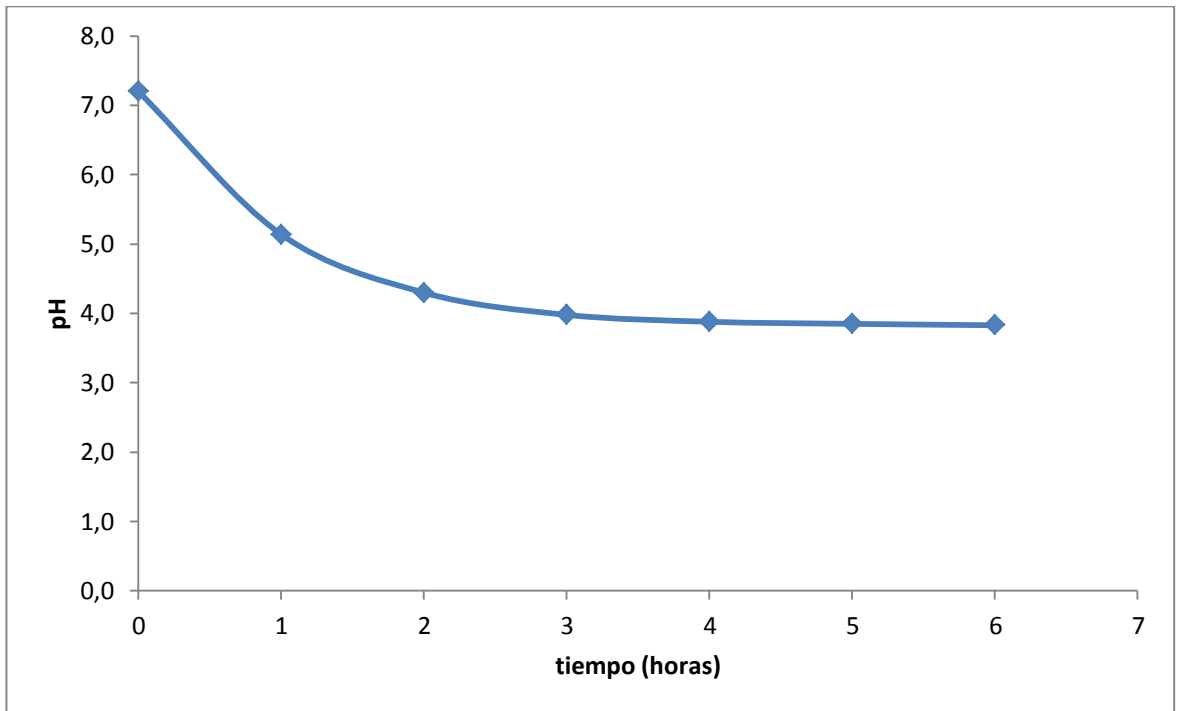


**Figura C.46.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (60°Brix y 35°C) (Promedios).

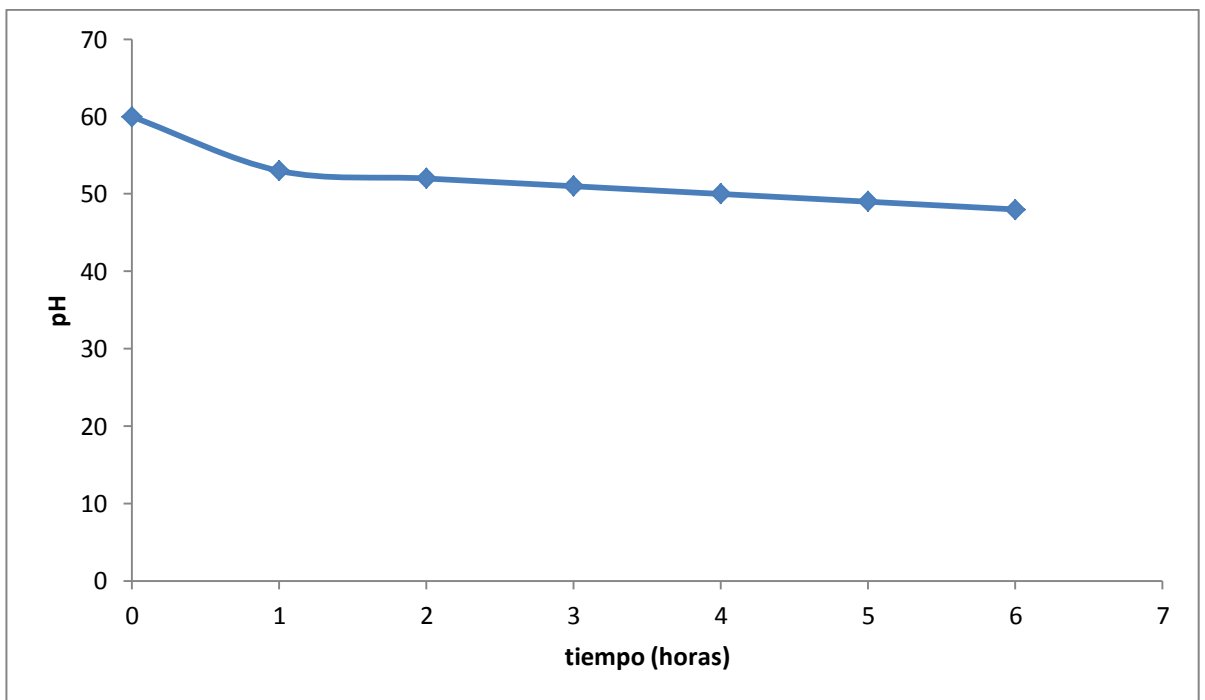




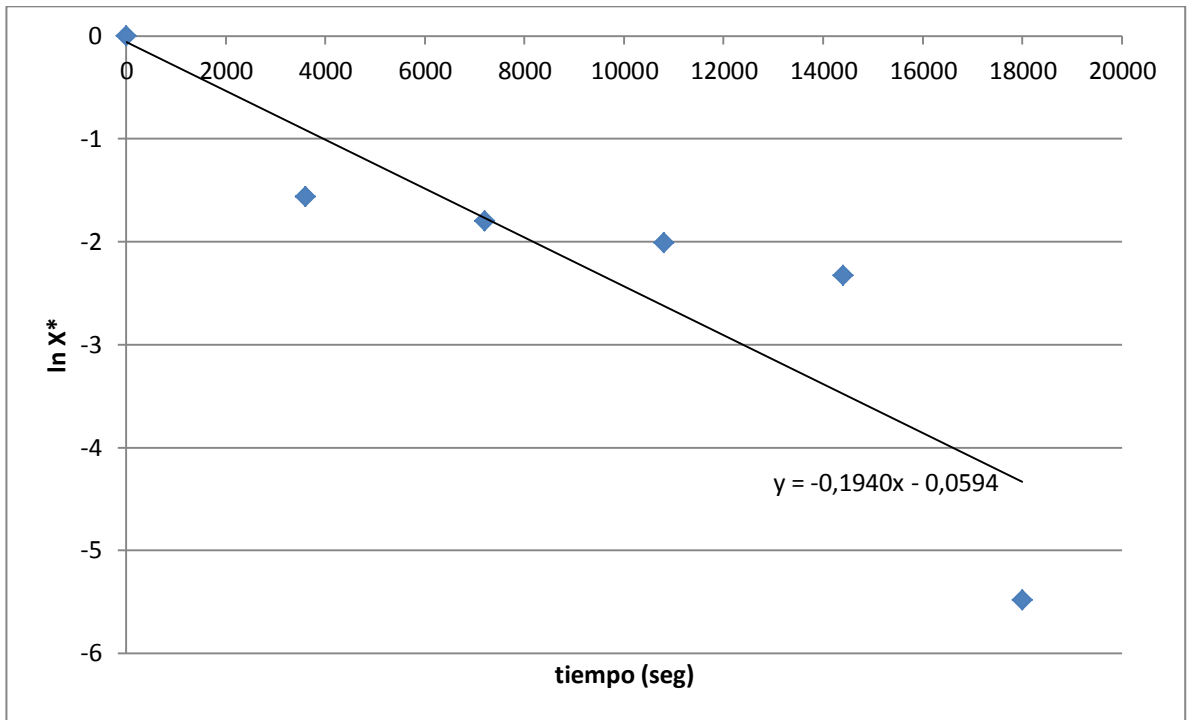
**Figura C.47.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C) (Promedios).



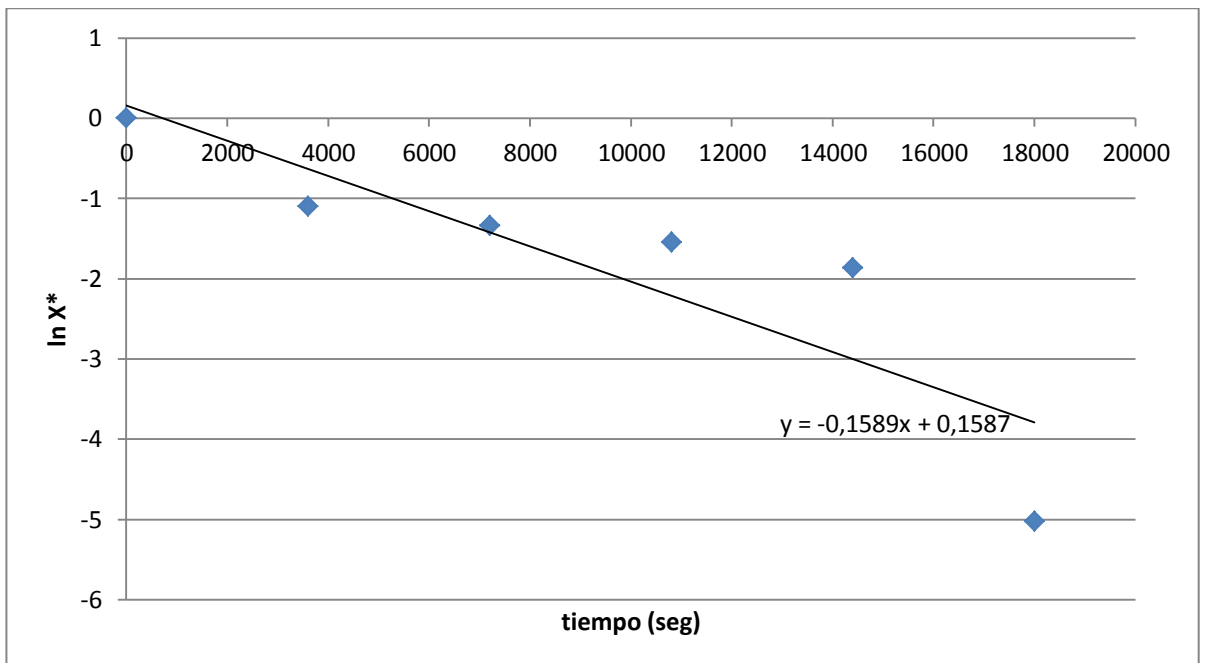
**Figura C.48.** Variación de pH en el Jarabe Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C) (Promedios).



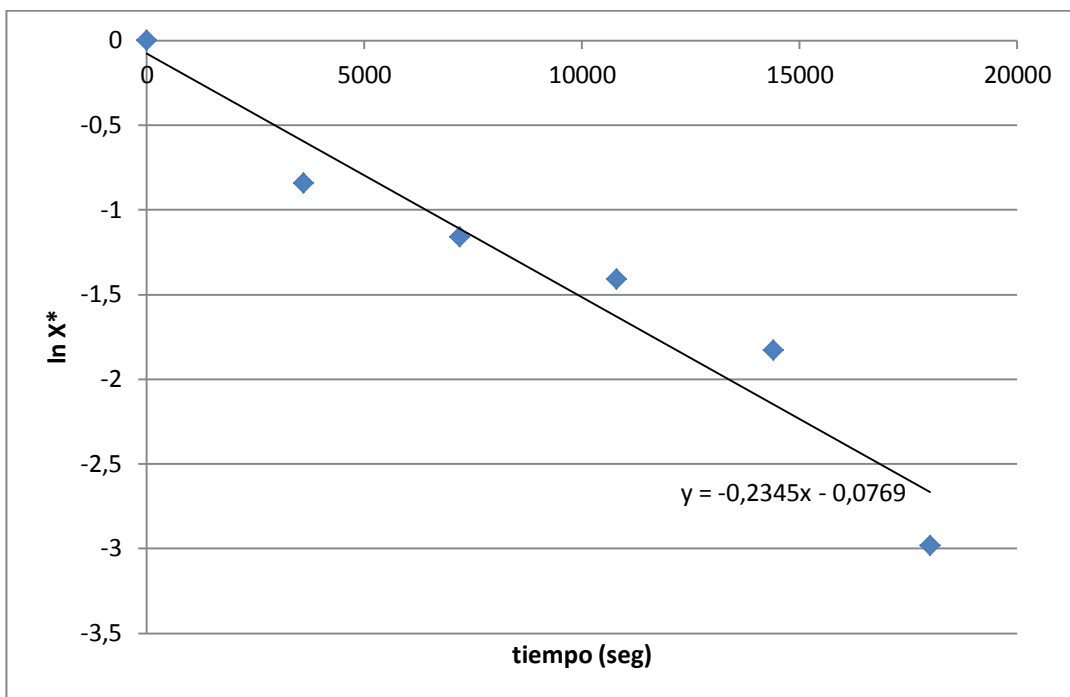
**Figura C.49.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>0</sub> (50°Brix y 25°C)  
Réplica 1



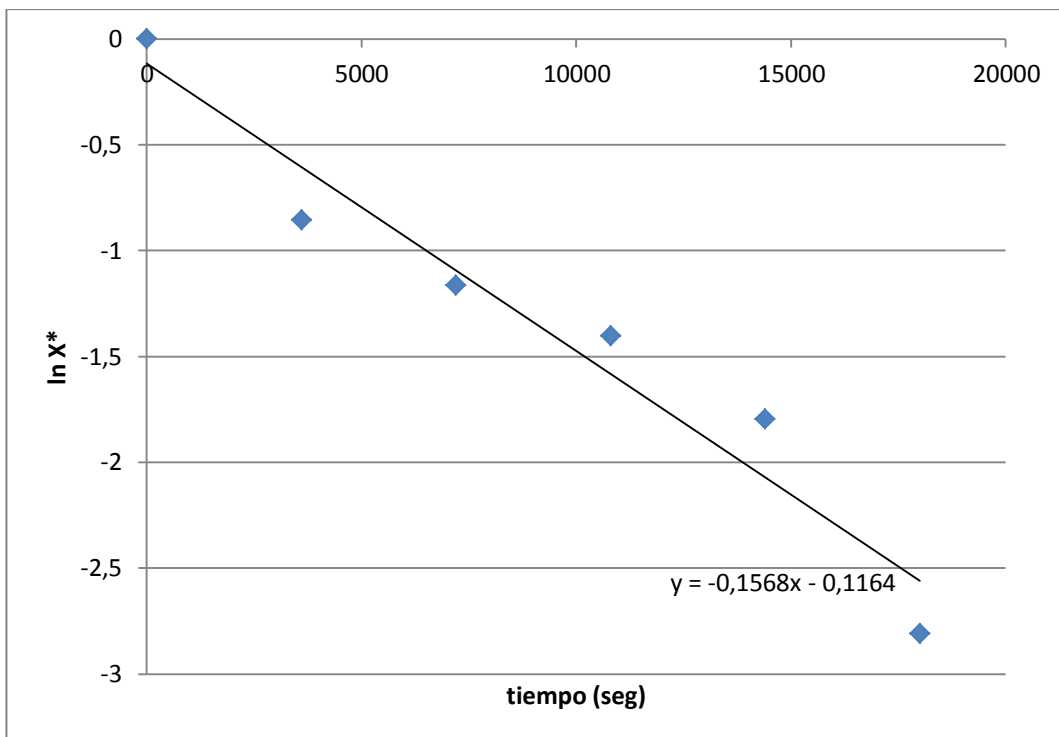
**Figura C.50.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>0</sub> (50°Brix y 25°C)  
Réplica 2.



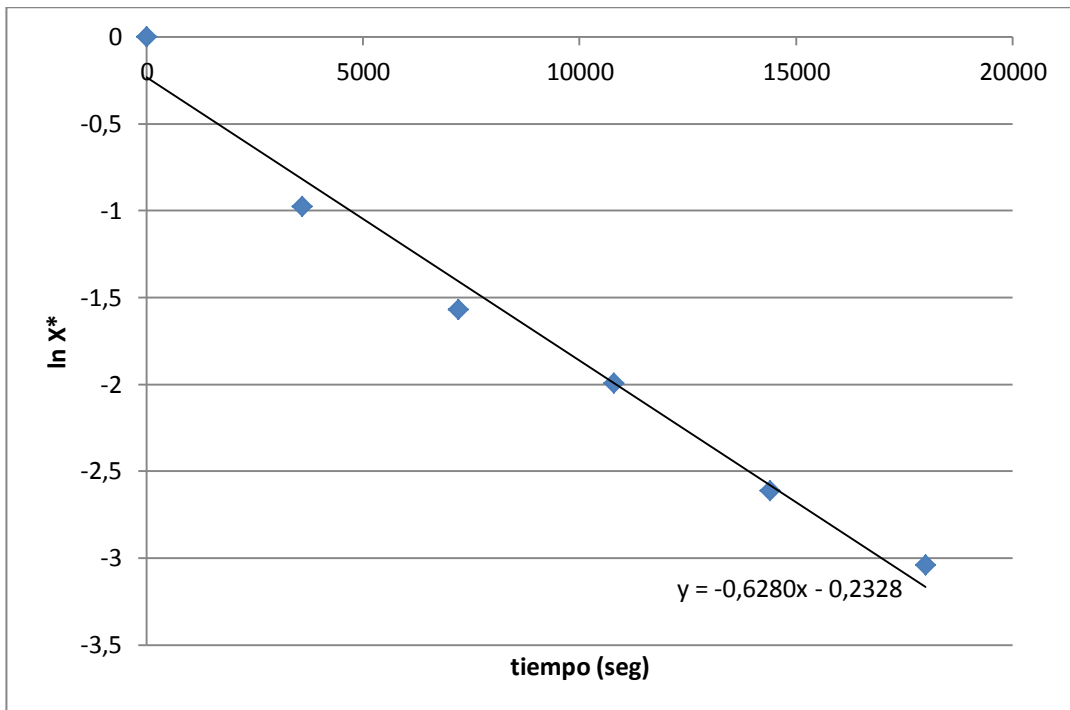
**Figura C.51.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (50°Brix y 35°C) Réplica 1.



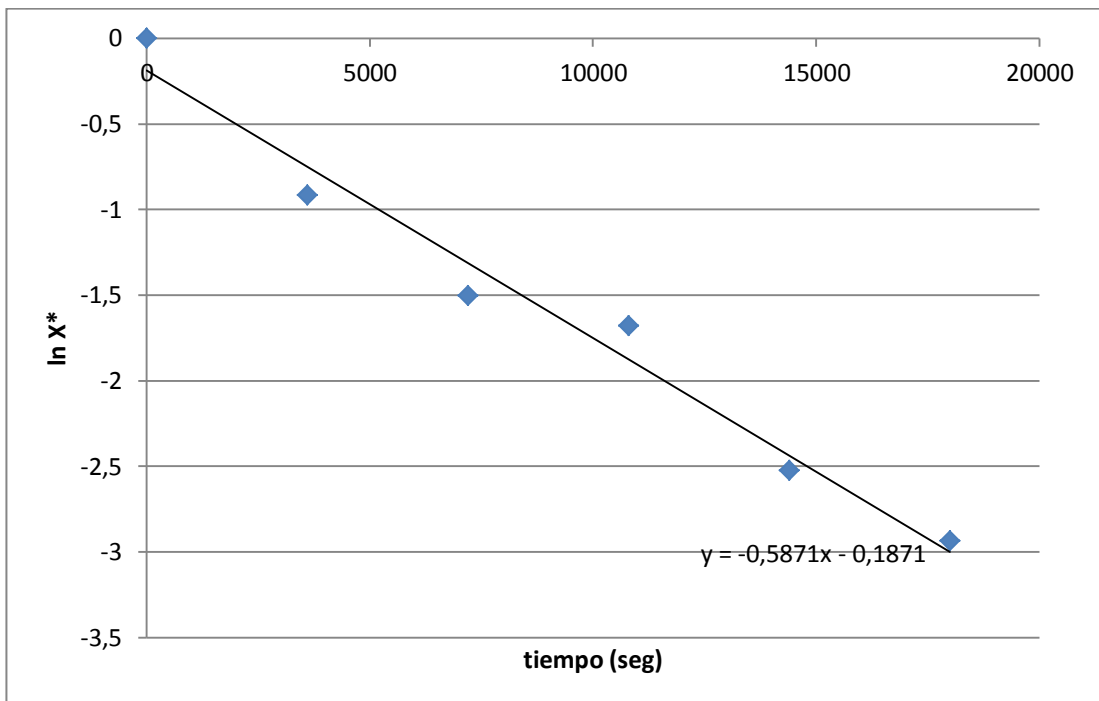
**Figura C.52.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (50°Brix y 35°C) Réplica 2.



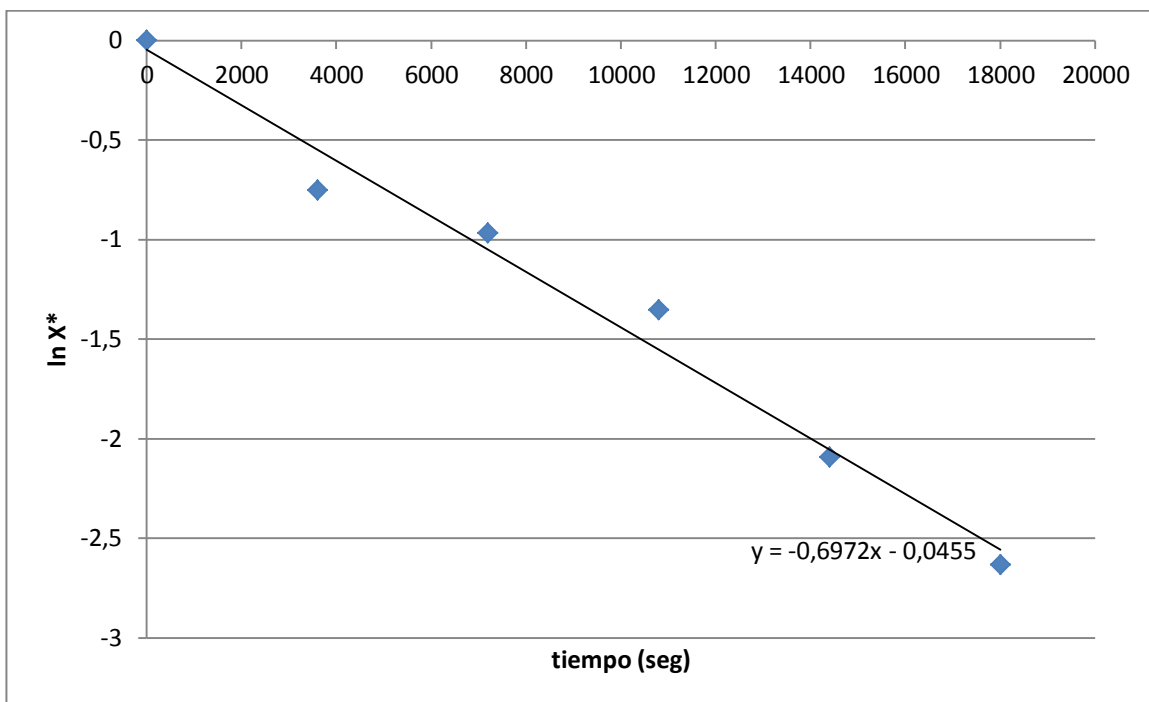
**Figura C.53.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) Réplica 1.



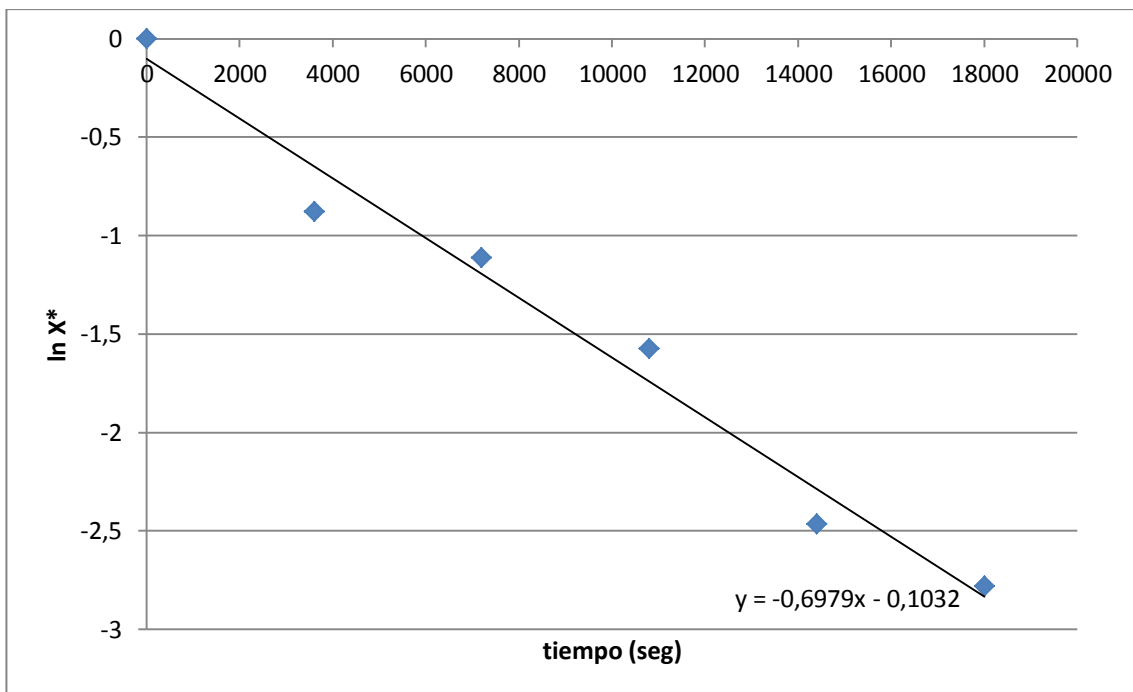
**Figura C.54.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (50°Brix y 45°C) Réplica 2.



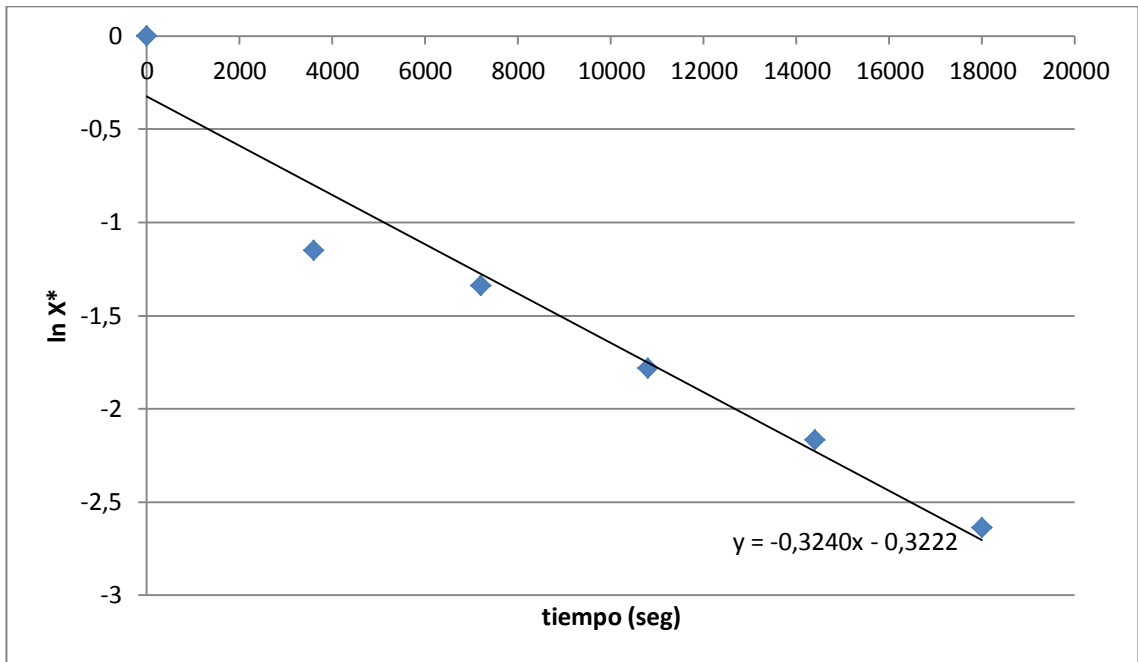
**Figura C.55.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) Réplica 1.



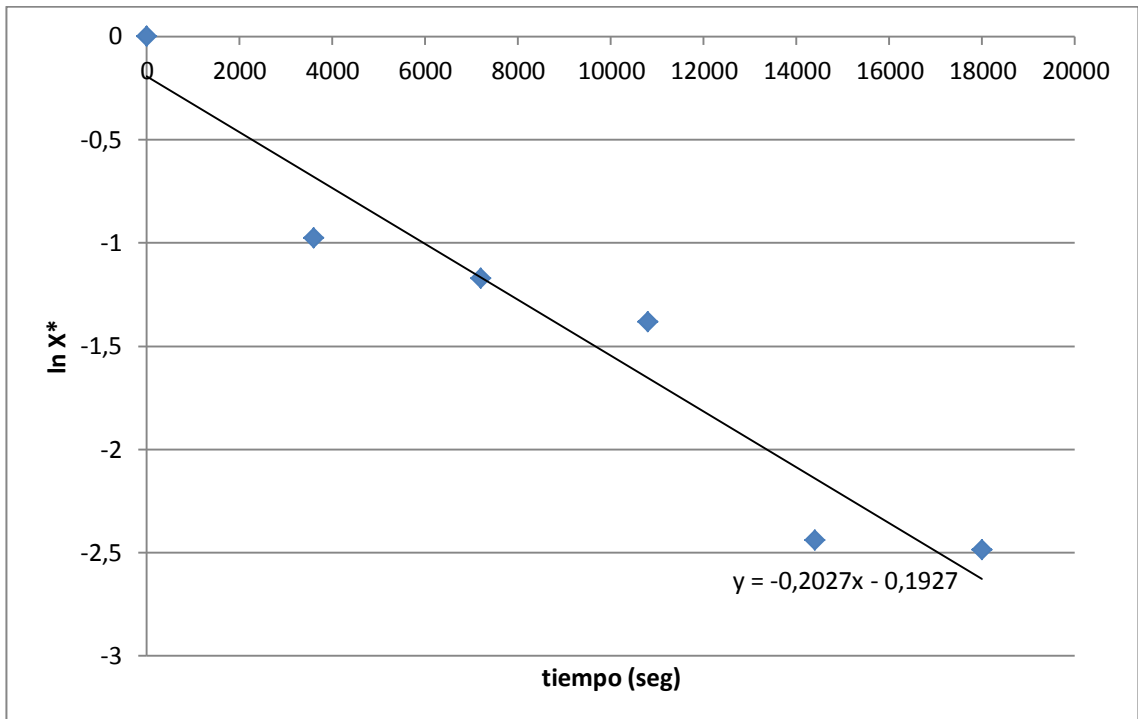
**Figura C.56.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>0</sub>b<sub>3</sub> (50°Brix y 55°C) Réplica 2.



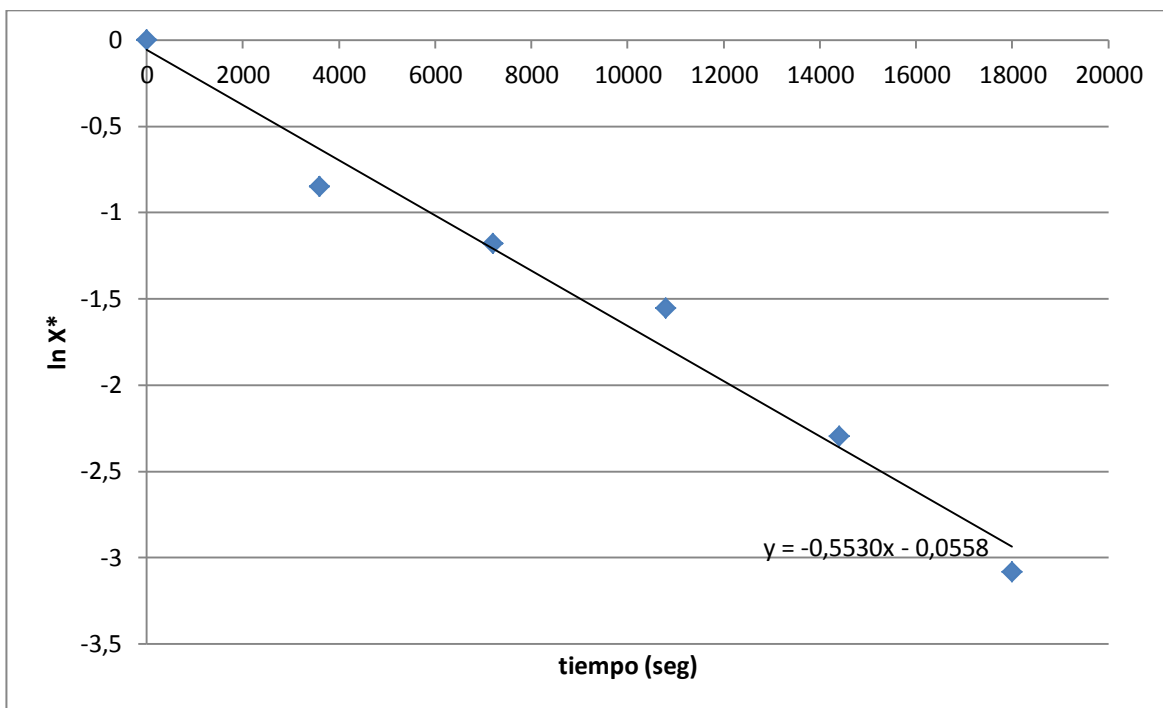
**Figura C.57.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C)  
Réplica 1



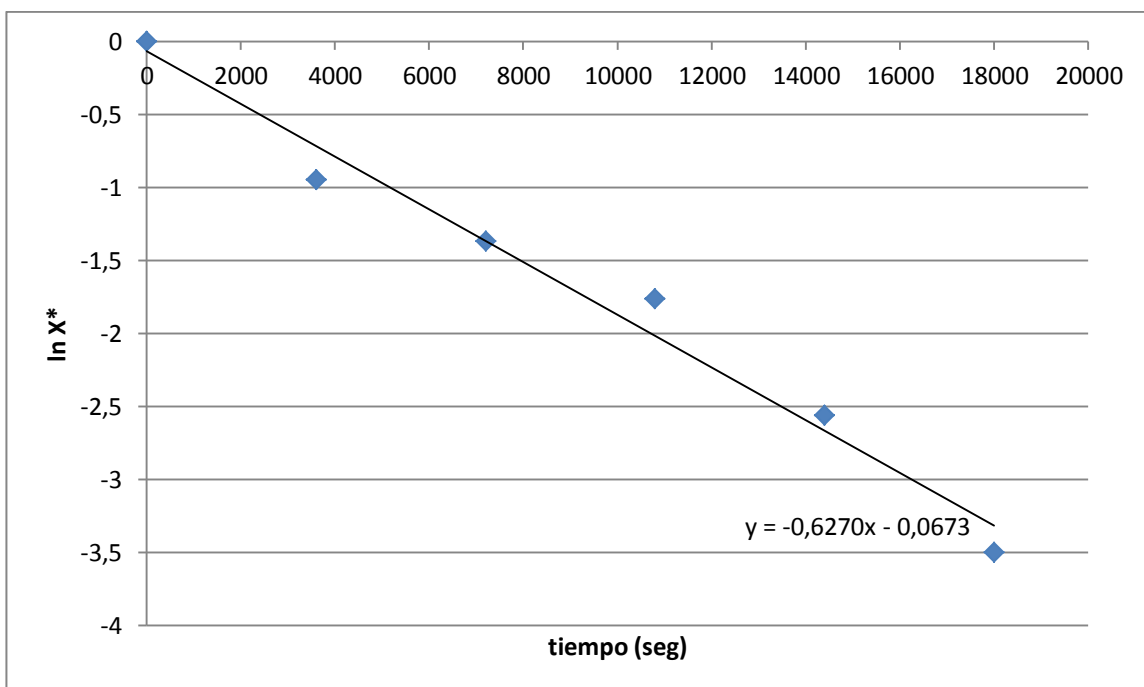
**Figura C.58.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> (55°Brix y 25°C)  
Réplica 2.



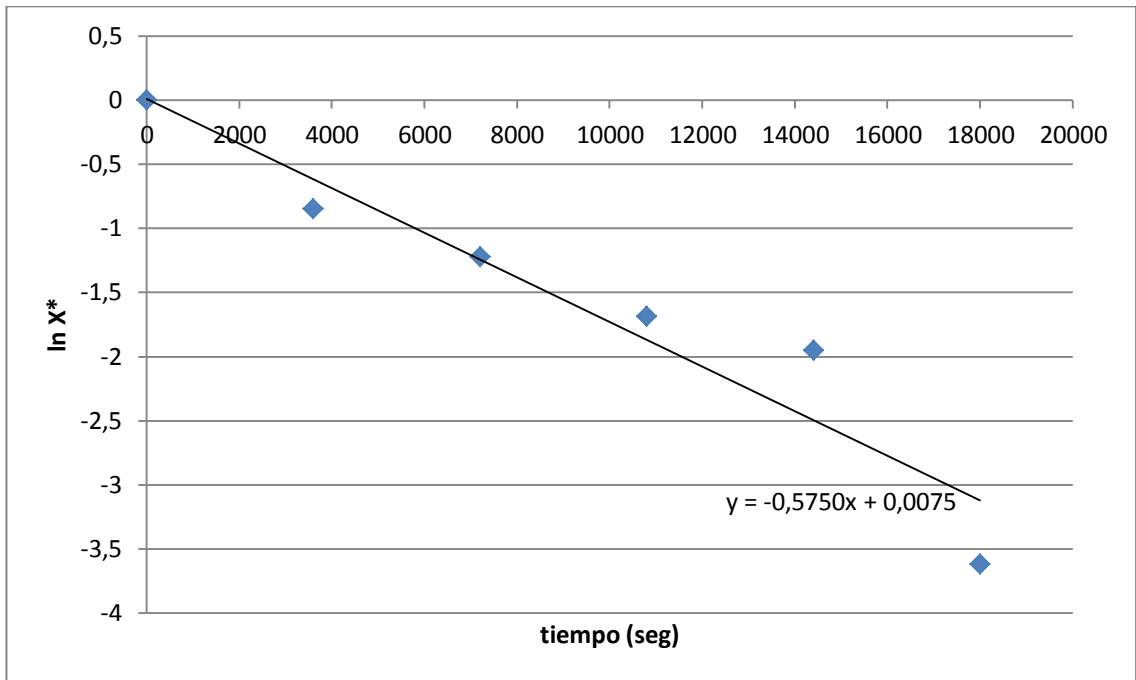
**Figura C.59.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C)  
Réplica 1



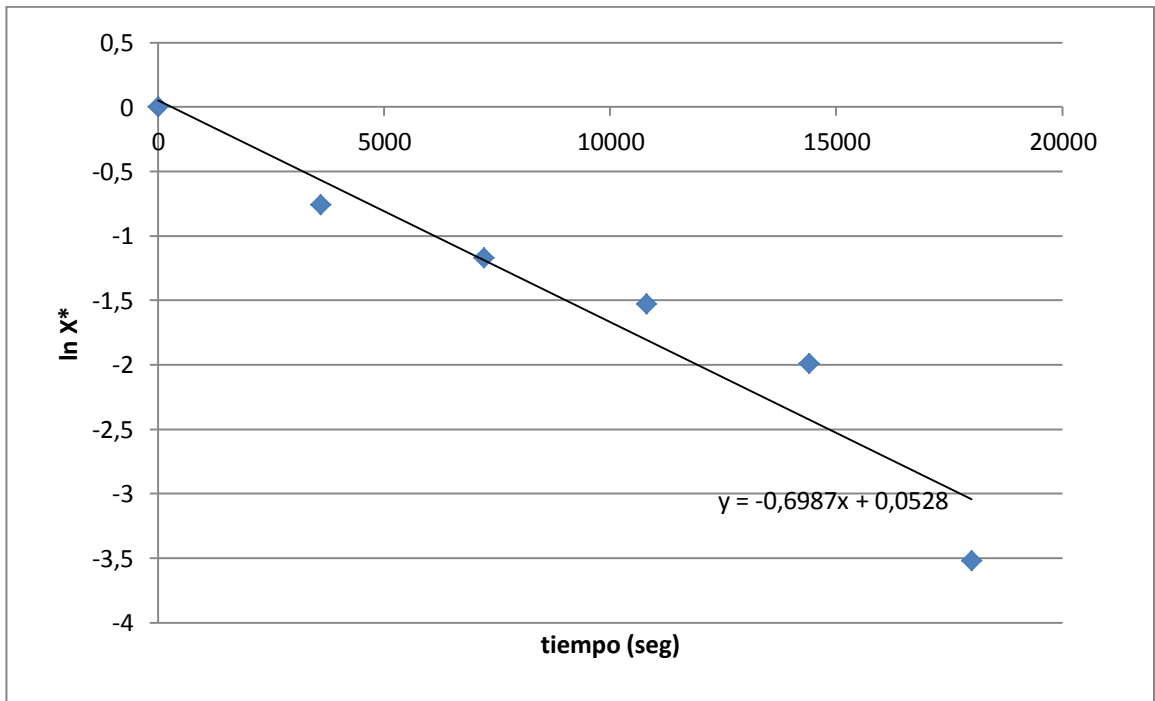
**Figura C.60.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (55°Brix y 35°C)  
Réplica 2



**Figura C.61.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C)  
Réplica 1

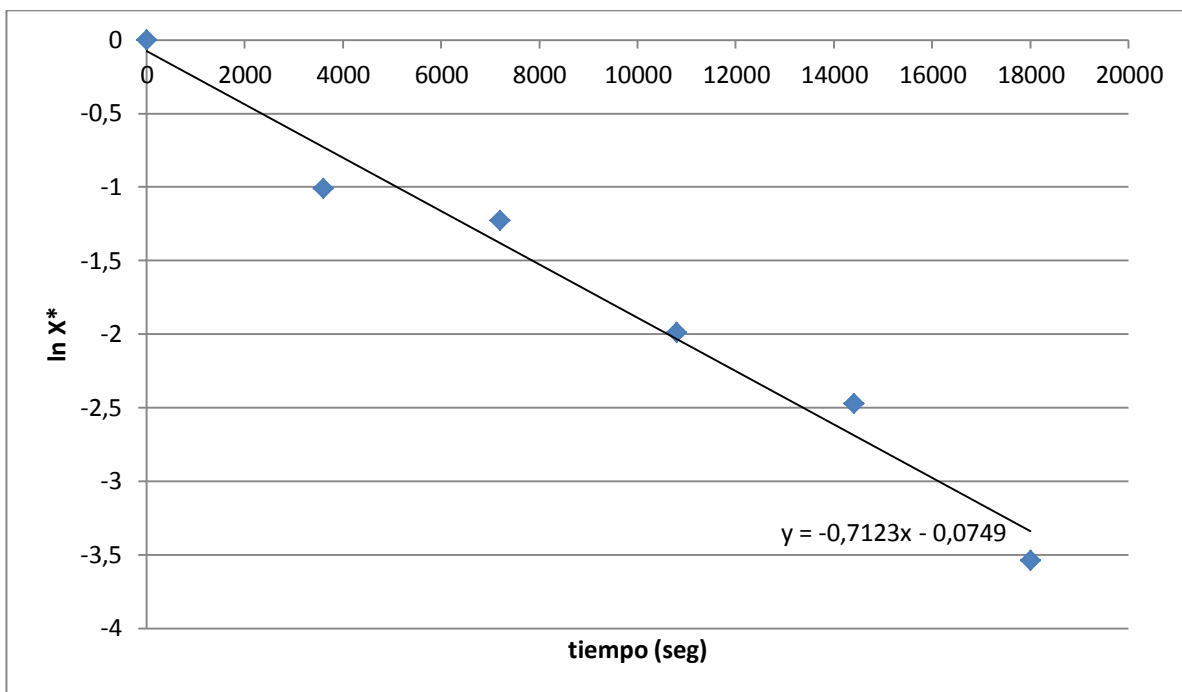


**Figura C.62.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (55°Brix y 45°C)  
Réplica 2.

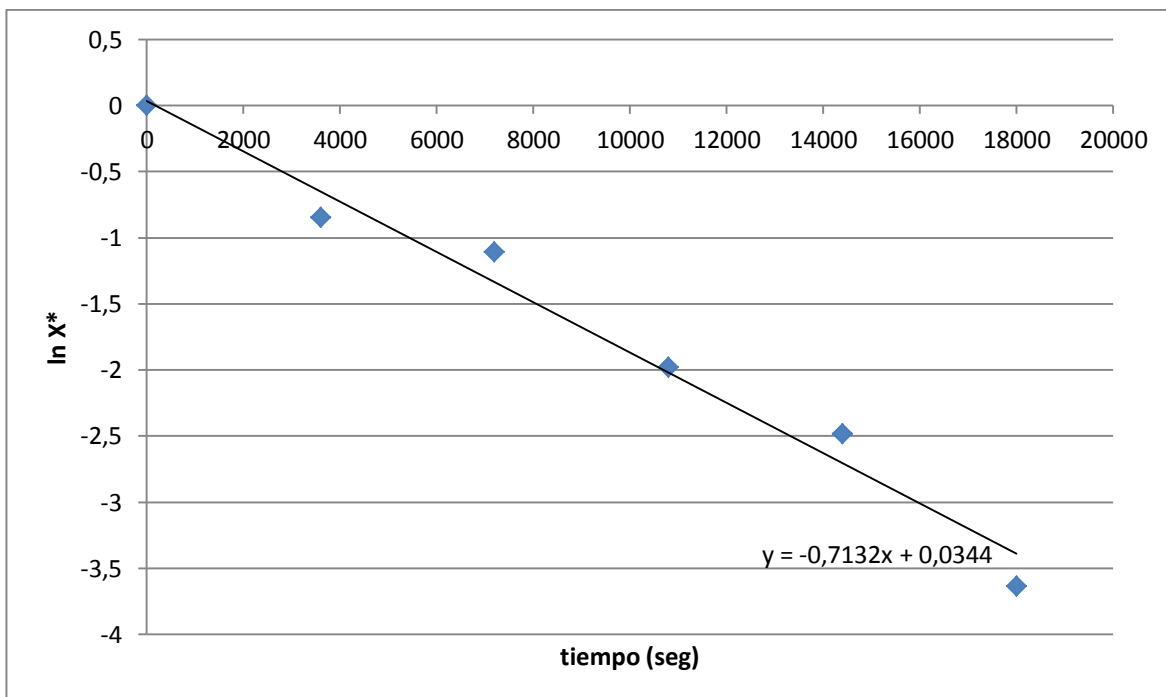




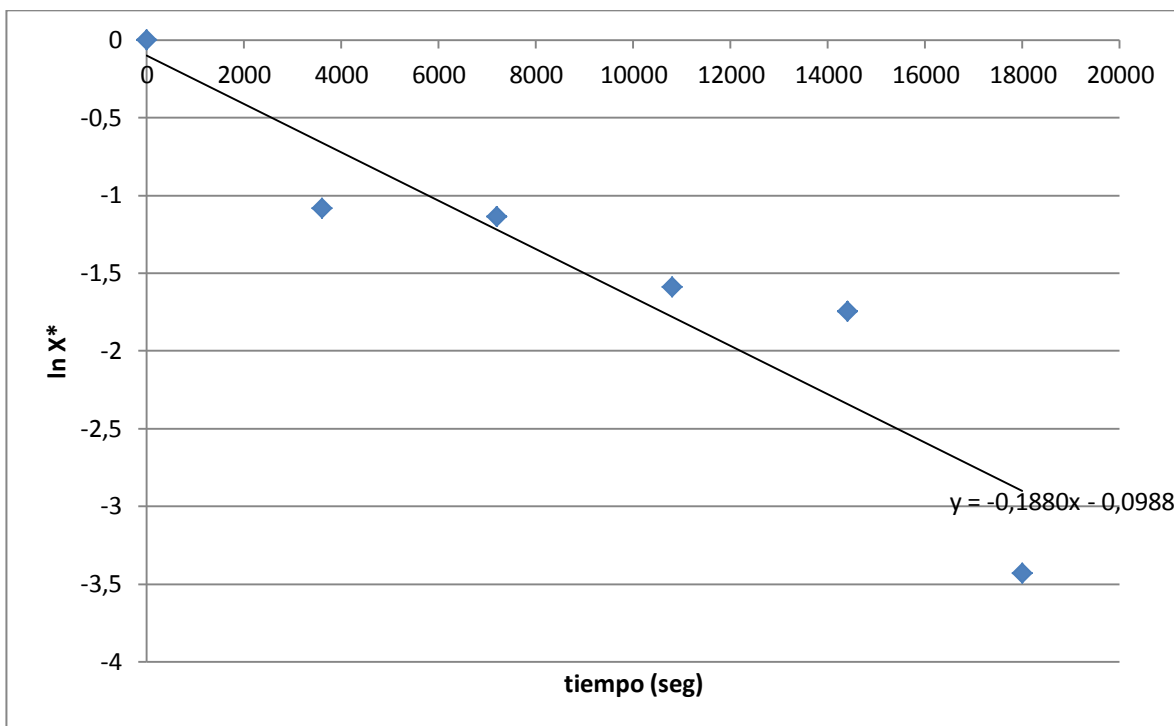
**Figura C.63.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C)  
Réplica 1



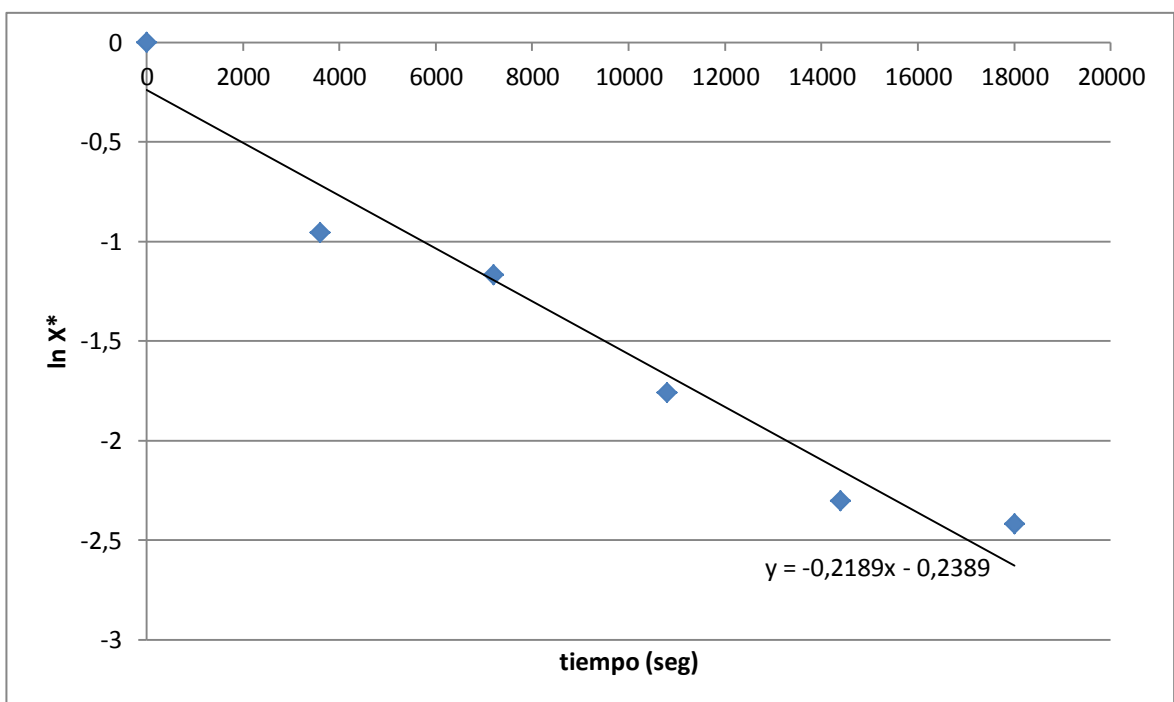
**Figura C.64.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (55°Brix y 55°C)  
Réplica 2.



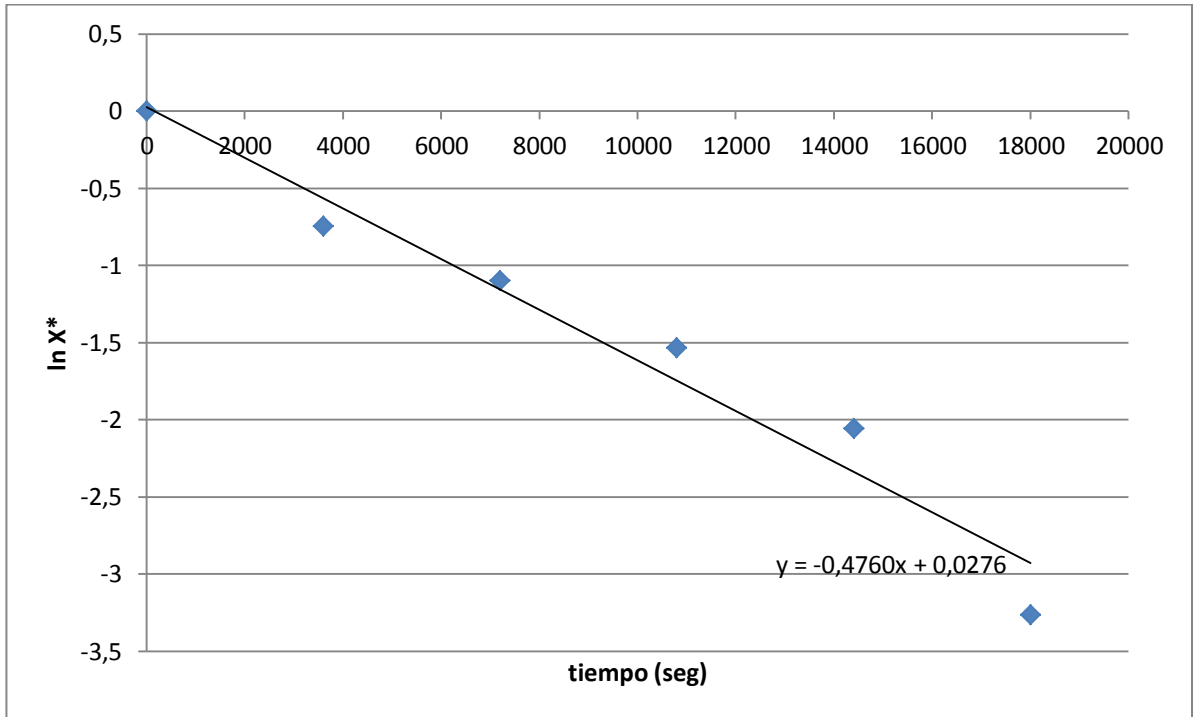
**Figura C.65.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C)  
Réplica 1



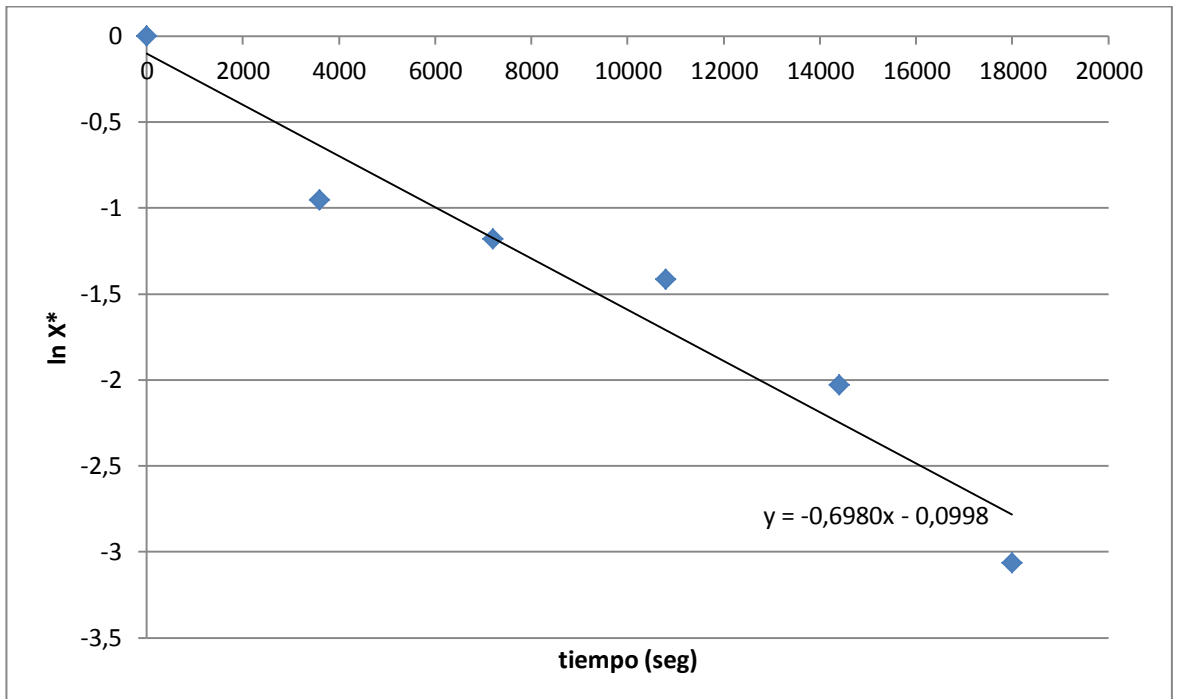
**Figura C.66.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> (60°Brix y 25°C)  
Réplica 2



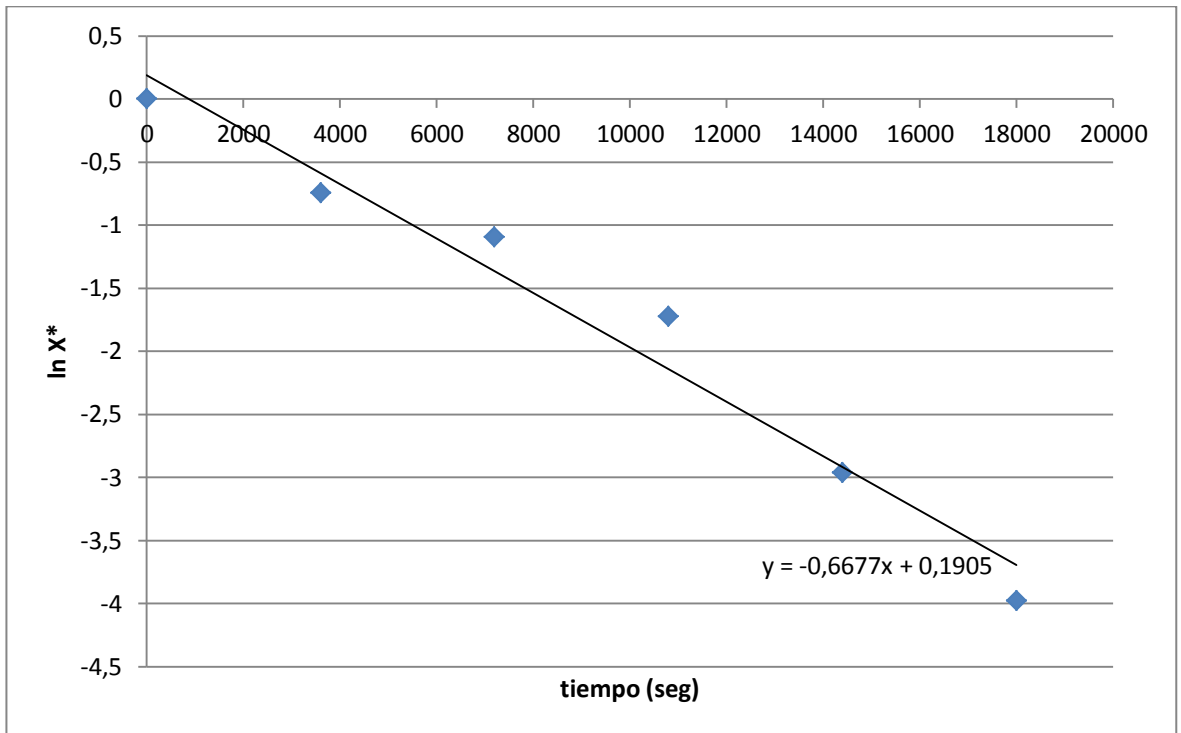
**Figura C.67.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (60°Brix y 35°C)  
Réplica 1.



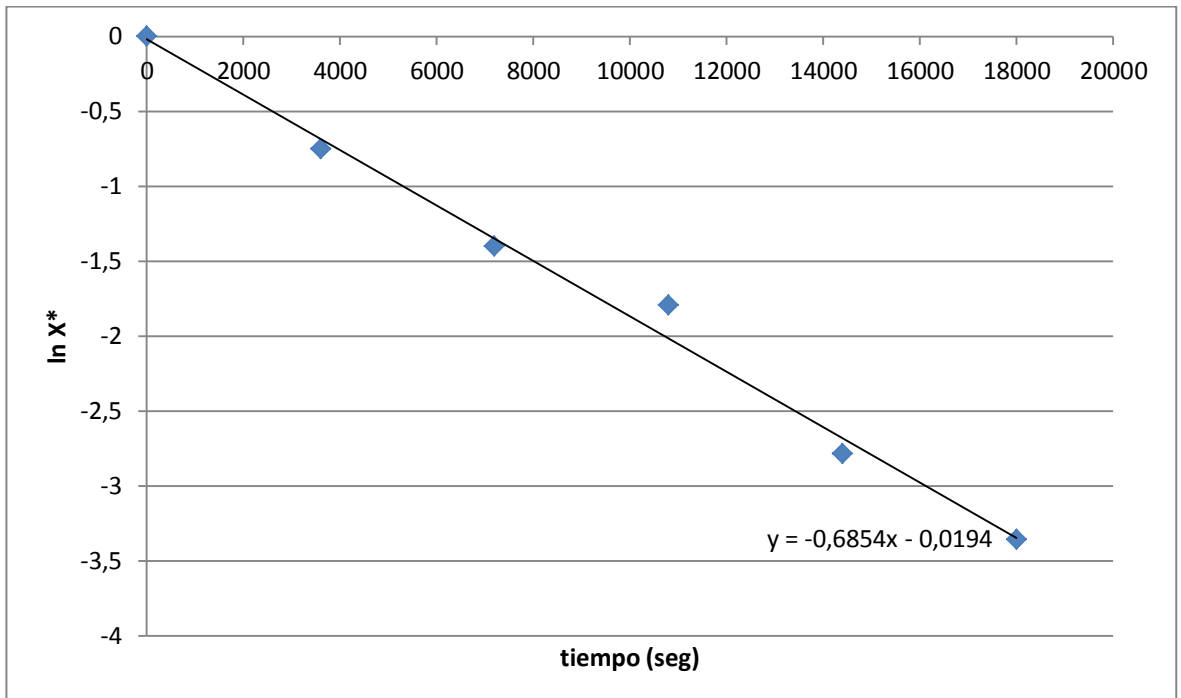
**Figura C.68.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (60°Brix y 35°C)  
Réplica 2.



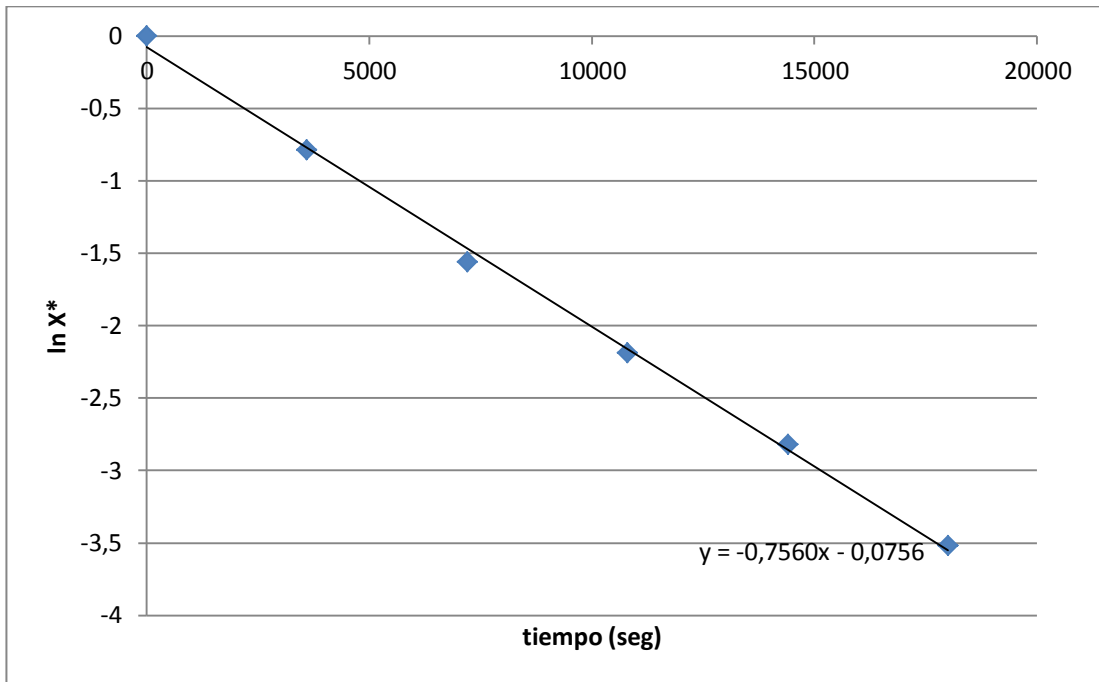
**Figura C.69.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C)  
Réplica 1



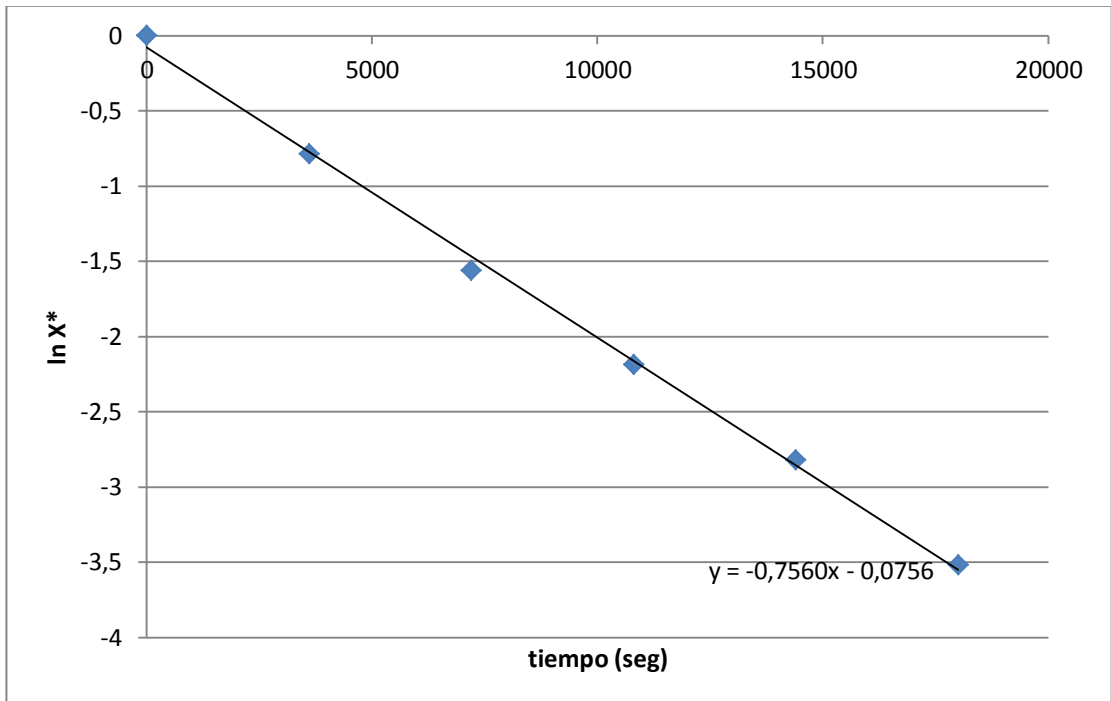
**Figura C.70.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (60°Brix y 45°C)  
Réplica 2.



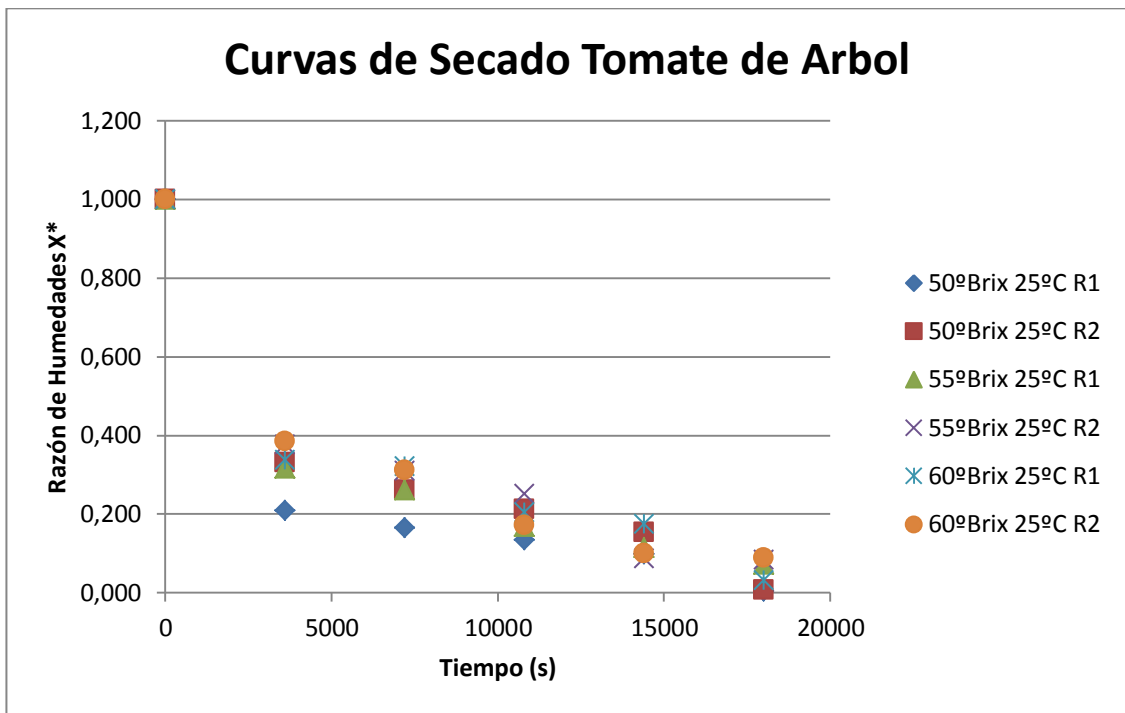
**Figura C.71.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C)  
Réplica 1



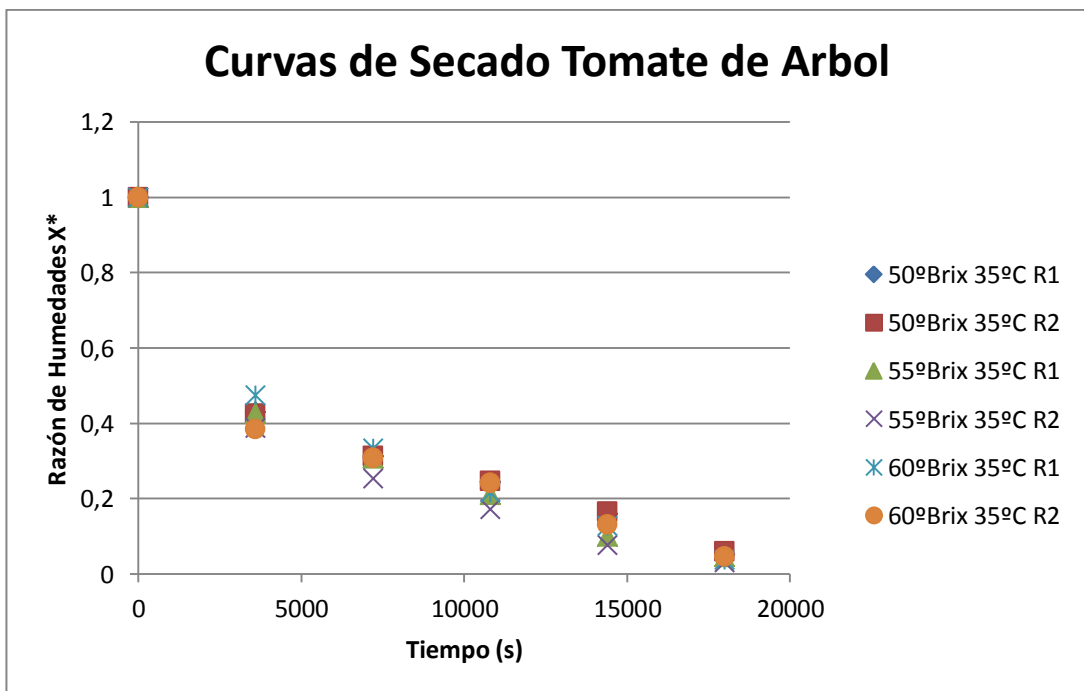
**Figura C.72.** Ln X\* vs. Tiempo para el Tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (60°Brix y 55°C)  
Réplica 2



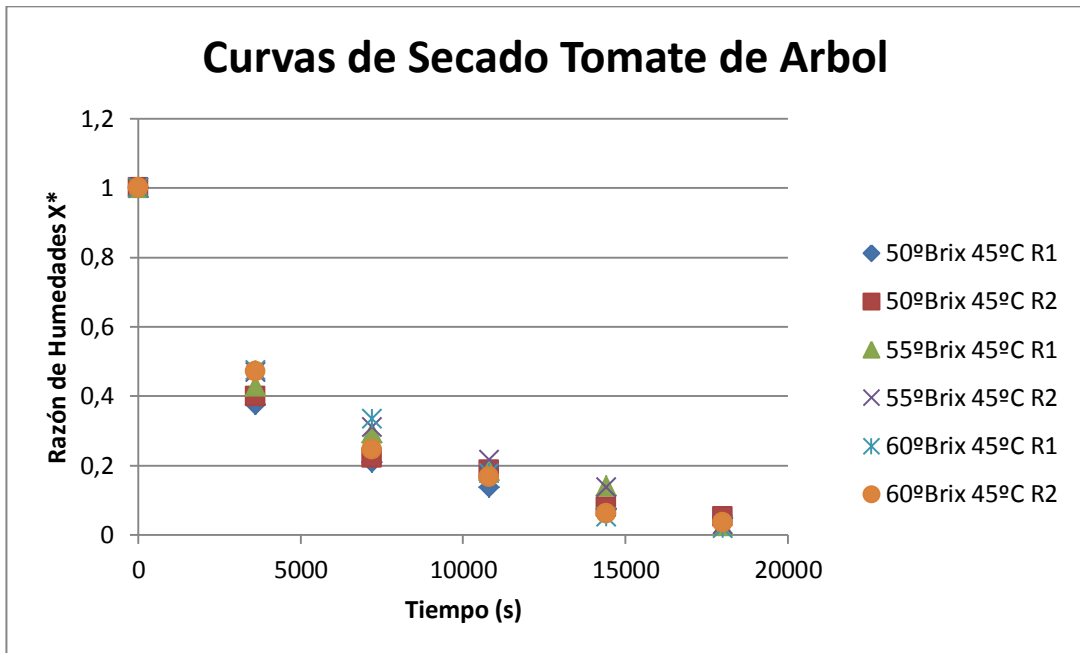
**Figura C.73.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 25°C



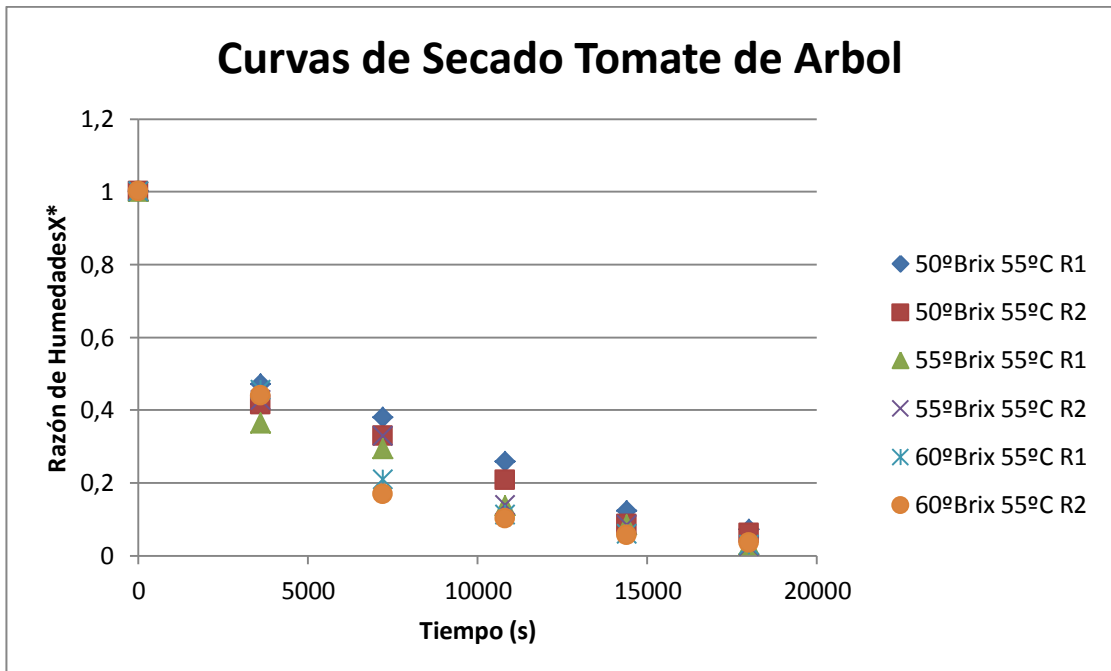
**Figura C.74.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 35°C



**Figura C.75.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 45°C.



**Figura C.76.** Representación de curvas de secado de tomate de árbol a 55°C



# ANEXO D



**Gráfico D.1** Tomates de Árbol en buen estado



**Gráfico D.2** Azúcar Comercial



**Gráfico D.3** Ácido Cítrico



**Gráfico D.4 Balanza**



**Gráfico D.5 Refractómetro**



**Gráfico D.6 Brixómetro**



**Gráfico D.7** pH-metro



**Gráfico D.8** Vasos y cernidores



**Gráfico D.9** Vasos de precipitación pequeños



**Gráfico D.10** Ollas, termocuplas, pinzas, soportes universales, vasos y cernidores



**Gráfico D.11** Área de balanzas y Estufa



**Gráfico D.12** Estufa



**Gráfico D.13** Balones de Aforo



**Gráfico D.14** Desecadores



**Gráfico D.15** Baño termostático



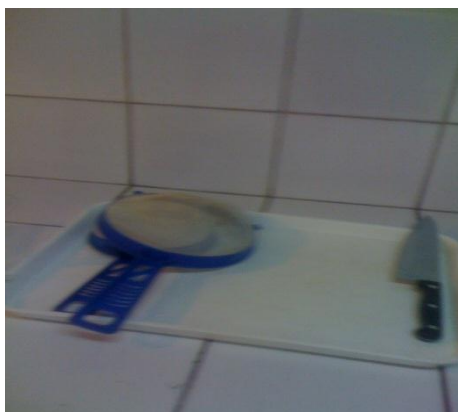
**Gráfico D.16** Cápsulas de porcelana.



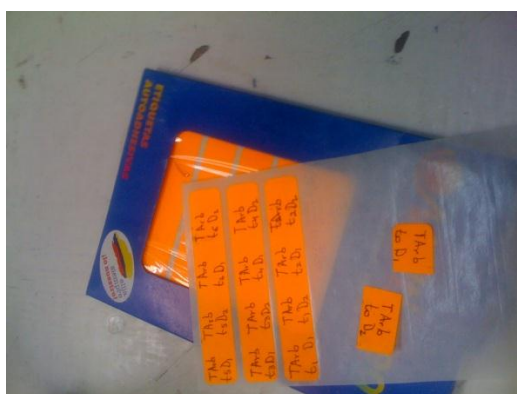
**Gráfico D.17** Pinza para cápsula y vaso de precipitación



**Gráfico D.18** Cuchillos, bandejas y cernidores.



**Gráfico D.19** Etiquetas para la rotulación de cápsulas



**Gráfico D.20** Preparación de las soluciones de Sacarosa previo al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.21** Pesaje del Ácido Cítrico para elaborar la solución previa al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.22** Recepción del tomate de árbol

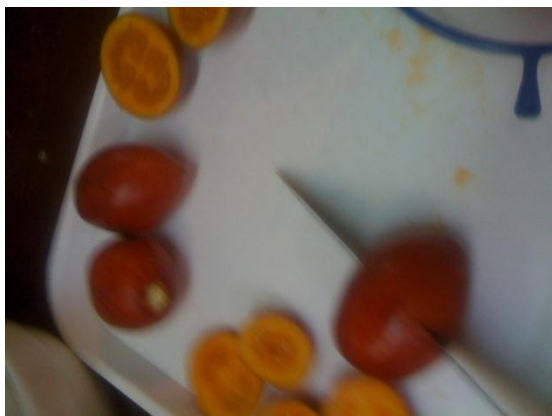


**Gráfico D.23** Lavado del tomate de árbol





**Gráfico D.24** Cortado del tomate de árbol en rodajas uniformes



**Gráfico D.25** Obtención de las rodajas de tomate de árbol.



**Gráfico D.26** Separación de las Rodajas para la determinación de humedad y pérdida de peso previa al proceso de Deshidratación Osmótica.



**Gráfico D.27** Escaldado a las rodajas de tomate de árbol previa al proceso de Deshidratación Osmótica.



**Gráfico D.28** Adición de la solución de Ácido Cítrico a las rodajas previa al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.29** Montaje del experimento previo al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.30** Colocación de la Soluciones de Sacarosa previa al proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.31** Colocación de las rodajas en la Solución durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.32** Termocupla empleada en el control de la temperatura de la Solución durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.33** Control de la temperatura de la Solución durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.34** Medición del °Brix del Jarabe con el Brixómetro durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.35** Medición del °Brix del Jarabe con el Refractómetro durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.36** Pesaje de las rodajas de tomate de árbol cada hora durante el proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.37** Rodajas de tomate de árbol al final del proceso de Deshidratación Osmótica.



**Gráfico D.38** Cápsulas en la estufa para la determinación de humedad



**Gráfico D.39** Cápsulas en el desecador antes del pesaje luego del proceso de Deshidratación Osmótica del Tomate de Árbol.



**Gráfico D.40** Cápsulas antes lista para el pesaje



**Gráfico D.41** Pesaje de las cápsulas

