



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**

**TEMA:**

---

**“DISEÑO DE SECADORES SOLARES PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA SIMBIOSIS DE KOMBUCHA CON EL OBJETO DE APROVECHAR EFICIENTEMENTE UNA ENERGÍA LIMPIA”**

---

**Proyecto de Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Seminario de Graduación. Presentado como Requisito Previo a la obtención del Título de Ingeniero Bioquímico, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.**

**AUTOR:**

Egda. Erika Estefanía Sánchez Proaño

**TUTOR:**

Dr. José Homero Vargas López. M.Sc

**Ambato - Ecuador**

**2011**

**i**

Dr. José Homero Vargas López. M.Sc

## **TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Investigación: **“DISEÑO DE SECADORES SOLARES PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA SIMBIOSIS DE KOMBUCHA CON EL OBJETO DE APROVECHAR EFICIENTEMENTE UNA ENERGÍA LIMPIA”** desarrollada por. Erika Estefanía Sánchez Proaño; observa las orientaciones metodológicas de la Investigación Científica.

Que ha sido dirigida en todas sus partes, cumpliendo con las disposiciones en la Universidad Técnica de Ambato, a través del Seminario de Graduación.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la respectiva calificación.

Ambato, junio 2011

---

**Dr. José Homero Vargas López. M.Sc**

**TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido del Trabajo de Investigación **“DISEÑO DE SECADORES SOLARES PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA SIMBIOSIS DE KOMBUCHA CON EL OBJETO DE APROVECHAR EFICIENTEMENTE UNA ENERGÍA LIMPIA”** corresponde al Autor Egda. Erika Estefanía Sánchez Proaño y al Tutor Dr. José Homero Vargas López. M.Sc, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

---

**Egda. Erika Estefanía Sánchez Proaño**

**Autor del trabajo de Investigación**

---

**Dr. José Homero Vargas López. M.Sc**

**Tutor Del Trabajo De Investigación**

## **A CONSEJO DIRECTIVO DE LA FCIAL**

El Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación “**DISEÑO DE SECADORES SOLARES PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA SIMBIOSIS DE KOMBUCHA CON EL OBJETO DE APROVECHAR EFICIENTEMENTE UNA ENERGÍA LIMPIA**” presentado por la Señora Erika Estefanía Sánchez Proaño y conformada por: Ingeniero William Teneda e Ingeniera María Rodríguez Miembros del Tribunal de Defensa y Tutor del Trabajo de Investigación Dr. José Homero Vargas López. M.Sc y presidido por el Ingeniero Romel Rivera, Presidente de Consejo Directivo, Ingeniera Mayra Paredes E., Coordinadora del Décimo Seminario de Graduación FCIAL-UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisado el Trabajo de Investigación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación, remite el presente Trabajo de Investigación para uso y custodia en la Biblioteca de la FCIAL.

---

**Ing. Romel Rivera**

**Presidente Consejo Directivo**

---

**Ing. Mayra Paredes E.**

**Coordinadora Décimo Seminario de Graduación**

---

**Ing. William Teneda**

**Miembro del Tribunal**

---

**Ing. María Rodríguez**

**Miembro del Tribunal**

***Dedicatoria.***

*A Dios por ser el dueño de todo quien me dio el don de la inteligencia para poder hacer esta tesis.*

*A mí amado esposo Francisco Javier, quien me aliento con sus palabras y supo acompañarme en todo momento.*

*A mi hijo Matías Julián quien es el niño de mis ojos.*

***Erika Estefanía***

***Agradecimientos.***

*A mis suegros que emocionalmente y económicamente apoyaron en este proyecto.*

*A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por la colaboración que tuvieron en forjar mi mente*

*Al Dr. Homero Vargas M.Sc., por ser el tutor de este proyecto, el cual permitió que se llevara acabo*

***Erika Estefanía***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.

	<b>Página</b>
<i>CAPÍTULO I</i> .....	<i>1</i>
<i>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</i> .....	<i>1</i>
1.1    TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.2    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	1
1.2.1    CONTEXTUALIZACIÓN. ....	1
1.2.2    ANÁLISIS CRÍTICO .....	3
1.2.3    PROGNOSIS.....	4
1.2.4    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.2.5    PREGUNTAS DIRECTRICES.....	5
1.2.6    DELIMITACIÓN. ....	5
1.3    JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4    OBJETIVOS.....	7
1.4.1    OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
<i>CAPÍTULO II</i> .....	<i>8</i>
<i>MARCO TEÓRICO</i> .....	<i>8</i>
2.1    ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	8
2.2    FUNDAMENTACIÓN FILOSOFICA.....	13
2.3    FUNDAMENTACION LEGAL .....	13
2.4    CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	14
2.5    HIPÓTESIS.....	14
2.6    SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS .....	15
<i>CAPÍTULO III</i> .....	<i>16</i>

<i>METODOLOGÍA</i> .....	16
3.1 ENFOQUE.....	16
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	17
3.5 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	17
3.5.1 Variable Independiente.....	17
3.5.2 Variable dependiente.....	17
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.....	18
3.7 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS.....	18
3.7.1 Propagación en un sustrato adecuado de la simbiosis “kombucha”.....	18
3.7.2 Dimensión de los dos secadores solares en un programa de diseños asistido por computadora.....	19
3.7.3 Construcción de dos secadores en base al dimensionamiento propuesto.....	19
3.7.4 Deshidratación de la simbiosis “kombucha” en los secadores solares, en base a tratamientos establecidos con los factores en estudio.....	19
<i>CAPÍTULO IV</i> .....	23
<i>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</i> .....	23
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	23
4.1.1 Secador Directo: Vista Frontal, Lateral y Posterior de Tiras (Láminas 1, 2, 3).....	23
4.1.2 Secador Directo: Vista Isométricas Noreste y Suroeste en Tiras. (Láminas 4, 5).....	24
4.1.3 Secador Directo: Vista Frontal, Lateral y Posterior con Tablas. (Láminas 6, 7, 8).....	24

4.1.4	Secador Directo: Vista Superior con Tablas (Lámina 9).....	25
4.1.5	Secador Directo: Vista Isométricas Noreste y Suroeste en con Tablas (Láminas 10, 11).....	25
4.1.6	Secador Directo: Vista Completa con Bandejas (Láminas 12, 13)....	25
4.1.7	Secador Mixto .....	26
4.1.8	Secador Mixto: Vista Frontal y Lateral del colector de calor (Lámina 1M, 2M).....	27
4.1.9	Secador Mixto: Vista Frontal de la cámara de secado (Lámina 3M) ...	28
4.1.10	Secador Mixto: Vista Lateral Izquierda en Tiras, de la Cámara de Secado (Lámina 4M).....	28
4.1.11	Secador Mixto: Vista Posterior en Tiras de la Cámara de Secado (Lámina 5M).....	29
4.1.12	Secador Mixto: Vista Isométrica Noreste y Vista Isométrica Suroeste en Tiras (Láminas 6M, 7M).....	29
4.1.13	Secador Mixto: Vista Frontal con Malla Mosquitera del Colector de Calor (Lámina 8M) .....	29
4.1.14	Secador Mixto: Vista Lateral con Tablas del Colector de Calor(Lámina 9M).....	29
4.1.15	Secador Mixto: Vista Frontal y Lateral Izquierdo de la Cámara de Secado con Tablas (Lámina 10M, 11 M).....	30
4.1.16	Secador Mixto: Vista Posterior de la Cámara de Secado con Tablas (Lámina 12M).....	30
4.1.17	Secador Mixto: Vista Isométrica Noreste y Suroeste con Tablas (Lámina 13M, 14M) .....	30
4.1.18	Datos de los pesos en masa de la simbiosis kombucha .....	31
4.1.19	Determinación de la humedad de cada uno de los tratamientos.....	34
4.1.20	Datos ingresados en InfoStat.....	35
4.1.21	Datos de las temperaturas regresadas en los secadores solares.....	36

4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	36
4.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	38
	<i>CAPÍTULO V.....</i>	<i>39</i>
	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	<i>39</i>
5.1	CONCLUSIONES.....	39
5.2	RECOMENDACIONES.....	41
	<i>CAPÍTULO VI.....</i>	<i>42</i>
	<i>PROPUESTA.....</i>	<i>42</i>
6.1	DATOS INFORMATIVOS .....	42
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	42
6.3	JUSTIFICACIÓN .....	43
6.4	OBJETIVOS.....	44
6.4.1	Objetivo general .....	44
6.4.2	Objetivos específicos .....	44
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	45
6.6	FUNDAMENTACIÓN.....	47
6.7	METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO.....	48
6.8	ADMINISTRACIÓN.....	50
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	51
	<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>52</i>
	<i>INTERNET .....</i>	<i>54</i>
	<i>ANEXOS A.....</i>	<i>55</i>
	<i>LÁMINAS .....</i>	<i>55</i>
	<i>ANEXOS B.....</i>	<i>56</i>
	<i>TABLAS.....</i>	<i>56</i>

1.5	Determinación de la cantidad de humedad de una muestra de 10 gramos de kombucha.....	57
	<i>Tabla No.1: Pesos y Porcentaje de una muestra de 10 gramos de kombucha .....</i>	<i>57</i>
	<i>Tabla No.2: Pesos y Porcentaje de una muestra de 10 gramos de kombucha en base seca después del secado solar.....</i>	<i>57</i>
1.6	<i>Pesos en masa de la kombucha en los 12 días de secado solar.....</i>	<i>58</i>
	<i>Tabla No. 3: Registro de los pesos entre las fechas 02 al 05 de Febrero del 2011. ....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.4: Registro de los pesos entre las fechas 07 al 09 de Febrero del 2011. ....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.5: Registro de los pesos entre las fechas 10 al 12 de Febrero del 2011. ....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.6: Registro de los pesos entre las fechas 14 al 18 de Febrero del 2011. ....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.7	Porcentaje de humedad de cada tratamiento los 12 días de secado, empezando desde la fecha 4 de Febrero del 2011..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.7: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.8: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje del agua .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.9: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua.....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.10: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<i>Tabla No.11: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

*Tabla No.12: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua ..... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.13: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua ..... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.14: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua ..... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.15: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua ..... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.16: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua ..... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.17: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua ..... ¡Error! Marcador no definido.*

1.8 Perdida de pesos en porcentaje de kombucha utilizando una regla de tres  
**¡Error! Marcador no definido.**

*Tabla No.18: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 02 al 05 de Febrero del 2011. ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.19: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 07 al 09 de Febrero del 2011. ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.20: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 10 al 12 de Febrero del 2011. ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.21: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 14 al 18 de Febrero del 2011. ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla No.22: Registro de las Temperaturas de los secadores solares del 02 al 18 de Febrero del 2011. ....64*

*Tabla No.23: Análisis de la varianza de las 137 horas .....64*

<i>Tabla No.24: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla No. 25: Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45274.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla No. 26: Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45274 .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla No.27: Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90573.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No. 28: Análisis de la varianza a las 384,25 horas.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No.29: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) Al 5% de significancia.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No.30: Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44858.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No. 31: Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44858.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla No. 32: Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,89741.....</i>	<i>67</i>
<i>ANEXOS C .....</i>	<i>68</i>
<i>GRÁFICOS.....</i>	<i>68</i>
<i>Grafico No. 1: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar directo.....</i>	<i>69</i>
<i>Grafico No. 2: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto.....</i>	<i>69</i>
<i>Grafico No. 3: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador directo.....</i>	<i>70</i>
<i>Grafico No. 4: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto.....</i>	<i>70</i>
<i>Grafico No. 5: Tratamientos de 5 gramos y 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en los secadores solares directo y mixto.....</i>	<i>71</i>
<i>1.9 Resultados obtenidos de la perdida de pesos en porcentaje de kombucha.</i>	<i>72</i>
<i>Grafico No. 6: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar directo.....</i>	<i>72</i>

<i>Grafico No. 7: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto.....</i>	<i>72</i>
<i>Grafico No. 8: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar directo.....</i>	<i>73</i>
<i>Grafico No. 9: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto.....</i>	<i>73</i>
<i>Grafico No. 10: Tratamientos de 5 gramos y 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en los secadores solares directo y mixto.....</i>	<i>74</i>
<i>Grafico No. 11: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a1b1.....</i>	<i>75</i>
<i>Grafico No. 12: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a1b1.....</i>	<i>75</i>
<i>Grafico No. 13: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a1b2.....</i>	<i>76</i>
<i>Grafico No. 14: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a1b2.....</i>	<i>77</i>
<i>Grafico No. 15: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a2b1.....</i>	<i>77</i>
<i>Grafico No. 16: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a2b1.....</i>	<i>78</i>
<i>Grafico No. 17: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a2b2.....</i>	<i>79</i>
<i>Grafico No. 18: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a2b2.....</i>	<i>79</i>
<i>ANEXOS D.....</i>	<i>81</i>
<i>FOTOGRAFÍAS.....</i>	<i>81</i>
<i>Fotografía No.1: Recolección de piedras volcánicas en la vía a Baños.....</i>	<i>82</i>
<i>Fotografía No.2: (a): Cuerpos gelatinosos de la simbiosis kombucha previo a la fermentación.....</i>	<i>82</i>
<i>(b): Medio de cultivo con la simbiosis kombucha.....</i>	<i>85</i>
<i>Fotografía No.3: (a) y (b): Construcción del secador solar directo</i>	
<i>Fotografía No.4: (a) y (b): Diferentes vista del secador solar directo.....</i>	<i>83</i>
<i>Fotografía No.5: Construcción del secador solar mixto (unido colector de calor con cámara de secado.....</i>	<i>84</i>

<i>Fotografía No.6:(a) y (b): Vistas posterior del secador solar directo (forma completa).....</i>	<i>84</i>
<i>Fotografía No.7: (a): Vistas Frontal del secador solar directo (forma completa)</i>	
<i>(b):Vista Lateral del secador mixto.....</i>	<i>85</i>
<i>Fotografía No.8: (a): Vistas Lateral del secador mixto (con piedras volcánicas en el colector de secado</i>	
<i>(b): Vista posterior del secador mixto.....</i>	<i>85</i>
<i>Fotografía No.9: (a): Vista frontal del secado mixto con el colector de calor, se observa las piedras volcánicas dentro de este.</i>	
<i>(b): Vista superior del colector de calor, con piedras volcánica.....</i>	<i>86</i>
<i>Fotografía No.10: Lugar donde recibieron la energía solar para el secado de las muestras de kombucha.....</i>	<i>87</i>
<i>Fotografía No.11: (a : Corte de la kombucha para la obtención de las muestras de 5 y 10 gramos.</i>	
<i>(b): Peso de una de las muestras para la deshidratación.</i>	
<i>(c): colocación de la muestra de kombucha en la mufla.....</i>	<i>87</i>
<i>Fotografía No.12: Kombucha deshidratada a los 12 días de exposición a la energía solar en el secado mixto.....</i>	<i>88</i>
<i>Fotografía No.13: Etiqueta para lo 100 gramos de kombucha secos en un secador mixto.....</i>	<i>89</i>
<i>ANEXOS E .....</i>	<i>90</i>
<i>NORMAS.....</i>	<i>90</i>

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En la deshidratación de productos para consumo humano, los combustibles tradicionales como los de origen fósil y eléctrico, contaminan y son caros, al utilizar la energía solar es una alternativa barata, ya que no necesita transporte y no genera sustancias contaminantes, obteniendo se productos de alta calidad nutritiva y bajo costo. Es el caso para el diseño de secadores solares como son: el directo y mixto, que permitieron el secado de la simbiosis kombucha dentro de 12 días de exposición a los rayos solares.

En esta investigación los dos secadores solares presentaron temperaturas que fluctuaban entre 36°C a los 60°C, estas temperaturas varían de acuerdo a la hora del día y la posición del sol sobre los secadores solares. Para determinar cuál de los secadores solares es el mejor, se consideró dos factores en estudio: Factor A Cantidad en gramos de la simbiosis kombucha y el Factor B los tipos de secadores solares. Cada uno de estos factores tiene niveles. Del factor A se complementó por: (a1) 5 g de kombucha, (a2) 10 g de kombucha y del factor B se compuso por (b1) secador solar directo, y (b2) secador solar mixto. Se trabajó con tres replicas para cada tratamiento.

Dentro de las 137 horas de secado, se estableció un estudio estadístico porque este tiempo los pesos de las muestras ya tendían a ser constantes determinándose que el mejor tratamiento es a2b2: 10 g de kombucha en un secador solar mixto. También se evaluó a las 384,25 horas de secado, las cuales eran las últimas porque los pesos ya estaban constantes de todos los tratamientos, en el estudio estadístico el mejor tratamiento es a2b2: 10 g de kombucha en un secador solar mixto. Reconociendo que en el secador mixto los 10 g que se colocó de kombucha es en el que se logró mayor deshidratación.

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador no se ha hecho investigación con respecto a la deshidratación de la kombucha en secadores solares. Esta alternativa que se plantea en el proyecto se enfoca en poder utilizar una energía alternativa y gratuita como es la energía solar, la misma que ayuda al secado de la simbiosis kombucha, mediante el diseño y construcción de los secadores solares como son: directo y mixto.

El Ecuador tiene una ventaja importante que es poder tener la mayoría del año sol, el cual puede ser empleado para el secado, al ser utilizado técnicamente para la aplicación de secadores solares, pasando la energía solar a energía calorífica, la cual desprenderá calor de los cuerpos que se deseen secar, mediante esta técnica.

Con la utilización de secadores solares, abaratamos costos, al no utilizar combustibles fósiles o energía eléctrica para provocar el secado, disminuyendo el consumo de estos insumos, abaratando costos de producción en forma artesanal.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN**

**“DISEÑO DE SECADORES SOLARES PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA SIMBIOSIS DE KOMBUCHA CON EL OBJETO DE APROVECHAR EFICIENTEMENTE UNA ENERGÍA LIMPIA”**

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

##### **Contexto Macro**

Según **BERGUES. C, et al (2008, Revista)**; el incremento del uso de las fuentes renovables de energía es un aspecto clave en la estrategia de desarrollo de países tropicales como Cuba, y son reconocidos universalmente los altos potenciales de las mismas para el ahorro de energía, y la sustitución de combustibles fósiles con la consiguiente disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros productos de la combustión que generan un impacto positivo en la economía y el medio ambiente.

En el 2002 hubo algunos ensayos sobre tecnologías de secado (**Centro Internacional de Agricultura Tropical**), inicialmente, se consideró el secado solar dadas las condiciones de clima caliente en el territorio de yorito, pero la misma fue descartada debido a la falta de diseños de secadores solares eficientes y al

desconocimiento de experiencias de secado solar en Honduras. En Internet se encontraron muchos diseños de secadores solares pero ninguno de ellos parecía efectivo; por otro lado, en invierno, la incidencia solar es menor y esto podía afectar la suplencia de producto en los mercados.

### **Contexto Meso**

**DELGADO. E, et al (2009)**, menciona lo siguiente; el Ecuador ha sido tradicionalmente uno de los países más grandes productores de granos y frutas. A lo largo de la historia la actividad agrícola del cultivo de los mismos, ha representado un gran ingreso a la economía nacional. Debido a la producción y comercialización por su generación de divisas al país. Debido a la situación geográfica, el Ecuador recibe un alto potencial de radiación solar, principalmente en las costas. La radiación media está al alrededor de 3-4 kWh/m<sup>2</sup>/día por lo que sería muy útil aprovechar este recurso energético por medio de la implementación de secadores para granos y así aportar con mejoras a las comunas campesinas de nuestro país.

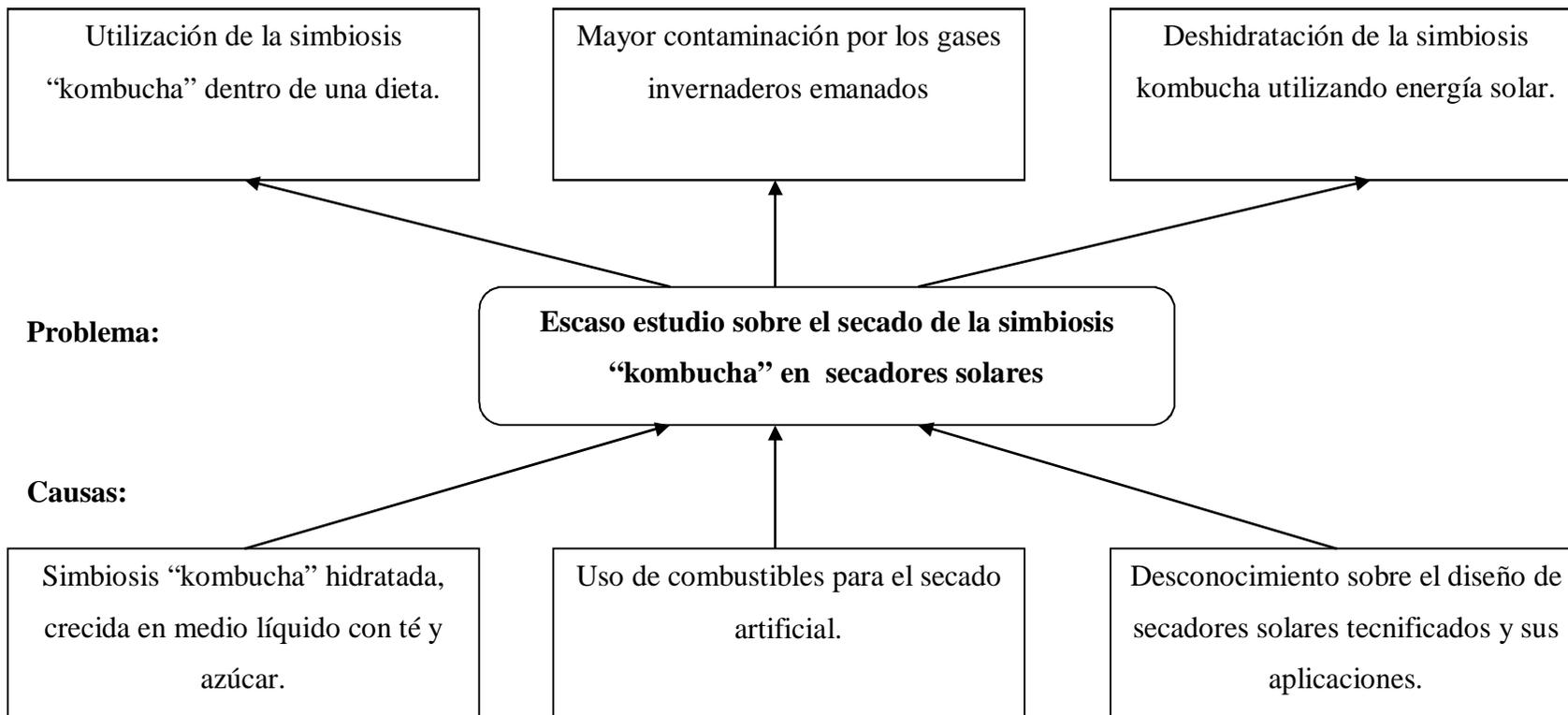
En la operación de secado, es importante controlar la humedad del producto en función del tiempo y temperatura de secado; al producto no le podemos extraer toda su humedad porque se estaría afectando la naturaleza (desnaturalización) y por lo tanto, cambiarían sus propiedades (**MUÑOZ. Deyanira y, CABRERA. Gerardo**).

### **Contexto Micro**

Según, **ALDAZ. M, (2001)**; menciona, el secado es una operación importante en muchas industrias químicas y de tratamientos; entre las principales razones por la que se aplica pueden anotarse: facilitar el manejo posterior del producto, permitir el empelo satisfactorio del mismo, reducir el costo del embarque, preservar los productos durante el almacenamiento y transporte, aumentar el valor o utilidad de los productos residuales.

## 1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

### Efectos:



Cuadro No. 1: Relación Causa – Efecto

Elaborado por: Erika Sánchez.

## **Relación Causa-efecto**

El escaso estudio sobre el secado de la simbiosis “kombucha” en secadores solares, es importante a causa de la simbiosis “kombucha” hidratada, crecida en medio líquido con té y azúcar, provocando el efecto de la utilización de la simbiosis “kombucha” dentro de una dieta.

El uso de combustibles para el secado artificial tiene el efecto de producir mayor contaminación por los gases invernaderos emanados, otra de las causas es el desconocimiento sobre el diseño de secadores solares tecnificados y sus aplicaciones provocando la deshidratación de la simbiosis kombucha utilizando energía solar.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

Al no investigar sobre la deshidratación de la simbiosis “kombucha” en los secadores solares, se desaprovecharía un proceso de bajo costo, por que utilizaría energía solar, la cual es acumulada en los secadores solares para la deshidratación. La energía solar es uno de los recurso que está considerada como parte de las energías limpias por que minimiza la cantidad de contaminantes emanados al medio ambiente, evitando el uso de combustibles fósiles, los cuales son los principales en usarse en un secador artificial y es gratis.

También la deshidratación de alimentos es una técnica utilizada para la conservación de alimentos, la cual ayuda a la prolongación del mismo y evita la descontaminación, tal es el caso de la simbiosis “kombucha”, que es un cuerpo gelatinoso y al deshidratarlo facilita el manejo y transporte del mismo, con el propósito que el consumidor final pueda agregar a una dieta alimenticia para aprovechar su valor nutritivo.

#### **1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De que manera el diseño de secadores solares permitirán mejorar la deshidratación de la simbiosis “kombucha”, utilizando energía solar?

#### **1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES**

¿En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se ha propagado en un sustrato la simbiosis Kombucha?

¿En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se ha dimensionado secadores solares en un programa de diseño asistido por computadora?

¿En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se ha construido secadores solares en base a un dimensionamiento?

¿En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se ha deshidratado la simbiosis Kombucha en los secadores solares, en base a tratamientos establecidos con los factores en estudios?

¿En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos se ha evaluado estadísticamente el mejor tratamiento para la deshidratación de la simbiosis Kombucha?

#### **1.2.6 DELIMITACIÓN**

**Campo:** Ingeniería Bioquímica.

**Área:** Bioprocesos

**Aspecto:** Secadores

**Delimitación Temporal:** diciembre 2010 a marzo 2011

**Delimitación espacial:** Benjamín Franklin s/n e Isaac Newton. Cdla. San Vicente de Picaihua.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Desde tiempos inmemoriales, el hombre ha empleado como método de conservación de alimentos, la desecación o deshidratación, utilizando la exposición al aire y al sol, productos como el maíz, cacao, café, entre otros.

En la actualidad la investigación de técnicas de conservación de alimentos, está enfocada en obtener productos de alta calidad, con características semejantes a los alimentos frescos, en color, aroma, sabor y textura; los cuales no contengan agentes conservantes.

La simbiosis “kombucha” es una combinación de levaduras con varias bacterias que juntas producen antibióticos naturales, se multiplica en medio líquido que está compuesto por té y azúcar, produciendo una biomasa en forma de membrana uniforme y gelatinosa, dentro de la investigación lo que se busca es poder aplicar técnicas de conservación de alimentos para darle un valor agregado a la deshidratación de Kombucha.

La energía solar es una alternativa para la deshidratación de alimentos, por el hecho de que se utiliza como fuente al sol, que es energía fotosintética con un alto potencial energético, económico, social y ecológico. Con lo cual se contribuye a la conservación

del medio ambiente porque evita las emisiones de anhídrido carbónico, óxidos de nitrógeno y azufre que son equivalentes al consumo de electricidad y combustibles fósiles, los cuales son utilizados en los secadores artificiales.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar los tipos de secadores solares para la deshidratación de la simbiosis del “kombucha”.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Propagar en un sustrato adecuado la simbiosis de “kombucha”.
- Dimensionar los dos tipos secadores solares en un programa de diseño asistido por computadora.
- Construir los dos tipos secadores solares en base al dimensionamiento propuesto.
- Deshidratar la simbiosis de “kombucha” en los secadores solares, en base a tratamientos establecidos con los factores en estudio.
- Evaluar estadísticamente el mejor tratamiento para la deshidratación de la simbiosis “kombucha”.
- Elaborar una propuesta para determinar el costo de producción para el secado de kombucha, utilizando el mejor tratamiento.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según **GOMEZ. M, (2009)**, menciona que, “la rotación de charolas tuvo una contribución importante sobre tiempo en un (7%), licopeno (23.1%) y ácido ascórbico (2.5%), a un nivel de significancia del 5%. Las concentraciones de ácido ascórbico se conservan mejor cuando se emplea la rotación de charolas y usando temperaturas de 45 y 50 °C”, para la deshidratación de tomate saladito en un secador de charolas giratorias. Esto permite establecer que la rotación de charolas dentro del secador giratorio permite optimizar y homogenizar a las muestras que se están secando.

Las posibilidades que brinda la disponibilidad térmica solar son analizadas por **RESTREPO. A, et al; (2005)**, menciona, que uno de los procesos más importantes del sector agrícola donde se podía emplear la energía solar es el secado de granos, debido a su alta diversificación en todo el país, y a la necesidad de disminuir su humedad con el fin de poder almacenarlos de manera segura. Resaltando que la energía solar es una de las mejores alternativas, debido a sus bajos costos de instalación y casi nulo el mantenimiento.

El secado de productos con el sol es un procedimiento antiguo, útil y sencillo, requiere pocos grados por encima de la temperatura ambiental (**Inci & Dursun 2001**) donde precisamente los colectores solares son más eficientes (**Fonseca & Bergues 2002**). Los secadores solares, por sencillos y funcionales son una alternativa ecológica simple de ahorro de energía. Los granos, por ejemplo, en su mayoría tienen temperaturas máximas de secado próximas a 60°C (**Rodríguez 2005**).

**MORENO. Gamaliel**, manifiesta que; los dos elementos básicos de un secador solar son: el colector, donde la radiación calienta el aire y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire que pasa. Estos elementos pueden diseñarse de diferentes formas para integrarse a diferentes equipos de secado solar.

**Tipos de Circulación:** El aire circula dentro del secador con el fin de eliminar la humedad evaporada del producto. Esta circulación se logra por dos métodos: circulación forzada y por convección natural.

***Circulación forzada:***

El aire es movido por un ventilador que consume energía mecánica o eléctrica. Este tipo de circulación facilita el diseño en el caso de los equipos de tamaño grande, además de facilitar el control del proceso de secado. Usando este tipo de circulación se pueden obtener velocidades de circulación de aire entre 0.5 y 1 m/s. La principal desventaja de la circulación forzada es el hecho de que se debe disponer de una fuente de energía eléctrica.

***Circulación por convección natural:***

El aire es movido por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo, que promueven la convección térmica del aire. Este tipo de circulación se hace más difícil de incorporar con equipos grandes. Para equipos pequeños o medianos se pueden lograr velocidades de aire de 0.4 a 1 m/s al interior de la cámara, pero en equipos grandes esta velocidad no sobrepasa los 0.1 a 0.3 m/s.

**Tipos de Secadores Solares:**

***Indirecto:***

El colector y la cámara de secado están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de

secado no permite la entrada de la radiación solar. Este secador es esencialmente un secador convectivo convencional sobre el cual el sol actúa como fuente energética. Los secadores directos difieren de los indirectos en la transmisión de calor y la separación de vapor.

*Características:*

- Los secadores indirectos que utilizan fluidos de condensación como medio de calentamiento son, en general, económicos desde el punto de vista del consumo de calor, ya que suministran calor sólo de acuerdo con la demanda hecha por el material que se está secando.
- El calor se transfiere al material húmedo por conducción a través de una pared de retención de sólidos, casi siempre de naturaleza metálica.
- Las temperaturas de superficie pueden variar desde niveles inferiores al de congelación, hasta mayores de 550°C, en el caso de secadores indirectos calentados por medio de productos de combustión.
- Su funcionamiento se caracteriza por algún método de agitación para aumentar el contacto entre el material húmedo y la superficie metálica caliente, así como para efectuar un cambio continuo de material húmedo en la superficie caliente. La naturaleza de dicho contacto determina la velocidad de secado total de los secadores indirectos. Los materiales granulares pesados dan mayor coeficiente de transferencia de calor de contacto que los materiales sólidos voluminosos.

*Directo:*

En este tipo de secador, el colector y la cámara de secado, pueden juntarse, en cuyo caso la cámara que contiene el producto también cumple la función de colector recibiendo la radiación solar. En los secadores solares directos la radiación solar es absorbida por el propio producto, resultando más efectivo el aprovechamiento de la energía para producir la evaporación del agua. Esto se debe a que la presión de vapor en la superficie del producto crece por la absorción de radiación solar. Por lo tanto el gradiente de presiones de vapor entre producto y aire se hace mayor y se acelera el secado. La combinación de

colector y cámara en una sola unidad puede ser más económica en muchos casos, especialmente en los secadores de menor tamaño. Este tipo de secadores es casi siempre con circulación de aire por convección natural. Esto hace que a veces el control del proceso sea poco confiable. Para algunos productos la acción de la radiación solar puede destruir algún compuesto orgánico que lo compone y que tiene interés comercial.

*Características:*

- El agente de secado puede ser aire calentado por vapor, gases de combustión, gas inerte calentado (nitrógeno por ejemplo), o vapor de agua sobrecalentado.
- El secado se efectúa por transferencia de calor por convección entre los gases calientes y el sólido mojado, en donde el flujo de gases extrae el líquido vaporizado y separa el vapor.
- Un secador directo consume más combustible por kilogramo de agua evaporada, mientras más bajo sea el contenido de humedad.
- La eficiencia mejora al aumentarse la temperatura del gas de entrada a una temperatura de salida constante.

*Mixto:*

Son aquellos donde la colección de radiación se realiza tanto en el colector solar previo a la cámara de secado como en la misma cámara de secado. El Secador solar mixto presenta varias ventajas; en primer lugar el control del proceso es más simple (sobre todo en el caso de secadores con circulación forzada de aire). Es fácil de integrar una fuente auxiliar de energía para construir un sistema híbrido. El tener una cámara de secado separada de los colectores facilita la manipulación del producto y las labores de carga y descarga. Dado que la cámara no permite la entrada de la radiación solar, este sistema permite secar en forma conveniente productos que se puedan dañar o perder su calidad de aspecto por una exposición directa al sol. Una desventaja de este tipo de secadores es el hecho de que al añadir el colector previo a la cámara para recolectar

energía solar, el tamaño del equipo y sus costos aumentan. Una segunda desventaja es que para evaporar la misma cantidad de agua se necesita mover más kilogramos de aire a mayor temperatura que en el caso de los secadores directos.

La “kombucha” es un fermento tradicional de té endulzado, preparado con té verde o té negro y azúcar refinada (**Günther, 2005**), que ha mostrado resultados importantes atribuidos a la fermentación producida por la simbiosis de microorganismos presentes en su cultivo (**Teoh et al., 2004**). Se ha encontrado que tiene acción como antibiótico natural y ayuda a mantener el pH (**Sievers et al., 1995**); considerada una bebida para la prevención de enfermedades renales, cancerígenas y para la desintoxicación del cuerpo.

**FASCHING. Rosina**, menciona que; la simbiosis kombucha no tiene las características ni el patrón de crecimiento de un hongo. En realidad, es una colonia simbiótica de bacterias y levaduras, miembros de la familia fungi, se lo denomina hongo Kombucha, pero realmente no es un hongo, sino una colonia simbiótica de bacterias y levaduras con la forma de una medusa deforme. Este cultivo viviente, se reproduce durante el proceso de fermentación, dando lugar a otro cultivo, al cual se le refiere normalmente, como cultivo hijo. El cultivo tiene la apariencia de una masa gelatinosa, similar en alguna forma a un panqueque o esponja y de un color grisáceo.

La membrana consiste de una superficie gelatinosa y áspera en forma de disco plano. El Kombucha vive en una solución nutritiva de té y azúcar, dentro de la cual se multiplica permanentemente a través de la germinación. El disco fúngico al principio se expande sobre toda la superficie del té, y luego comienza a engrosarse. Si uno trata al hongo en forma correcta, éste germina y se reproduce, y con el cuidado apropiado, puede acompañarlo toda su vida. Durante la fermentación y procesos de oxidación, el hongo se alimenta del azúcar en el té, y a cambio, como si fuese una diminuta fábrica bioquímica, produce otras sustancias, las cuales se dice son las que le brindan el valor al té: ácido

Glucurónico, ácido L-Láctico, vitaminas, aminoácidos, sustancias antibióticas y otros productos.

Estudios médicos y científicos, se han preocupado por el efecto de la bebida de Kombucha como remedio casero. Hablan de su efecto terapéutico basándose en los ácidos Glucónico y Glucurónico, L-láctico y acético, así como de las vitales vitaminas C y las del Grupo B. Como se ha demostrado especialmente por científicos rusos, muchos de sus componentes, tienen efecto antibiótico y desintoxicante que juegan un rol primordial en los procesos bioquímicos del cuerpo.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSOFICA**

El perfil de investigación científica tiene un fundamento de carácter académico científico con clara predisposición dialéctica en la que predomina el análisis, la síntesis, la inducción y la deducción.

El análisis por que permite desglosar las partes del tema investigativo y someterlo al crisol de la ciencia. Es sintético por cuanto se abstrae el conocimiento para poder llegar a generalizaciones.

Es inductivo porque vamos de lo particular a lo general en el proceso de investigación. Es deductivo por cuanto en algunas etapas de la investigación se ha iniciado de lo general a lo particular.

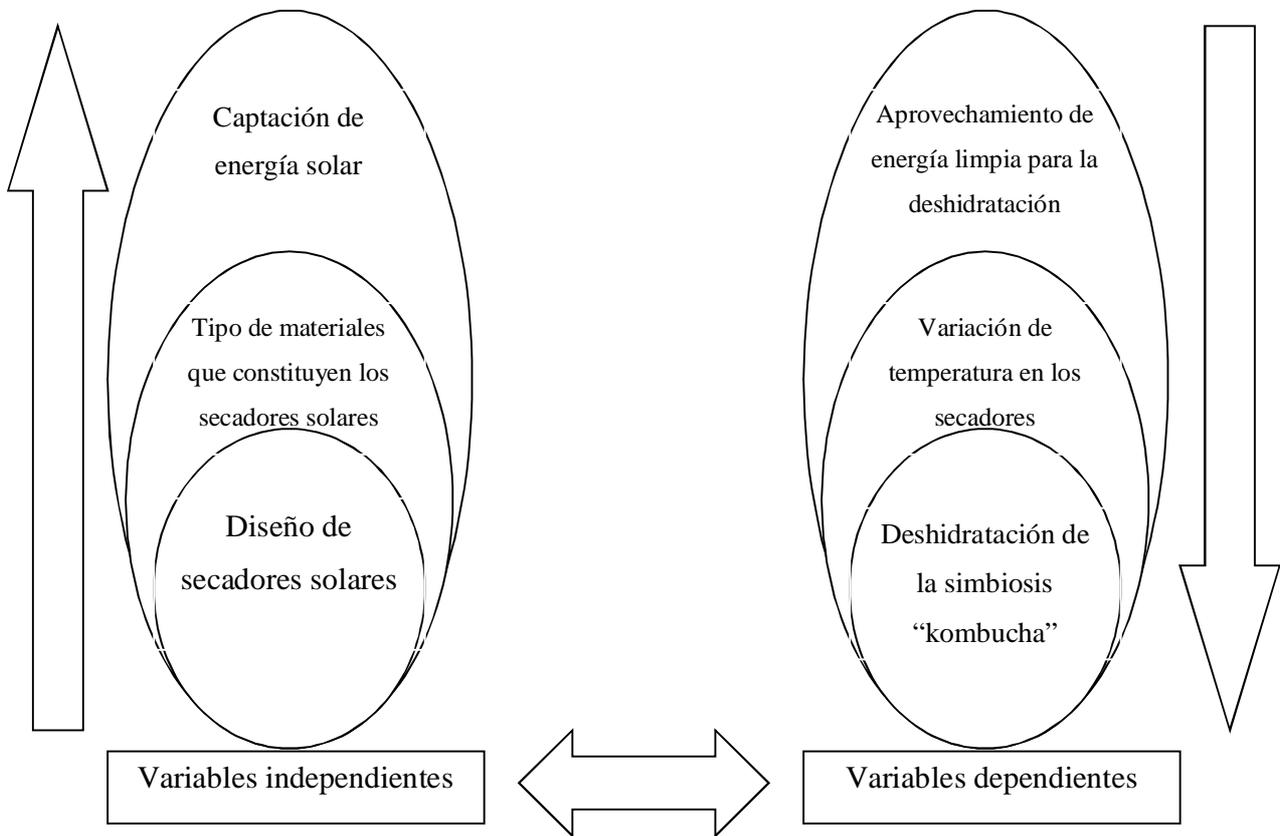
## **2.3 FUNDAMENTACION LEGAL**

### ***Codex alimentarius***

**CODEX STAN 38-1981:** Norma General para los hongos comestibles y sus productos.

**CODEX STAN39-1981:** Norma para los hongos comestibles desecados.

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



Cuadro No. 2: Relación Causa – Efecto

Elaborado por: Erika Sánchez

## 2.5 HIPÓTESIS

**Hi:** Los secadores solares deshidratarán la simbiosis “kombucha” utilizando energía limpia.

**Ha:** los secadores solares directo y mixto deshidratan de igual manera las muestras de kombucha.

**Ho:** los secadores solares directo y mixto deshidratan de diferente manera las muestras de kombucha.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS**

Dentro del diseño de los secadores solares para la deshidratación de la simbiosis “kombucha”, se estableció que el diseño de secadores solares gracias a un dimensionamiento adecuado y una ruta interna del aire circulante, logra la deshidratación de los cuerpos colocados dentro de los secadores solares, permitiendo la deshidratación de la simbiosis “kombucha”.

El tipo de materiales que constituyen los secadores solares provocan la variación de temperatura en los secadores solares, ya que cada uno capta energía solar, la cual genera variaciones en la densidad del aire, cual evapora el agua contenida en la simbiosis “kombucha” mediante convección; para la variación de peso del cuerpo de la simbiosis “kombucha”.

La captación de la energía solares solar tiene un rol muy importante pues genera una alternativa para la producción, en este caso, aprovechan la energía limpia para la deshidratación de la simbiosis “kombucha”.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3 METODOLOGÍA**

##### **3.1 ENFOQUE**

La investigación fue cuantitativa, ya que se realizó bioensayos en los diferentes secadores solares para la determinación de la deshidratación de la simbiosis “kombucha” mediante la variación de peso en el transcurso del tiempo de exposición en los secadores solares.

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

El perfil de investigación tuvo un sustento bibliográfico, documental y de campo. Fue bibliográfico porque se consultó en libros, textos, revistas, folletos, internet. Documental porque se revisó archivos y documentos que facilitaron el desarrollo de la investigación. Fue de campo porque el perfil se elaboró en el lugar, en el cual se produce el objeto de estudio.

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

El perfil de investigación tuvo los siguientes niveles Exploratorio, Descriptivo, Correlacional o Asociación de Variables. Fue exploratorio porque permitió desarrollar temas nuevos o poco conocidos; descriptivo porque se desarrolló ampliamente criterios y contenidos; y fue Correlacional o de asociación de variables porque permitió enfrentar a la variable independiente con la variable dependiente.

### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

**La población:** 4 tratamientos x 3 réplicas= 12 muestras.

**La muestra:** Fue el peso en gramos de la simbiosis “kombucha” que se dio tratamiento y se colocó en los secadores solares.

### 3.5 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

#### 3.5.1 Variable Independiente

Cuadro No 3: Diseño de Secadores Solares

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Técnicas e instrumentos
Proyección de las piezas que conformar los secadores solares dentro de un espacio.	Unidades en cm de largo, ancho y profundidad	Tipo de secador solar diseñado	¿Las piezas que conforman a los secadores solares varían por el tipo de secado solar?	Cinta Métrica
	Tiempo de construcción de los diseños de los secadores			

Elaborado por: Erika Sánchez

#### 3.5.2 Variable dependiente

Cuadro No 4: Deshidratación de la Simbiosis “Kombucha”

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Técnicas e instrumentos
Perder parte de agua que entra en la composición de la simbiosis “kombucha”	Variación de peso	Peso constante en el tiempo de deshidratación	¿Al perder parte del agua que entra en la composición de la simbiosis “kombucha” el peso pasa ha ser constante?	Balanza
	Tiempo de deshidratación			

Elaborado por: Erika Sánchez

### **3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

Las técnicas utilizadas para la recolección de la información fueron la observación directa puesto que se estuvo en contacto con el objeto de estudio en escenarios y ambientes debidamente preparados y equipados, para la realización de la investigación que condujo a la comprobación o rechazo de las hipótesis planteadas.

### **3.7 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS**

Para cumplir con los objetivos establecidos, la investigación se realizó de acuerdo a los objetivos específicos de la investigación:

#### **3.7.1 Propagación en un sustrato adecuado de la simbiosis “kombucha”**

##### **3.7.1.1 Procedimiento:**

###### **Receta estándar**

- 150 g/L Azúcar.
- 10 g/L Té negro.
- 1 película o membrana de “kombucha” (inóculo).

Para la preparación del sustrato, se midió 6 litros de agua, que fueron colocados en una olla esmerilada para la cocción del sustrato.

Cuando el agua estuvo en ebullición se colocó 300 g de azúcar y se dejó cocinar por 10 minutos, donde luego se colocó 20 g de té, y se esperó que se enfrié a temperatura ambiente.

Se procedió a la fermentación del sustrato por 13 días, con la simbiosis kombucha”, para lo cual se fermentó a temperatura ambiente en botella de plásticos con capacidad de 5 litros cada una.

### 3.7.2 Dimensión de los dos secadores solares en un programa de diseños asistido por computadora

Se ejecutó el diseño de los dos secadores solares como son:

- Secador directo.
- Secador mixto.

El diseño fue realizado en un programa asistido por computadora (AutoCAD), el cual permitió visualizar las fallas y se mejoró las disposiciones de los implementos que formaron parte de los secadores mixto y directo.

### 3.7.3 Construcción de dos secadores en base al dimensionamiento propuesto.

Se construyó los secadores directo y mixto de acuerdo a las dimensiones establecidas en el programa AutoCAD.

Donde se utilizó vigas de madera, malla, planchas de madera, clavos, plástico para la cobertura de los secadores solares.

### 3.7.4 Deshidratación de la simbiosis “kombucha” en los secadores solares, en base a tratamientos establecidos con los factores en estudio

#### 3.7.4.1 Factores en estudio.

Se realizó un diseño factorial en arreglo AxB donde los factores son:

**Factor A:** Peso en gramos de la simbiosis Kombucha.

Cuadro No 5: Niveles del Factor A

Nivel	Peso en gramos (g) de la simbiosis “kombucha”
<i>a1</i>	5 g
<i>a2</i>	10 g

Elaborado por: Erika Sánchez

**Factor B:** Tipo de secador solar empleado para la deshidratación de la simbiosis Kombucha.

Cuadro No 6: Niveles del Factor B

Nivel	Tipo de Secador Solar
<i>b1</i>	Secador solar directo
<i>b2</i>	Secador solar mixto

Elaborado por: Erika Sánchez

### 3.7.4.2 *Tratamientos.*

Los tratamientos resultó de la combinación de los 2 factores en estudio: peso en gramos de la simbiosis “kombucha” y tipos de secadores solares, cada uno de los factores tiene 2 niveles, resultando en total 4 tratamientos:

Cuadro No. 7: Número de tratamientos.

Peso en gramos de la simbiosis “kombucha”	Tipos de Secadores Solares	Tratamientos
a1	b1	a1b1
	b2	a1b2
a2	b1	a2b1
	b2	a2b2

Elaborado por: Erika Sánchez

### 3.7.4.3 *Procedimiento:*

- Para iniciar la experimentación se obtuvo el porcentaje de humedad de la simbiosis “kombucha” en el peso 10 g.
- El contenido de humedad en base húmeda, definido como el peso del agua presente en el producto por unidad de peso del material sin secar (1). El contenido de humedad en

base seca, definido como el peso del agua presente en el producto por unidad de peso del material seco (2).

$$M_{wb} = \frac{W_w}{W_o} = \frac{W_o - W_d}{W_o} \quad (1)$$

$$M_{db} = \frac{W_w}{W_d} = \frac{W_o - W_d}{W_d} \quad (2)$$

Dónde

$M_{wb}$ : Humedad en base húmeda (Kg. agua / Kg.prod. húmedo)

$M_{db}$ : Humedad en base seca (Kg. agua / Kg. prod.seco)

$W_o$ : Peso inicial de la materia sin secar (Kg.)

$W_w$ : Cantidad de agua en el producto húmedo (Kg.)

$W_d$ : Peso de la materia seca en el producto (Kg.)

- El contenido de humedad inicial de la kombucha, se utilizó una balanza SCIENTECH SA210, en donde se pesó, una muestra de 10 gramos y se provocó la eliminación total del agua contenida, sometiéndole a un calentamiento en la mufla a temperatura de 105 °C, durante 24 horas.
- Luego se pesó en una balanza SCIENTECH SA210, nuevamente la muestra y se obtuvo el peso de la materia seca de la kombucha, el contenido de humedad se encontró por diferencias de pesos.
- Se procedió a realizar los tratamientos establecidos con cada uno de los factores, llevando las muestras de las simbiosis “kombucha” a los secadores solares directo y mixto.

***Respuesta experimental:*** diferencia de pesos en el tiempo.

***Numero de réplicas:*** tres para cada tratamiento.

***Unidad experimental:*** cantidad de la simbiosis “kombucha”.

- Se colocó las muestras tratadas en los secadores directo y mixto, y se tomó los siguientes datos: temperatura y peso de la muestra.
- Se obtuvo un registro por cada día de secado.

### 3.7.5 Evaluación estadística del mejor tratamiento para la deshidratación de la simbiosis “kombucha”

Los tratamientos fueron registrados en el siguiente cuadro para el análisis factorial de AxB.

Cuadro No 8: Número de tratamientos y 3 réplicas para la experimentación.

Peso en gramos de la simbiosis “kombucha”	Tipos de Secadores Solares	Tratamientos	Replicas		
			Replica 1	Replica 2	Replica 3
a1	b1	a1b1			
	b2	a1b2			
a2	b1	a2b1			
	b2	a2b2			

Elaborado por: Erika Sánchez

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La experimentación se basó en los factores de estudio registrados en los cuadros (5 y 6), los cuales detallan las cantidades de kombucha y los tipos de secadores solares empleados, respectivamente.

Para el proceso de secado de kombucha, se diseñó en AutoCAD los planos y medidas de los secadores solares. En los dos tipos de secadores se utilizaron materiales como madera, malla mosquitera y plástico. La madera triplex tiene un coeficiente de conducción térmica entre los 0,051 – 0,061 kcal/h/m<sup>2</sup>/°C/mm (AREVALO, R.L; 1976).

##### 4.1.1 Secador Directo: Vista Frontal, Lateral y Posterior de Tiras (Láminas 1, 2, 3)

El secador directo fue construido con una inclinación de 20 grados sobre el eje x, con el objeto de que el flujo de aire frío que entra en el secador, se caliente y por diferencia de densidad vaya secando a la muestras de kombucha. En la vista frontal (Lámina 1) el ancho del secador es de 52 cm, con una altura total de 40,68 cm, la malla mosquitera fue de 21 cm de alto, que evito la contaminación de insectos durante el secado. Si la altura fuera mayor a la establecida, el aire que entra pasa de largo, enfriando a las muestras y no las seca.

La vista lateral del secador en tiras (Lámina 2), posee un largo de 116 cm, sobre lo cual se colocaron las bandejas con las muestras.

El volumen que ingreso de aire frio, desde la parte frontal del secador directo fue de  $126672 \text{ cm}^3$ , cruzando los 116 cm de largo del secador.

La vista posterior (Lámina 3) se construyó con una abertura que equivale a un tercio de los 52 cm de la parte frontal del secador, es decir 21,33 cm de ancho por 21 cm de alto, con un área de  $447,93 \text{ cm}^2$  por donde salió el aire caliente del secador directo deshidratando a las muestras de simbiosis kombucha. Los  $20^\circ$  grados de desnivelación que se dio al secador, fue por una altura de 83,60 cm posterior con este ángulo de inclinación, se pudo deshidratar a las muestras por diferencia de densidad del aire gracias a la gravedad que permitió desplazar el vapor de las muestras.

#### **4.1.2 Secador Directo: Vista Isométricas Noreste y Suroeste en Tiras. (Láminas 4, 5)**

Las vistas isométricas del secador solar directo son la noreste y la suroeste, donde se visualizan las posiciones en que quedaría el esqueleto del secador y el espacio correspondiente que tendrían las bandejas con las muestras a secarse.

#### **4.1.3 Secador Directo: Vista Frontal, Lateral y Posterior con Tablas. (Láminas 6, 7, 8)**

La vista frontal del secador (Lámina 6) posee un largo de 60,5 cm y un ancho de 25,5 cm de malla mosquitera que equivale a una área  $1542,75 \text{ cm}^2$ . Los soportes (patas) del secador son de 15,18 cm.

La vista lateral (Lámina 7) posee un largo de 121 cm con un alto de 25 cm. Para la colocación de las bandejas se colocó vigas de 8 cm de largo por 2 cm de espesor y 4 cm de ancho, lo que evito tocar la base del secador y poner en forma paralela al eje x las bandejas.

En la vista posterior (Lámina 8) se indica en un tercio de malla mosquitera que equivale a 20 cm de largo por 25 cm de alto.

#### **4.1.4 Secador Directo: Vista Superior con Tablas (Lámina 9)**

Se esquematiza las medidas internas del esqueleto con las tiras, y las medidas externas con las maderas. Resultando las medidas finales de un ancho de 61 cm parte frontal y posterior y un largo de 121 cm.

Obteniendo un área interna del secador directo de  $6032 \text{ cm}^2$ , en donde se colocó las bandejas con las muestras. Las bandejas tienen una medida de 55 cm x 56,5 cm con un área para el secado de  $3107,5 \text{ cm}^2$ , en este secador ingreso dos bandejas dando un total de área para el seco de  $6215 \text{ cm}^2$ ; en donde se colocaron las muestras de la simbiosis kombucha.

#### **4.1.5 Secador Directo: Vista Isométricas Noreste y Suroeste en con Tablas (Láminas 10, 11)**

En las dos vistas establecidas se observa cómo va a encajar las bandejas dentro del secador, para que los 20 grados de inclinación ayuden al secado, las bandejas deben ir en posición paralela al eje de las x.

#### **4.1.6 Secador Directo: Vista Completa con Bandejas (Láminas 12, 13)**

En la lámina 12 se dibujó las bandejas y la posición final que tendrán las mismas dentro del secador solar directo, mientras que en la lámina 13 se coloca la tapa como una visualización generalizada del secador. La tapa que cubre al secador solar esta forrada de plástico para permitir el paso de los rayos solares, esta calza como una caja de zapatos sin tope, con el objeto de evitar la salida de aire caliente. Teniendo un área de exposición al sol de cerca de los  $7381 \text{ cm}^2$ .

Las bandejas están construidas con malla de plástico, ya que las de metal oxida y obscurece a la simbiosis kombucha. La malla permitió el fácil lavado y secado, por ser más ancha y evito la acumulación de restos de las muestras secas. La capacidad de carga del secador directo fue calculada por el diámetro de las muestras de la simbiosis kombucha, que fue de 3 cm, determinándose un superficie final de 16 cm<sup>2</sup> sobre la bandeja de 31075,5 cm<sup>2</sup>, en donde se demostró que pesando 10 gramos de la simbiosis kombucha ingresa 3,88 Kg en todo el secador solar directo, determinado para cada bandeja una capacidad de 1,94 Kg para secar.

Cuadro No 9: Costo Estimado para la Construcción de un Secador Solar Directo

<b>SECADOR DIRECTO</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.</b>	<b>Total</b>
			<b>Unitario</b>	
<b>INSUMOS Y MATERIALES</b>				
<b>Lámina Triplex</b>	plancha de 1,7 m x 2,5 m	2	17,50	35,00
<b>Vigas de madera</b>	altura 2 m	11	1,25	13,75
<b>Malla mosquitera</b>	m <sup>2</sup>	1	2,50	2,50
<b>Malla ancha</b>	m <sup>2</sup>	1	1,95	1,95
<b>Plástico</b>	m <sup>2</sup>	1	2,60	2,60
<b>Tachuelas</b>	lb	0,5	2,00	1,00
<b>Clavos</b>	lb	1	3,00	3,00
<b>Mano de Obra</b>	unidad	1	8,83	8,83
			<b><u>Costo total</u></b>	<b><u>68,63</u></b>

Elaborado por: Erika Sánchez

#### 4.1.7 Secador Mixto:

Secador mixto: se diferencia del secador directo por tener un colector de calor que está conectado a una cámara de secado donde están las bandejas con las muestras.

#### **4.1.8 Secador Mixto: Vista Frontal y Lateral del colector de calor (Lámina 1M, 2M)**

La vista frontal (Lámina 1M) posee medidas de 50,5 cm de ancho por 43,85 cm de alto en vigas, con una abertura de 17 cm para colocar la malla mosquitera, esta va separada por una viga en la mitad, dando un ancho de 19,25 cm tanto al lado izquierdo como el derecho, permitiendo el flujo de entrada de aire al colector de calor.

Para la determinación del largo del colector de calor se tomó en cuenta que por cada superficie de la bandeja que entra en la cámara de secado, va a tener el colector de calor, siendo una relación uno a uno. Cada una de las bandejas tuvo una superficie de 54,5 cm x 55 cm, obteniéndose 2997,5 cm<sup>2</sup>, sumando entre las dos bandejas colocadas en la cámara de secado, se obtuvo 5995 cm<sup>2</sup> en superficie.

La vista lateral del colector (Lámina 2M) se obtuvo un largo de 118 cm para la colocación de las piedras volcánicas, obteniéndose una superficie de 5959 cm<sup>2</sup>, al tomar los 50,5 cm de ancho en la parte frontal con los 118 cm de largo del colector. Las piedras volcánicas fueron elegidas precisamente por considerarse piedra poma o caliza que tiene un calor específico de 0,22 kcal/kg°C y una capacidad calorífica de 484 kcal/m<sup>3</sup>°C (Bibliográficamente Valores para elementos sólidos y líquidos/htm)

Por otra parte el color negro acumulo la energía solar dentro de las piedras, reteniéndola durante el día.

La inclinación se tomó de 20 grados sobre el eje de las X para que los rayos solares puedan ingresar fácilmente y el aire frío por gravedad ingrese al colector de calor, cambio su densidad y subió a la cámara de secador para extraer el agua de las muestras de la simbiosis kombucha.

#### **4.1.9 Secador Mixto: Vista Frontal de la cámara de secado (Lámina 3M)**

En esta vista se determinó la altura de 106,53 cm, donde la cámara de secado fue de 67 cm x 52 cm de ancho. Mientras que lo restante ayudo a formar el ángulo de desnivel de 20 grados del colector de calor. El cual encaja en la parte inferior de la cámara de secado. Dentro de la cámara de secado entran dos bandejas donde cada una tiene un área de secado de 2997,5 cm<sup>2</sup> multiplicando por las dos bandejas es igual a 5995 cm<sup>2</sup> de superficie de secado, en donde se colocaron las muestras de la simbiosis kombucha.

#### **4.1.10 Secador Mixto: Vista Lateral Izquierda en Tiras, de la Cámara de Secado (Lámina 4M)**

En esta Lámina se visualiza la altura máxima de una de las vigas 116,53 cm que corresponde a la parte posterior de la cámara de secado, la base de la cámara posee 57 cm de ancho, dando un cuadrado con medidas de 52 cm de frente y 57 cm de lado, las cuales son los límites de espacio para la colocación de las bandejas dentro de la cámara de secado. La capacidad de carga del secador mixto fue calculada por el diámetro de las muestras de la simbiosis kombucha, que fue de 3 cm, determinándose una superficie final de 16 cm<sup>2</sup> sobre la bandeja, demostrando que al pesar 10 gramos de la simbiosis kombucha tiene una capacidad de carga de 3,74 kg, ingresando por cada bandeja 1,87 Kg,

Desde la base de la cámara de secado se dejó 17,04 cm de altura, espacio que permitió que el colector de calor entre en la cámara para que el aire fluya libremente dentro de esta. Los espacios restantes serán para poder colocar a las bandejas con las muestras.

La cámara de secado tiene un techo con una desnivelación de 20 grados sobre el eje x, este posee una tapa que calza sin tope, construida con vigas de madera y recubierta por

plástico para la entrada de los rayos solares. El volumen de aire que fluyo a la cámara de secado fue de 148081,44 cm<sup>3</sup>.

#### **4.1.11 Secador Mixto: Vista Posterior en Tiras de la Cámara de Secado (Lámina 5M)**

Se estableció una abertura al nivel de la última bandeja es decir a los 33 cm tomándolo desde arriba, esto permitió la salida de aire caliente, el cual lleva la humedad extraída de las muestras del secador mixto. Esta abertura tiene las medidas de 33 cm de alto por 24,33 cm de ancho con una superficie de 802,89 cm<sup>2</sup> donde se colocó la malla mosquitera, la cual está centrada para la salida de aire caliente del secador mixto.

#### **4.1.12 Secador Mixto: Vista Isométrica Noreste y Vista Isométrica Suroeste en Tiras (Láminas 6M, 7M)**

En las dos vistas de las láminas 6M y 7M, se dibujó unido el colector de calor con la cámara de secado del secador mixto, visualizando el esqueleto en el que quedó el mismo.

#### **4.1.13 Secador Mixto: Vista Frontal con Malla Mosquitera del Colector de Calor (Lámina 8M)**

La superficie que cubre la malla mosquitera en el colector de calor es de 25,5 cm de alto por 50,5 cm de ancho, para la entrada de aire frío al colector. Esta superficie ayuda a impedir el ingreso de insectos dentro del secador, evitando la contaminación de la simbiosis kombucha.

#### **4.1.14 Secador Mixto: Vista Lateral con Tablas del Colector de Calor (Lámina 9M)**

El ancho del colector de calor es de 25 cm x 126 cm de largo, esto permitió que el colector contenga piedras volcánicas, las mismas que son porosas y negras, ayudando a

la absorción de calor. Este colector fue forrado con plástico y sellado herméticamente para evitar la entrada de aire de frío al colector. Y para la captación de los rayos solares que traspasa el plástico colocado.

#### **4.1.15 Secador Mixto: Vista Frontal y Lateral Izquierdo de la Cámara de Secado con Tablas (Lámina 10M, 11 M)**

Lámina 10M, se observa que el secador posee una superficie de 61 cm de ancho por 41,5 cm de alto que equivale al lugar donde se distribuirán las bandejas con las muestras de la simbiosis de kombucha.

En la vista lateral izquierda (Lámina 11M), no existe ninguna abertura y este deber ir acoplado al esqueleto del secador mixto para evitar la entrada de aire e insectos a las muestras que fueron secadas.

#### **4.1.16 Secador Mixto: Vista Posterior de la Cámara de Secado con Tablas (Lámina 12M)**

Se observa la ventana que está formada por malla mosquitera para que la entrada de aire caliente fluya con normalidad y no ingresen insectos a las muestras.

#### **4.1.17 Secador Mixto: Vista Isométrica Noreste y Suroeste con Tablas (Lámina 13M, 14M)**

Las dos vistas de las láminas, establecen la conformación del colector de calor con la cámara de secado ya con las tablas fijadas al esqueleto creado.

Cuadro No 10: Costo Estimado para la Construcción de una Secador Solar Mixto

<b>SECADOR MIXTO</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.</b>	<b>Total USD</b>
			<b>Unitario USD</b>	
<b>INSUMOS Y MATERIALES</b>				
<b>Lámina Triplex</b>	plancha de 1,7 m x2,5 m	3	17,50	52,50
<b>Vigas de madera</b>	altura 2 m	15	1,25	18,75
<b>Malla mosquitera</b>	m2	1,5	2,50	3,75
<b>Malla ancha</b>	m2	1	1,95	1,95
<b>Plástico</b>	m2	1	2,60	2,60
<b>Tachuelas</b>	lb	0,5	2,00	1,00
<b>Clavos</b>	lb	1	3,00	3,00
<b>Mano de Obra</b>	unidad	1	8,83	8,83
<b>Viáticos del viaje, traída de pedras volcánicas.</b>	150 kg	1	22,00	20,00
			<b><u>Costo total</u></b>	<b><u>112,38</u></b>

Elaborado por: Erika Sánchez

#### 4.1.18 Datos de los pesos en masa de la simbiosis kombucha

Durante los 12 días de exposición solar, que duró la experimentación se registró los pesos de cada uno de los tratamientos (Anexo Tablas No. 3, 4, 5, 6), en las cuales se observa el descenso del peso en cada tratamiento. Un ejemplo de ello es la Tabla 3 donde muestra que los 5,4801 gramos iniciales de kombucha, baja a 2,0681 gramos al segundo día (4 de Febrero del 2011), llegando al tercer día, a pesar 0,4585 gramos. Demostrando que la disminución de perdida de agua es rápida en la primera etapa de secado. Esta corroboración se verifica al observar el grafico 1 al grafico 4, de los diferentes tratamientos, donde se observa que a las 67,25 horas de secado la disminución de peso declina del peso inicial de cada una de las muestras.

Dentro de los gráficos (1, 2, 3, 4) se observó que pasadas las 120 horas de secado el cambio de peso violento termina, llegando a la etapa donde los valores empiezan a linearse con respecto al eje x.

Para cada uno de los tratamientos de la experimentación se obtuvo dos tipos de ecuaciones la exponencial y cuadrática señaladas en cada uno de los gráficos (1, 2, 3, 4), en donde el  $R^2$  de las ecuaciones exponenciales esta entre los 0,41 y 0,52, mientras que  $R^2$  de las ecuaciones cuadráticas se encuentran entre 0,70 y 8,82; determinado que los datos ajustan a un modelo cuadrático= polinómica, por tener un  $R^2$  cercano a 1. Esta curva polinómica en cada uno de los tratamientos aplicados en el secado, por ejemplo:

$$y = 0,000x^2 - 0,071x + 8,727, \quad \text{interpretándose de esta ecuación que el}$$

$$\text{Peso en masa [g]} = 0,000t[h]^2 - 0,071[h] + 8,727.$$

Para la obtención de la humedad y sólidos concentrados se baso en las siguientes ecuaciones:

$$\text{Humedad} = \left( \frac{\text{Masa fresca en el tiempo}}{\text{Masa seca inicial}} \right)$$

$$\text{Sólidos Concentrados} = \left( \frac{\text{Masa seca en el tiempo de secado}}{\text{Masa fresca inicial}} \right)$$

Para la obtención del coeficiente se graficaron humedad vs tiempo y sólidos concentrados vs. Tiempo, se obtuvo dos tipos de ecuaciones, la exponencial y cuadrada, ninguna de las dos ecuaciones ajustaban a los datos para la obtención del coeficiente, por lo cual se procedió a graficar la sección en donde la curva tiende a linealizarse con el objeto de sacar la pendiente. (Gráficos 11, 12, 13, 14, 15, 16) obteniéndose una ecuación.

Las ecuaciones fueron las siguientes

Cuadro No 11: Ecuaciones lineales de los diferentes tratamientos.

<b>Ecuaciones</b>	<b>Humedad</b>	<b>Sólidos concentrados</b>
<b><i>a1b1</i></b>	$y = -0,001x + 0,324$ $R^2 = 0,462$	$y = 0,001x + 0,675$ $R^2 = 0,462$
<b><i>a1b2</i></b>	$y = -0,001x + 0,325$ $R^2 = 0,455$	$y = 0,001x + 0,674$ $R^2 = 0,455$
<b><i>a2b1</i></b>	$y = -0,002x + 0,445$ $R^2 = 0,514$	$y = 0,002x + 0,554$ $R^2 = 0,514$
<b><i>a2b2</i></b>	$y = -0,001x + 0,231$ $R^2 = 0,722$	$y = 0,001x + 0,768$ $R^2 = 0,722$

Elaborado por: Erika Sánchez

Los valores de  $R^2$  en humedad y sólidos contenidos demuestran que el tratamiento a2b2 tiene un valor cercano a uno. Para la obtención del coeficiente, de la ecuación de humedad se expresa que por cada 0,001 (g fresco/ g seco)\* hora, en pérdida, estableciendo una velocidad negativa por el descenso de pérdida de agua en las muestras de la simbiosis kombucha. Mientras que en sólidos concentrados se obtuvo un 0,001 (g seco/ g fresco) por hora, como coeficiente que expresa el aumentando en cada hora durante el transcurso del secado.

La pendiente de la humedad se expresó en unidades de (g fresco/ g seco \* hora), en cada uno de los tratamientos, por ser la pérdida de agua en el transcurso del tiempo. En tanto los sólidos concentrados se expresó en unidades de (g seco/ g fresco \*hora). Por el aumento de de sólidos en el tiempo.

La relación entre la cinética obtenida y los valores estadísticos arrojados en la experimentación, son estrechamente relacionados; ya que estadísticamente se utilizó los datos de porcentaje en masa perdida de agua en el tiempo de secado (Anexo A Tablas 18, 19, 20, 21), los cuales fueron procesados en el programa de InfoStat y permitiendo

establecer el mejor tratamiento a las 137 y 384,25 horas de secado era a2b2: de 10 gramos de la simbiosis kombucha en un secador solar mixto. Mientras que en la cinética se obtiene una velocidad de secado que demuestra que el mejor tratamiento también es a2b2: de 10 gramos de la simbiosis kombucha en un secador solar mixto, dando un promedio de velocidad 0,001 (g fresco/ g seco)\* hora.

En el grafico 5 se encuentran agrupados todos los datos de cada uno de los tratamientos, aquí se verifica que las muestras de 5 y 10 gramos siguen la misma tendencia en disminución de peso por ser proporcionales las muestras colocadas en los secadores solares.

Al final de la experimentación, es decir el 18 de Febrero se observa que los pesos obtenidos se han alineado con respecto a los dos días anteriores (14 y 17 de Febrero). Dejando de variar el peso y manteniéndose constante en el tiempo transcurrido. (Tabla 6)

#### **4.1.19 Determinación de la humedad de cada uno de los tratamientos**

Para la obtención de estos resultados de la humedad, se basó en las fórmula (1), que consistió en restar el inicial menos el final, dividiendo para el peso final de cada uno de los tratamientos, utilizando los promedios de los mismos. Se empezó desde el segundo día de pesadas las muestras, ya que el primer peso que se obtuvo de la kombucha antes de ser secado en los secadores solares, permitió tomarlo como peso inicial para todos los cálculos de los días restantes del secado. Registro (Tablas de la 7 a la 17). En estas tablas se calculó el porcentaje de humedad que tenía kombucha, detallando que a partir del segundo día se secado (4 de Febrero del 2011), se obtiene un porcentaje que varía del 40,51 al 63,94 % de agua perdida por el secado, dentro de los tratamientos.

El último día (18 de Febrero del 2011) se calculó que el porcentaje de agua perdida por el secado, varía entre 93,16 al 92,35 %, dentro de los tratamientos aplicados a la experimentación. Para el cálculo de los porcentajes de pérdida de agua se tomó los promedios de cada uno de los tratamientos.

#### **4.1.20 Datos ingresados en InfoStat**

Los valores arrojados en la experimentación, fueron procesados en forma de porcentaje de pérdida de masa, para la obtención de estos valores se procedió a realizar una regla de tres tomando siempre el valor inicial pesado contra los pesos de los diferentes días por el 100% de humedad que tenía la simbiosis kombucha, entre los tratamientos aplicados.

Estos valores se reportan en (Tablas No. 18, 19, 20, 21), donde se establece que existe el primer día un 100% de kombucha hidratada, el 4 de Febrero los valores van de un 32,784 a 60,01% de kombucha hidratada, verificando que el día 5 de febrero los valores están entre 8,1187 a 22,079 % de kombucha hidratada, los cuales han bajado drásticamente en porcentaje en masa durante la primera etapa. Los Gráficos 6, 7, 8, 9, 10, son de cada tratamiento, donde se realizó determino el modelo de ecuación que pertenecen los datos, los valores de  $R^2$  de la ecuación exponencial se encuentran entre 0,4152 y 0,5264 en el caso de la ecuación los valores de  $R^2$  fueron de 0,7607 a 0,8196, ajustando los datos a un modelo de ecuación cuadrática = polinómica, obteniéndose una interpretación de la ecuación cuadrática de:

$$y = 0,001x^2 - 0,669x + 81,91 \quad \text{en donde se conoce que}$$

$$\text{Porcentaje en masa [\%]} = 0,001t[h]^2 - 0,669t[h] + 81,91.$$

#### **4.1.21 Datos de las temperaturas regresadas en los secadores solares**

Los valores obtenidos de los secadores solares: directo y mixto, están registrados en la Tabla 22 de Anexos. Donde se observa que una de las temperaturas máximas que pudieron llegar los secadores directo y mixto son de 60 y 58 grados Celsius respectivamente. Denotando que los secadores solares atrapan la energía solar para poder secar los cuerpos colocados dentro de ellos.

En los días más soleados las temperaturas fluctúan entre los 36°C a los 60°C, variando la hora del día y la posición del sol sobre los secadores solares. Mientras que en días nublados o fríos las temperaturas dentro de los secadores están entre los 20°C a los 32°C.

Una diferencia notoria entre los secadores es, que el secador directo cambiaba bruscamente de temperatura de acuerdo a su alrededor, es decir que si la temperatura ambiente estaba por los 35°C y luego de 5 minutos bajaba a 30°C, lo mismo ocurría dentro del secador directo. Mientras que en el secador mixto, los 35°C iniciales tomados, se demoraba en bajar por lo menos 15 minutos hasta alcanzar a los 30°C, sin tener que abrir la tapa de plástico. Esta diferencia se debe es que el secador mixto está construido con el colector de calor que retiene los rayos del sol gracias a las piedras volcánicas.

Prolongando el tiempo de exposición de flujo caliente a las muestras.

Cada uno de las metodologías que se utilizó en la experimentación, se tomó fotografías para registro (ver Anexo Fotografías)

## **4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Se tomó como referencia para la determinación del mejor tratamiento desde las 137 horas de secado, por ser el tiempo en que todos los tratamientos empezaron a linearse en forma paralela del eje x. Hasta las 384.25 horas en que se finalizó la experimentación,

donde los datos de los pesos eran constantes y su variación iba entre los 0,002 a 0,001 gramos.

Se aplicó un diseño AxB para el análisis de varianza se obtiene que existe significancia en los factores A y B a las 137 horas de secado (Tabla 24). Determinando que el mejor tratamiento en el Factor A es a2: 10 gramos de kombucha (Tabla 25).

En el Factor B, el mejor tratamiento es b2: secador solar mixto (Tabla 26), por que retiene el calor durante mayor tiempo, es decir se demora en enfriarse y seca más tiempo. Comparando los dos factores estudiados en la experimentación (Tabla 27) a un nivel de significancia del 5%, el mejor tratamiento es a2b2 que es igual a secador solar mixto con 10 gramos de kombucha.

***A las 384.25 horas en que se finalizó la experimentación.*** Las diferencias entre los factores A y B aún se mantienen por lo tanto se determinó que existen diferencias significativas entre los factores (Tabla 29).

En el Factor A, el mejor tratamiento es a2: 10 gramos de kombucha a las 384.25 horas de secado. (Tabla 30). Mientras que el factor B no existe diferencias, no hay diferencias entre los secadores solares directo y mixto (Tabla 31).

Entre los factores, el mejor tratamiento en las interacciones es a2b2, es decir, los 10 gramos de kombucha en el secador solar mixto, a las 384.25 horas de secado (Tabla 32), lo que verifica los resultados analizados anteriormente.

### 4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la verificación de las hipótesis, se basó en los datos obtenidos por InfoStat/L. los cuales dieron resultados a las 137 horas de secado y las 384,25 horas finales. El diseño aplicado en la experimentación fue un diseño AxB con dos factores en donde se aplicó una prueba estadística de Tukey al 5% de significancia, aceptándose la hipótesis alternativa:

**Ha:** los secadores solares directo y mixto deshidratan de diferente manera las muestras de kombucha.

Porque estadísticamente dentro de los 12 días de exposición solar para el secado, a las 137 horas, las muestras ya tenían una tendencia a la estabilización del peso. A este tiempo se realizó pruebas de significancia de Tukey entre los factores estudios A: peso de kombucha, a1: 5 gramos de kombucha, a2: 10 gramos de kombucha y B: tipos de secadores solares, b1: secador directo, b2: secador mixto.

Lo cual demuestra que los dos tipos de secadores ayudan a la deshidratación de la kombucha, obteniéndose un mejor resultado con el secador mixto.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se diseñó dos tipos de secadores solares para la deshidratación de la simbiosis kombucha, con la ayuda de AutoCAD, que es un programa de dibujo asistido por computadora, el cual permitió establecer las medidas adecuadas, como la altura, ancho, espesor y superficie, que tendrían los secadores en la construcción de los mismos. Basándose en los conocimientos adquiridos en la materia de Bioprocursos impartida en séptimo semestre de la Carrera en Ingeniería Bioquímica.
- Se propagó en un sustrato adecuado a la simbiosis de kombucha que consiste en la adición de azúcar y te negro, a estos compuesto se los disolvió en medio líquido, la formulación plantea que el sustrato debe ser preparado con materiales esmerilados, porque la kombucha corroe a los metales, oxidándolos.
- Se esquematizó los dos tipos de secadores solares en AutoCAD, dividiendo por secciones, las vigas o tiraderas que son el esqueleto de los secadores y las tablas, donde se visualizó la forma y las posiciones que tendría cada una de las partes involucradas en la construcción de los secadores.
- Se construyó los dos tipos de secadores solares, basándose en los planos ejecutados en AutoCAD, utilizando materiales como madera, malla y plástico, la primera permitió consolidar las estructuras del secador, como el esqueleto y las tablas que se fijaron para que forme una estructura hermética, el cual evito la salida y entrada de aire. La malla que se utilizo fue malla mosquitera, para evitar la entrada de insectos al

secador y la malla de área amplia para la colocación de las muestras. El plástico que se utilizó, ayudó al paso de los rayos solares dentro de los dos tipos de secadores contruidos, mixto y directo.

- Se deshidrató la simbiosis kombucha en los secadores solares, basándose en los tratamientos y factores registrados en los cuadros (6 y 7), que son los 5 gramos y 10 gramos de kombucha en los dos tipos de secadores solares: mixto y directo. Esta deshidratación ocurrió en 16 días que equivale a 384 horas, de las cuales se descartan 4 días que permanecieron guardados por días nublados y el mal tiempo, resultando 12 días que son equivalente a 288 horas de sol directo en la experimentación. Todos los 12 días de sol directo se llevaron las muestras a los laboratorios de la facultad de Ciencia en Ingeniería en Alimentos para la obtención del peso en base húmeda. La velocidad de secado fue de 0,001 (g fresco/ g seco)\* hora, entre los dos secadores solares utilizados en la experimentación.

- Se evaluó estadísticamente el mejor tratamiento a las 137 horas en donde las muestras, empezaron a mantener el peso constante, resultando el mejor tratamiento entre los factores A y B, el a2b2 que equivale a los 10 gramos en el secador mixto.

También se evaluó estadísticamente a las 384,25 horas de secado, que son las últimas horas de exposición solar de las muestras en los secadores. Resultando el mejor tratamiento entre los factores A y B, el a2b2 que equivale a los 10 gramos en el secador mixto, demostrado así se mantiene preferencia por el tratamiento a2b2.

La simbiosis kombucha puede ser afectada por microorganismos principalmente por moho, si no se sigue la normativa del Codex Alimentario No. 39 ítem 4.3 de Higiene donde dice: que analizado con métodos adecuados de muestreo y examen, el producto; deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan constituir un peligro

para la salud; deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y no deberá contener, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud, ninguna sustancia originada por microorganismos. Ayudando la normativa al buen manejo del producto seco y su conservación.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

- En la construcción del secador mixto, se recomienda que en el colector de calor debe ser corto en altura, con el objeto que el volumen de aire que ingrese al colector, se caliente más rápido y exista un flujo de aire caliente continuo en las muestras colocadas en las bandejas.
- Los secadores construidos, al ser utilizados para el secado de frutas, se recomienda que en el secador mixto no contenga una tapa de plástico en la cámara de secado para que los rayos solares no entren en contacto con las muestras directamente, para evitar el amarillamiento de las mismas, mientras que en el secador directo se recomienda utilizar plástico negro.
- En la construcción de las bandejas de secado, se recomienda utilizar malla plástica, ya que al utilizar mallas metálicas, la simbiosis kombucha por tener un bajo pH entre 3,5 y 4, al entrar en contacto con el metal, forma sales tóxicas perjudiciales para la salud humana.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

**Título:** “Determinación del costo de producción para el secado de la simbiosis kombucha, utilizando un secador solar mixto.”

**Ejecutor:** Egda. Erika Estefanía Sánchez Proaño

**Ubicación:** Picaihua – Tungurahua - Ecuador.

**Tiempo estimado para la ejecución:** octubre 2010 – mayo 2011.

**Equipo técnico responsable:** Egda. Erika Sánchez, Dr. Homero Vargas M.Sc.

**Costo:** USD 377,11

#### **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El secador solar mixto, tiene dos elementos básicos que son: el colector, donde la radiación calienta el aire y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire que pasa. El Secador solar mixto presenta varias ventajas; en primer lugar el control del proceso es más simple (sobre todo en el caso de secadores con circulación forzada de aire). Es fácil de integrar una fuente auxiliar de energía para construir un sistema híbrido. El tener una cámara de secado separada de los colectores facilita la manipulación del producto y las labores de carga y descarga.

En comparación con el secador solar directo, la temperatura interna del secador mixto se demora dentro de 15 minutos en bajar la temperatura, cuando sufre cambios en sus

alrededores, esto se debe a que el colector de calor tiene atrapado a la energía solar, en las piedras volcánicas, las cuales paulatinamente se emiten flujo energía calorífica a la cámara de secado. Permitiendo secar en forma conveniente los productos que están en la cámara de secado.

La situación geográfica en el Ecuador recibe un alto potencial de radiación solar, principalmente en las costas. La radiación media está al alrededor de 3-4 kWh/m<sup>2</sup>/día por lo que sería muy útil aprovechar este recurso energético por medio de la implementación de secadores para granos y así aportar con mejoras a las comunas campesinas de nuestro país. La siguiente tabla muestra los valores medios estimados por regiones.

Cuadro No: 12: Radiación media en el Ecuador

<b>Región</b>	<b>Radiación Media</b>
Costa	4.5 kWh/m <sup>2</sup> día
Sierra	3.5 kWh/m <sup>2</sup> día.
Oriente	3.8 kWh/m <sup>2</sup> día.
Galápagos	4.5 kWh/m <sup>2</sup> día.

Siendo de alta importancia la implementación de un sistema de secado económico y ecológico como es el secador solar mixto, ayudando a disminuir el uso de energía eléctrica para el secado.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Para evitar el consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica en el secado de productos de consumo humano, se planteó la idea de poder construir un secador solar mixto, por las ventajas que tiene frente a los secadores que utilizan combustibles, la cual es utilizar energía solar que no tiene ningún costo, y el poder ocupar los 3.5 kWh/m<sup>2</sup> día que tiene por radiación solar el Ecuador, estos caen perpendicular, por ser un país que estamos en la línea equinoccial.

Otra de las razones que se escogió a este tipo de secador, es la fácil construcción del mismo y los costos que interviene no son elevados, como en otros tipos de secadores, en donde hay que implementar un sistema de circulación de aire artificial y generación de calor para el mismo. Por otra parte los materiales más comunes para la construcción del secador mixto son: madera, plástico y metal, todos en conjunto con la energía del sol, permiten un secado óptimo de los productos; son de fácil acceso y manejo para la construcción del mismo.

A pesar que el tiempo de secado es mayor, que el tiempo que se utiliza en un secador que funciona con electricidad. No le quita que el secador mixto abarata costos de producción en secado. Disminuyendo la inversión y facilitando la adquisición del producto al consumidor. También genera el consumo de energía limpia (energía solar) y evita la contaminación del medio ambiente.

La finalidad de tener a la simbiosis kombucha es ofrecer un producto de fácil manejo y transporte, evitando la descomposición del mismo y el deterioro, con el propósito que el consumidor final pueda aplicar este producto a una dieta equilibrada, sana y natural. Elaborando recetas culinarias en su aplicación.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 Objetivo general**

Determinar el costo de producción para el secado de la simbiosis kombucha, utilizando un secador solar mixto.

### **6.4.2 Objetivos específicos**

- Secar la simbiosis kombucha siguiendo el procedimiento del mejor tratamiento determinado en la investigación.

- Diseñar la presentación del empaque y etiquetado del producto.
- Calcular los costos de producción de la simbiosis kombucha seca.

## 6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El tipo de investigación fue una alternativa ecológica, debido a la utilización de energía solar dentro del secador solar mixto donde el aire es movido por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo, que promueven la convección térmica del aire. Este tipo de circulación se hace más difícil de incorporar con equipos grandes como es el caso del secado mixto, produciendo una velocidad que no sobrepasa los 0.1a 0.3 m/s de secado.

Para cada tipo de secado solar tiene un funcionamiento más apropiado en cierto rango de capacidad de producción, esto se da por la relación del peso del producto fresco total que se alimenta para ser secado. Enseguida se describen las características de algunos tipos de secadores más comunes según la capacidad de su producción.

Cuadro No 13: Capacidad de producción de acuerdo al tipo de secador solar

Capacidad de producción	Modo de calentamiento	Circulación de aire	Forma de operación
Pequeña o baja.	Directo	Convección natural	En tanda
Baja o media	Directo	Acción del viento	En tanda
		Convección natural	En tanda
	Indirecto	Convección Natural	En tanda
Media a alta	Indirecto	Forzada	En tanda
	Mixto o Indirecto	Convección forzada	Continua

Fuente: Manual de construcción y operación de un secador solar.

En el Cuadro anterior se establece que la capacidad de producción del secador mixto se encuentra entre **media a alta**, ya sea por una circulación de aire forzada o convección natural.

También la aplicación de la simbiosis deshidratada permitirá que los consumidores puedan aplicar este producto como alimento en recetas caseras resaltando el sabor agridulce que tiene la simbiosis kombucha con el propósito mantener una buena salud, aprovechando un residuo de la producción de una bebida refrescante.

Cuadro No. 14: Costos de producción de una parada para el secado de la simbiosis kombucha, en un secador solar mixto.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL USD
			USD	
<b>INSUMOS Y MATERIALES</b>				
Simbiosis en base húmeda	kg	5	0,00	0,00
Fundas plásticas de envases	unidad	5	0,02	0,10
Etiquetas	unidad	5	0,20	1,00
Servicios de agua potable				0,15
Servicios de luz eléctrica				0,20
Mano de Obra				5,00
Maquinaria y equipos				0,55
<b>COSTO TOTAL / PARADA</b>				<b>7,00</b>
Costo unitario de la funda				1,40
Utilidad de la parada				1,75
Utilidad de cada funda				0,35
Precio de venta al publico del total producido (parada)				8,75
<b>Precio de venta al publico</b>				<b>1,75</b>

**Elaborado por:** Erika Sánchez

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

El secado es uno de los métodos más comunes para preservar o conservar los alimentos. Este método consiste en reducir o disminuir el contenido de agua de un alimento determinado a un nivel en donde el producto pueda conservarse por periodos prolongados. Esto varía dependiendo del producto que se requiera secar y también de la temperatura.

Se entiende por secado a la reducción del contenido de agua de un producto. El proceso se conoce como deshidratación. Para que esta deshidratación se lleve a cabo se necesita suministrar calor de evaporación y remover el aire húmedo del ambiente.

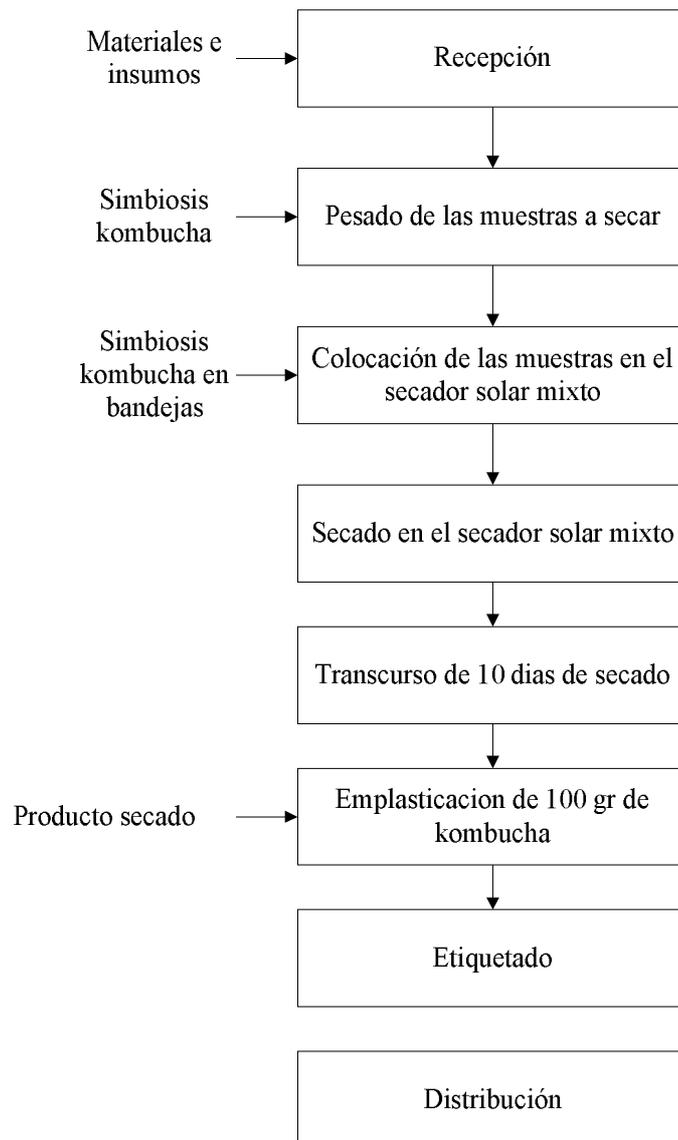
### **Elementos que determinan las condiciones del secado solar**

- Características del producto: Aquí tenemos que tener muy presente el contenido inicial de producto y el contenido final de humedad que deseamos obtener. También en este punto tenemos que considerar el estado físico como es la forma, el tamaño, su superficie, etc. También la sensibilidad a la temperatura.
- Otro elemento a considerar son las características del secador, básicamente su nivel de tecnificación (si se utiliza fuente de energía adicional). Aquí también se considera el volumen que se va a secar.
- Por último, se debe considerar las características meteorológicas como son la humedad relativa, la temperatura, la radiación solar, velocidad del viento, precipitación, etc.

## 6.7 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO

Para la producción de la simbiosis deshidratada en un secador solar mixto, se siguió los siguientes pasos.

**Diagrama de flujo para la producción de la simbiosis deshidratada en un secador solar mixto.**



Cuadro No.15: Modelo operativo (Plan de Acción)

<b>Fases</b>	<b>Metas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Tiempo</b>
1. Formulaci ón de la propuesta	Determinación del costo de producción para el secado de la simbiosis kombucha, utilizando un secador solar mixto.”	Revisión bibliográfi ca	Investigado r	Humanos  Técnicos  Económicos	\$190	2 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta.	Cronograma	Construcci ón del secador mixto	Investigado r	Humanos  Técnicos  Económicos	\$200	3 meses
3. Implemen tación de la propuesta.	Ejecución de la propuesta	Aplicación de la tecnología para el secado de kombucha en un secador mixto	Investigado r	Humanos  Técnicos  Económicos	\$ 800	4 meses

**Elaborado por:** Erika Sánchez

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

La administración de la propuesta estuvo:

- Coordinada y evaluada por el Dr. Homero Vargas M.Sc. docente de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
- Desarrollada por: Egda. Erika Sánchez, alumna del décimo seminario de graduación.

Cuadro No.16: Administración de la propuesta.

<b>Indicadores a mejorar</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
Productos desarrollados con ingredientes naturales.	Producción de hongos secos	Producto de la simbiosis kombucha, secada para una duración prolongada del mismo	Secado de la simbiosis kombucha  Diseño de la presentación del empaque  Cálculo de los costos de producción.	Investigadores: Dr. Homero Vargas M.Sc, Egda. Erika Sánchez

**Elaborado por:** Erika Sánchez

## 6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

CUADRO No. 17: PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Preguntas	Respuestas
¿Quienes solicitan evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Consumidores de productos deshidratados</li> </ul>
¿Por qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar la calidad de los productos secos.</li> <li>➤ Corregir errores técnicos en el secado.</li> </ul>
¿Para qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar la mejor tecnología de secado, utilizando energía solar.</li> </ul>
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Insumos.</li> <li>➤ Tecnología.</li> <li>➤ Producto terminado.</li> </ul>
¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tutor del proyecto.</li> <li>➤ Calificadores.</li> </ul>
¿Cuándo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desde el inicio del proyecto hasta la defensa del mismo.</li> </ul>
¿Cómo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siguiendo procedimientos establecidos por un organismo de control.</li> </ul>
¿Con qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Experimentación.</li> </ul>

**Elaborado por:** Erika Sánchez

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- ALDAZ, Marco; 2001, “Desecación de hojuelas de manzana (*Maluscommunis*) variedad Emilia, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los Chasquis y Río Payamiño, pp.29.
- AREVALO, R.L. Application of prehydrolyzed Beech wood chips in the Fiberboard production by wet process. Ljubljana. 1976
- BERGUES, Cirio; et al, 2008, “Generalización de secadores solares directos en cuba. Análisis numérico de sus tendencias actuales”, DELOS Revista Desarrollo Local Sostenible, Grupo Eumed.net y Red Académica Iberoamericana Local Global, Vol 3, N° 8, pp. 2.
- DELGADO, E; et al, 2009, “Secadores Solares - Térmicos Para Granos Y Frutas Para Utilizarlo En Zonas Remotas”, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador, sp.
- FASCHING. Rosina, Té Del Hongo Kombucha, el Remedio Natural y sus Implicancias en Tratamiento de Cáncer y otros Desórdenes Metabólicos. (60 Págs.). Austria.
- Fonseca, S. & Bergues, C. (2002). Estudio de la cinética del secado de granos en el prototipo de secador solar. Análisis de los resultados. Tecnología química22 (2)59-64.

- GOMEZ, Mayra, 2009, “Deshidratado de tomate saladette en un secador de charolas giratorias”, Universidad Tecnológica de la mixteca, Tesis para obtener el título de: Ingeniero en Alimentos, Huajuapán de León, Oaxaca, México, pp. 64.
- GÜNTHER, W. F. 2005. Kombucha. Bebida saludable y remedio natural del lejano oriente. Su correcta preparación y uso. EnnsthalerVerlag, Steyr, Austria. p. 239.
- Inci, T., & Dursun, P. (2001). Mathematical modelling of solar drying of apricots in thin layer. *Food Engineering* (55)209-216.
- MORENO. Gamaliel, Manual De Construcción Y Operación De Una Secadora Solar, Seminario de Proyectos II, Ing. en Energía, UAM-I.
- MUÑOZ. Deyanira y CABRERA. Gerardo EL SECADO DIRECTO E INDIRECTO DE PIÑA, Febrero 27 de 2006, Universidad del Cauca, demunoz@unicauca.edu.co, Universidad del Valle.
- RESTREPO. Álvaro, 2005, “Disponibilidad térmica solar y su aplicación en el secado de granos”, *AbstracScientia et Technica* Año XI, No 27, UTP. ISSN 0122-1701, Facultad de Ingeniería Mecánica Universidad Tecnológica de Pereira, pp.132.
- Rodríguez, J. (2005). Calidad en el secado de granos. *Trigo* 2005.
- TEOH, A.L.; HEARD, G.; AND COX, J. 2004. Yeast ecology of Kombucha fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 95(2):119-26.

- SIEVERS, M.; LANINI, C.; WEBER, A.; SCHULER S., U.; TEUBER, M. 1995 Microbiology and fermentation balance in a Kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. Systematic and Applied Microbiology. 18:590-594.

## **INTERNET**

<http://www.codeso.com/Secador1.html>

<http://www.instalacionenergiasolar.com/placas-solares/secadorsolar.html>

<http://www.dforceblog.com/2008/07/19/que-es-un-secador-solar/>

<http://www.emison.com/5154.htm>

<http://tilz.tearfund.org/Espanol/Paso+a+Paso+41-50/Paso+a+Paso+46/Secador+solar.htm>

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar03/HTML/articulo01.htm>

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4762/1/7332.pdf>

<http://www.fao.org/WAIRdocs/x5403s/x5403s0d.htm>

<http://www.quimica.urv.es/~w3siiq/DALUMNES/99/siiq51/Seca.html>

<http://www.eumed.net/rev/delos/08/rpv.pdf>

<http://www.alianzasdeaprendizaje.org>

Centro Internacional de Agricultura Tropical, Proyecto de Desarrollo Agroempresarial Rural Proyecto de Alianzas de Aprendizaje en Centroamérica LAS ACACIAS S.R.L. y LISAN S.R.L., Sistematización de la Experiencia del Proyecto Frutas Deshidratadas Proyecto Desarrollo Agroempresarial Rural de CIAT Yorito, Yoro, Honduras Diciembre 2006.

# **ANEXOS A**

# **LÁMINAS**

# **ANEXOS B**

# **TABLAS**

## 1.5 Determinación de la cantidad de humedad de una muestra de 10 gramos de kombucha

Tabla No.1: Pesos y Porcentaje de una muestra de 10 gramos de kombucha

<b>Pesos (g) y Porcentaje (%) en base húmeda</b>	
<i>Capsula</i>	62,09 g
<i>Kombucha</i>	10,44 g
<i>Peso de capsula después del secado</i>	63,21 g
<i>Peso de kombucha seca</i>	1,11 g
<i>Resultado de Mwb</i>	0,89 g/g
<i>Porcentaje de agua</i>	89,29 %

Tabla No.2: Pesos y Porcentaje de una muestra de 10 gramos de kombucha en base seca después del secado solar.

<b>Pesos (g) y Porcentaje (%) en base seca</b>	
<i>Capsula</i>	46,68 g
<i>kombucha secada por el secador solar</i>	0,78 g
<i>Peso de capsula después del secado</i>	47,40 g
<i>Peso de kombucha seca</i>	0,71 g
<i>Resultado de Mdb</i>	0,09 g/g
<i>Porcentaje de agua</i>	9,32 %

### **FACTOR A.- PESO DE LA SIMBIOSIS KOMBUCHA**

**Nivel a1.-** 5 gramos de kombucha

**Nivel a2.-** 10 gramos de kombucha

### **FACTOR B.- TIPO DE SECADOR SOLAR**

**Nivel b1.-** Secador solar directo.

**Nivel b2.-** Secador solar mixto.

**1.6 Pesos en masa de la kombucha en los 12 días de secado solar**

*Tabla No. 3: Registro de los pesos entre las fechas 02 al 05 de Febrero del 2011.*

Fecha	02-Feb-11			04-Feb-11			05-Feb-11		
Tiempo (Horas)	6:00 PM			4:00 PM			1:15 PM		
	0			46			67,25		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>a1b1</b>	5,4801	5,6102	5,461	2,0681	2,0046	1,8957	0,4585	0,4785	0,4788
<b>a1b2</b>	5,342	5,1857	4,7993	2,1492	1,7001	1,7172	0,4337	0,4366	0,4016
<b>a2b1</b>	9,8409	10,3923	10,0491	4,8434	4,7929	4,967	1,1012	0,97121	1,12
<b>a2b2</b>	10,4337	10,4707	11,0491	6,1879	6,1902	6,6306	1,9073	1,3335	2,4395

*Tabla No.4: Registro de los pesos entre las fechas 07 al 09 de Febrero del 2011.*

Fecha	07-Feb-11			08-Feb-11			09-Feb-11		
Tiempo (Horas)	10:15 AM			10:45 AM			10:00 AM		
	112			137			160,25		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>a1b1</b>	0,4636	0,4739	0,4678	0,4807	0,4824	0,4822	0,4845	0,4959	0,4979
<b>a1b2</b>	0,4287	0,432	0,39	0,45	0,4546	0,4112	0,4613	0,4798	0,4253
<b>a2b1</b>	0,8285	0,8169	0,8515	0,8517	0,8439	0,8772	0,8598	0,8549	0,8886
<b>a2b2</b>	0,7481	0,7908	0,7497	0,7818	0,8274	0,7861	0,7923	0,8444	0,8004

*Tabla No.5: Registro de los pesos entre las fechas 10 al 12 de Febrero del 2011.*

Fecha	10-Feb-11			11-Feb-11			12-Feb-11		
Tiempo (Horas)	10:00 AM			10:45 AM			10:45 AM		
	184,25			209			233		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>a1b1</b>	0,4716	0,4856	0,4727	0,4466	0,4614	0,4552	0,4499	0,4643	0,4577
<b>a1b2</b>	0,4329	0,4414	0,4012	0,4154	0,4249	0,387	0,4178	0,4303	0,3903
<b>a2b1</b>	0,8292	0,8134	0,8474	0,7898	0,7818	0,8171	0,7922	0,7874	0,8221
<b>a2b2</b>	0,7576	0,7993	0,7576	0,7338	0,7749	0,7357	0,7367	0,7784	0,7394

Tabla No.6: Registro de los pesos entre las fechas 14 al 18 de Febrero del 2011.

Fecha	14-Feb-11			17-Feb-11			18-Feb-11		
Tiempo (Horas)	10:00 AM			3:00 PM			4:00 PM		
	280,25			359,25			384,25		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
a1b1	0,436	0,4516	0,4445	0,4289	0,4427	0,4376	0,4275	0,4421	0,4358
a1b2	0,4073	0,4157	0,3786	0,3996	0,4074	0,3711	0,3986	0,4063	0,3903
a2b1	0,7719	0,7663	0,8058	0,7536	0,7469	0,7827	0,7494	0,7443	0,8221
a2b2	0,7171	0,7587	0,7241	0,7044	0,7449	0,7103	0,7025	0,7424	0,7394

**1.7 Porcentaje de humedad de cada tratamiento los 12 días de secado, empezando desde la fecha 4 de Febrero del 2011**

Tabla No.7: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	04-Feb-11					
Tiempo (Horas)	4:00 PM					
	46					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	2,0681	2,0046	1,8957	1,9895	0,6394	63,94
a1b2	2,1492	1,7001	1,7172	1,8555	0,6368	63,68
a2b1	4,8434	4,7929	4,967	4,8678	0,5178	51,77
a2b2	6,1879	6,1902	6,6306	6,3362	0,4051	40,51

Tabla No.8: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje del agua

Fecha	05-Feb-11					
Tiempo (Horas)	1:15 PM					
	67,25					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4585	0,4785	0,4788	0,471933	0,91446	91,44
a1b2	0,4337	0,4366	0,4016	0,423967	0,917016	91,70
a2b1	1,1012	0,97121	1,12	1,064137	0,894578	89,46
a2b2	1,9073	1,3335	2,4395	1,893433	0,822232	82,22

Tabla No.9: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	07-Feb-11					
Tiempo (Horas)	10:15 AM					
	112					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4636	0,4739	0,4678	0,468433	0,915094	91,51
a1b2	0,4287	0,432	0,39	0,4169	0,918399	91,84
a2b1	0,8285	0,8169	0,8515	0,8323	0,917546	91,75
a2b2	0,7481	0,7908	0,7497	0,762867	0,928377	92,84

Tabla No.10: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	08-Feb-11					
Tiempo (Horas)	10:45 AM					
	137					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4807	0,4824	0,4822	0,4818	0,9127	91,27
a1b2	0,45	0,4546	0,4112	0,4386	0,9142	91,41
a2b1	0,8517	0,8439	0,8772	0,8576	0,915	91,50
a2b2	0,7818	0,8274	0,7861	0,7984	0,925	92,50

Tabla No.11: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	09-Feb-11					
Tiempo (Horas)	10:00 AM					
	160,25					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4845	0,4959	0,4979	0,492767	0,910684	91,07
a1b2	0,4613	0,4798	0,4253	0,455467	0,91085	91,08
a2b1	0,8598	0,8549	0,8886	0,867767	0,914032	91,40
a2b2	0,7923	0,8444	0,8004	0,812367	0,92373	92,37

Tabla No.12: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	10-Feb-11					
Tiempo (Horas)	10:00 AM					
	184,25					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4716	0,4856	0,4727	0,476633	0,913608	91,36
a1b2	0,4329	0,4414	0,4012	0,425167	0,916781	91,67
a2b1	0,8292	0,8134	0,8474	0,83	0,917774	91,77
a2b2	0,7576	0,7993	0,7576	0,7715	0,927567	92,75

Tabla No.13: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	11-Feb-11					
Tiempo (Horas)	10:45 AM					
	209					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4466	0,4614	0,4552	0,4544	0,9176	91,76
a1b2	0,4154	0,4249	0,387	0,4091	0,9199	91,99
a2b1	0,7898	0,7818	0,8171	0,7962	0,9211	92,11
a2b2	0,7338	0,7749	0,7357	0,7481	0,9298	92,97

Tabla No.14: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	12-Feb-11					
Tiempo (Horas)	10:45 AM					
	233					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4499	0,4643	0,4577	0,4573	0,917112	91,71
a1b2	0,4178	0,4303	0,3903	0,4128	0,919201	91,92
a2b1	0,7922	0,7874	0,8221	0,800567	0,92069	92,06
a2b2	0,7367	0,7784	0,7394	0,7515	0,929444	92,94

Tabla No.15: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	14-Feb-11					
Tiempo (Horas)	10:00 AM					
	280,25					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,436	0,4516	0,4445	0,444033	0,919517	91,95
a1b2	0,4073	0,4157	0,3786	0,400533	0,921602	92,16
a2b1	0,7719	0,7663	0,8058	0,781333	0,922595	92,25
a2b2	0,7171	0,7587	0,7241	0,7333	0,931153	93,11

Tabla No.16: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	17-Feb-11					
Tiempo (Horas)	3:00 PM					
	359,25					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4289	0,4427	0,4376	0,4364	0,9209	92,09
a1b2	0,3996	0,4074	0,3711	0,3927	0,9231	92,31
a2b1	0,7536	0,7469	0,7827	0,7611	0,9246	92,46
a2b2	0,7044	0,7449	0,7103	0,7199	0,9324	93,24

Tabla No.17: Registro de los promedios, obtención de Mwd y Porcentaje de agua

Fecha	18-Feb-11					
Tiempo (Horas)	4:00 PM					
	384,25					
	R1	R2	R3	Promedio	Resultado de Mwb (Kg agua/Kg de prod)	Porcentaje de agua (%)
a1b1	0,4275	0,4421	0,4358	0,435133	0,92113	92,11
a1b2	0,3986	0,4063	0,3903	0,3984	0,92202	92,20
a2b1	0,7494	0,7443	0,8221	0,771933	0,923526	92,35
a2b2	0,7025	0,7424	0,7394	0,7281	0,931641	93,16

### 1.8 Pérdida de pesos en porcentaje de kombucha utilizando una regla de tres

Tabla No.18: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 02 al 05 de Febrero del 2011.

Fecha	02-Feb-11			04-Feb-11			05-Feb-11		
Tiempo (Horas)	6:00 PM			4:00 PM			1:15 PM		
	0			46			67,25		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
a1b1	100	100	100	37,738	35,731	34,713	8,3666	8,5291	8,7676
a1b2	100	100	100	40,232	32,784	35,78	8,1187	8,4193	8,3679
a2b1	100	100	100	49,217	46,12	49,427	11,19	9,3455	11,145
a2b2	100	100	100	59,307	59,119	60,01	18,28	12,736	22,079

Tabla No.19: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 07 al 09 de Febrero del 2011.

Fecha	07-Feb-11			08-Feb-11			09-Feb-11		
Tiempo (Horas)	10:15 AM			10:45 AM			10:00 AM		
	112			137			160,25		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
a1b1	8,4597	8,4471	8,5662	8,7717	8,5986	8,8299	8,8411	8,8393	9,1174
a1b2	8,0251	8,3306	8,1262	8,4238	8,7664	8,5679	8,6353	9,2524	8,8617
a2b1	8,4189	7,8606	8,4734	8,6547	8,1204	8,7291	8,737	8,2263	8,8426
a2b2	7,17	7,5525	6,7852	7,493	7,9021	7,1146	7,5937	8,0644	7,244

Tabla No.20: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 10 al 12 de Febrero del 2011.

Fecha	10-Feb-11			11-Feb-11			12-Feb-11		
Tiempo (Horas)	10:00 AM			10:45 AM			10:45 AM		
	184,25			209			233		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
a1b1	8,6057	8,6557	8,6559	8,1495	8,2243	8,3355	8,2097	8,276	8,3812
a1b2	8,1037	8,5119	8,3596	7,7761	8,1937	8,0637	7,821	8,2978	8,1324
a2b1	8,4261	7,8269	8,4326	8,0257	7,5229	8,1311	8,0501	7,5768	8,1808
a2b2	7,2611	7,6337	6,8567	7,033	7,4007	6,6585	7,0608	7,4341	6,6919

*Tabla No.21: Registro del porcentaje en peso de las muestras de kombucha del 14 al 18 de Febrero del 2011.*

Fecha	14-Feb-11			17-Feb-11			18-Feb-11		
Tiempo (Horas)	10:00 AM			3:00 PM			4:00 PM		
	280,25			359,25			384,25		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
a1b1	7,9561	8,0496	8,1395	7,8265	7,891	8,0132	7,801	7,8803	7,9802
a1b2	7,6245	8,0163	7,8887	7,4803	7,8562	7,7324	7,4616	7,835	8,1324
a2b1	7,8438	7,3737	8,0186	7,6578	7,1871	7,7888	7,6152	7,162	8,1808
a2b2	6,8729	7,2459	6,5535	6,7512	7,1141	6,4286	6,733	7,0903	6,6919

*Tabla No.22: Registro de las Temperaturas de los secadores solares del 02 al 18 de Febrero del 2011.*

Temperaturas (Grados Celcius)			
Días (Fecha)	Hora (intervalo de 9:30 a 11:00)	Secadores	
		directo	Mixto
02-Feb-11	9:35	31	30
04-Feb-11	10:00	38	35
05-Feb-11	9:30	20	21
07-Feb-11	10:15	32	30
08-Feb-11	10:29	36	32
09-Feb-11	9:36	45	32
10-Feb-11	9:30	20	18
11-Feb-11	10:25	40	39
12-Feb-11	10:54	58	52
14-Feb-11	9:30	30	25
17-Feb-11	9:55	28	28
18-Feb-11	10:59	60	58

#### **FACTOR A.- PESO DE LA SIMBIOSIS KOMBUCHA**

**Nivel a1.-** 5 gramos de kombucha

**Nivel a2.-** 10 gramos de kombucha

#### **FACTOR B.- TIPO DE SECADOR SOLAR**

**Nivel b1.-** Secador solar directo.

**Nivel b2.-** Secador solar mixto.

**Tabla No.23: Análisis de la varianza de las 137 horas**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso deshi.	12	0,82	0,67	3,85

**Tabla No. 24: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

*Al 5 % de significancia*

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Replicas	2,8E-03	2	1,4E-03	0,01	0,9865
Peso hidrata.	1,30	1	1,30	12,63	0,0120
Secadores	0,98	1	0,98	9,59	0,0212
Peso hidrata.*Secadores	0,54	1	0,54	5,29	0,0611
Error	0,62	6	0,10		
Total	3,44	11			

**Tabla No. 25: Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45274**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45274**

Error: 0,1027 gl: 6

Peso hidrata. Medias n E.E.

a2 8,00 6 0,13 A

a1 8,66 6 0,13 B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

**Tabla No. 26: Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45274**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45274**

Error: 0,1027 gl: 6

Secadores Medias n E.E.

b2 8,04 6 0,13 A

b1 8,62 6 0,13 B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

**Tabla No.27: Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90573**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90573**

Error: 0,1027 gl: 6

Peso hidrata.	Secadores	Medias	n	E.E.	
a2	b2	7,50	3	0,18	A
a2	b1	8,50	3	0,18	B
a1	b2	8,59	3	0,18	B
a1	b1	8,73	3	0,18	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

**Tabla No. 28: Análisis de la varianza a las 384,25 horas**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pesos deshi.	12	0,80	0,62	4,21

**Tabla No.29: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) Al 5% de significancia**

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,35	5	0,47	4,66	0,0439
replicas	0,25	2	0,13	1,26	0,3487
Peso hidrat.	1,09	1	1,09	10,82	0,0166
Secadores	0,60	1	0,60	5,92	0,0510
Peso hidrat.*Secadores	0,41	1	0,41	4,04	0,0912
Error	0,60	6	0,10		
Total	2,95	11			

**Tabla No.30: Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44858**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44858**

Error: 0,1008 gl: 6

Peso hidrat.	Medias	n	E.E.	
a2	7,25	6	0,13	A
a1	7,85	6	0,13	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

**Tabla No. 31: Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44858**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44858**

Error: 0,1008 gl: 6

Secadores	Medias	n	E.E.	
b2	7,32	6	0,13	A
b1	7,77	6	0,13	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

**Tabla No. 32: Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,89741**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,89741**

Error: 0,1008 gl: 6

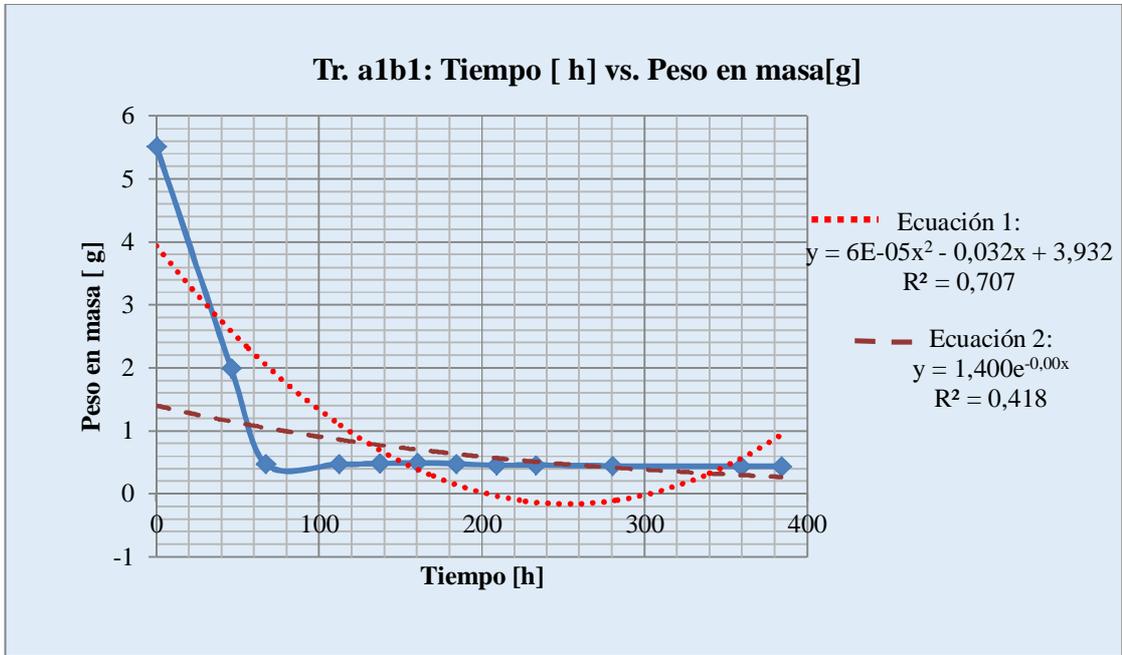
Peso hidrat.	Secadores	Medias	n	E.E.	
a2	b2	6,84	3	0,18	A
a2	b1	7,65	3	0,18	A B
a1	b2	7,81	3	0,18	B
a1	b1	7,89	3	0,18	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

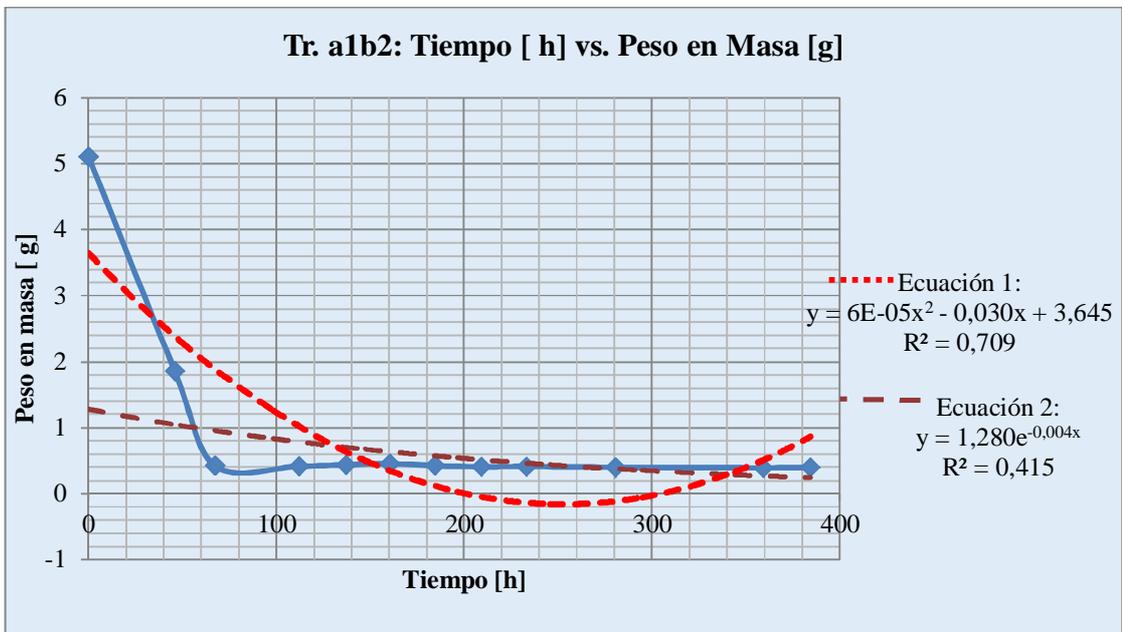
**ANEXOS C**

**GRÁFICOS**

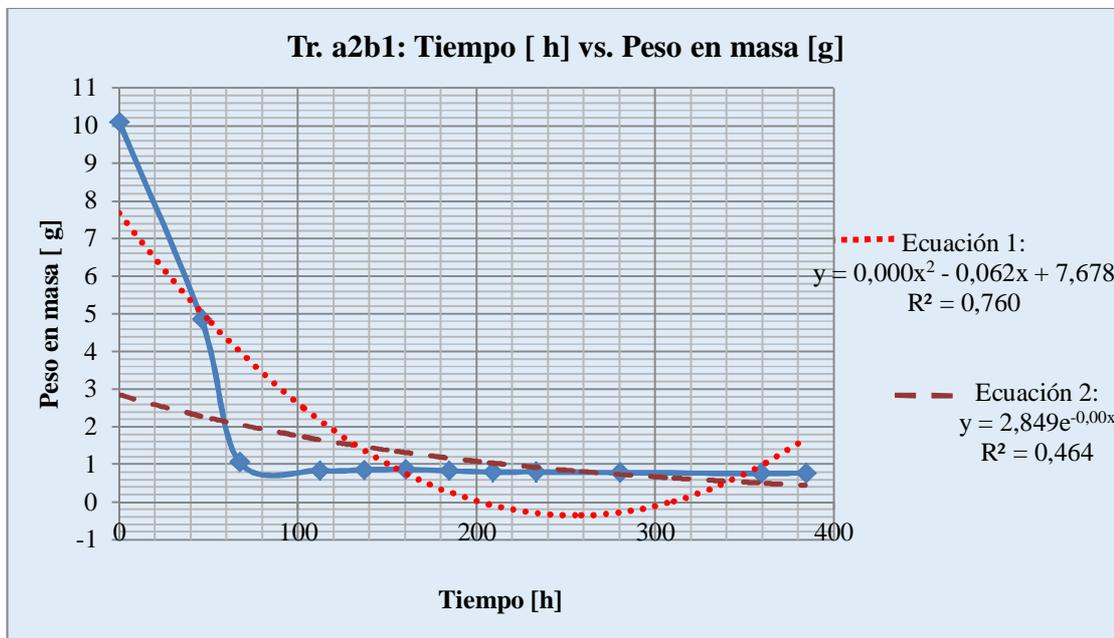
**Grafico No. 1: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar directo**



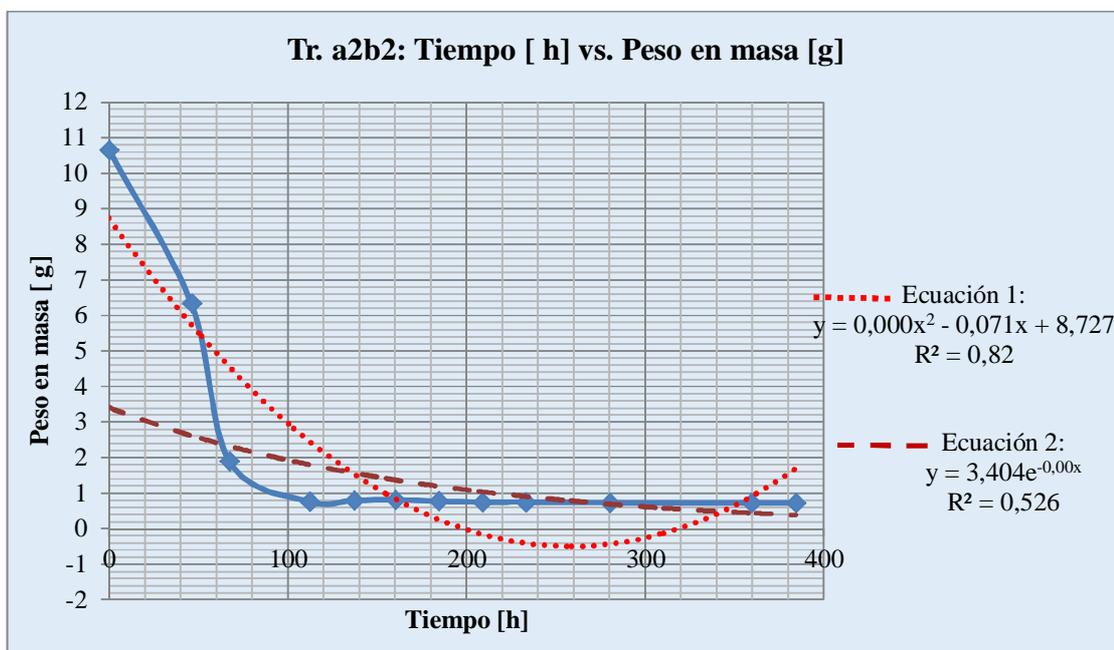
**Grafico No. 2: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto.**



**Grafico No. 3: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador directo.**



**Grafico No. 4: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto.**



**Grafico No. 5: Tratamientos de 5 gramos y 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en los secadores solares directo y mixto.**

**FACTOR A.- PESO DE LA SIMBIOSIS KOMBUCHA**

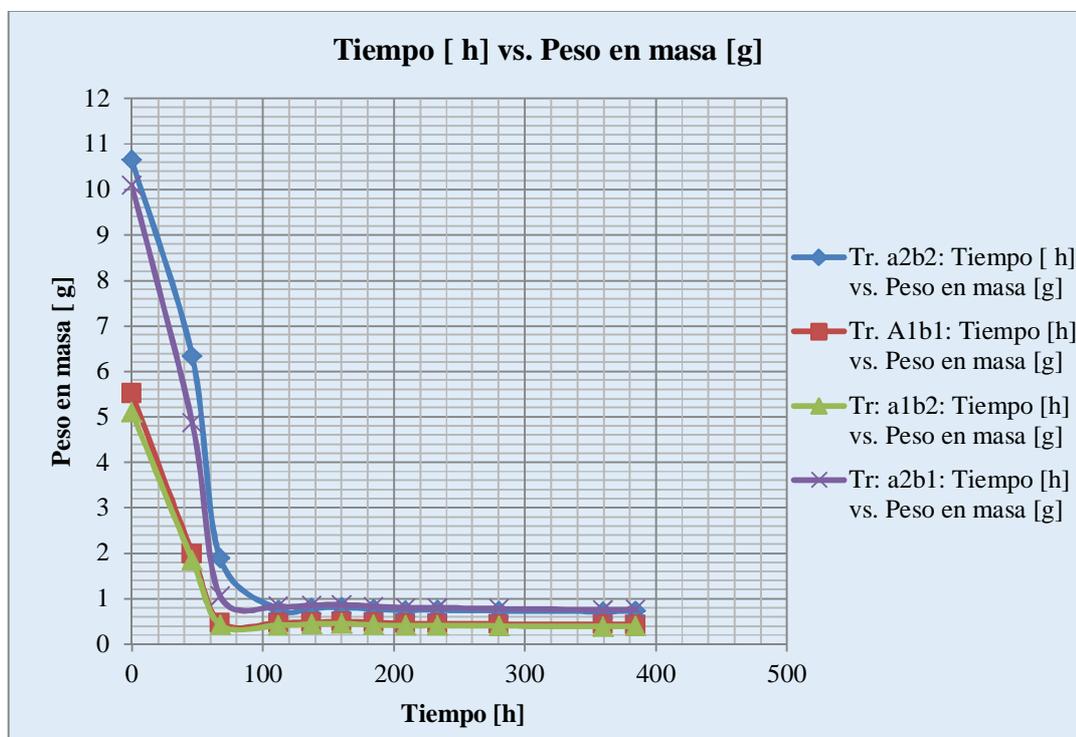
Nivel a1.- 5 gramos de kombucha

Nivel a2.- 10 gramos de kombucha

**FACTOR B.- TIPO DE SECADOR SOLAR**

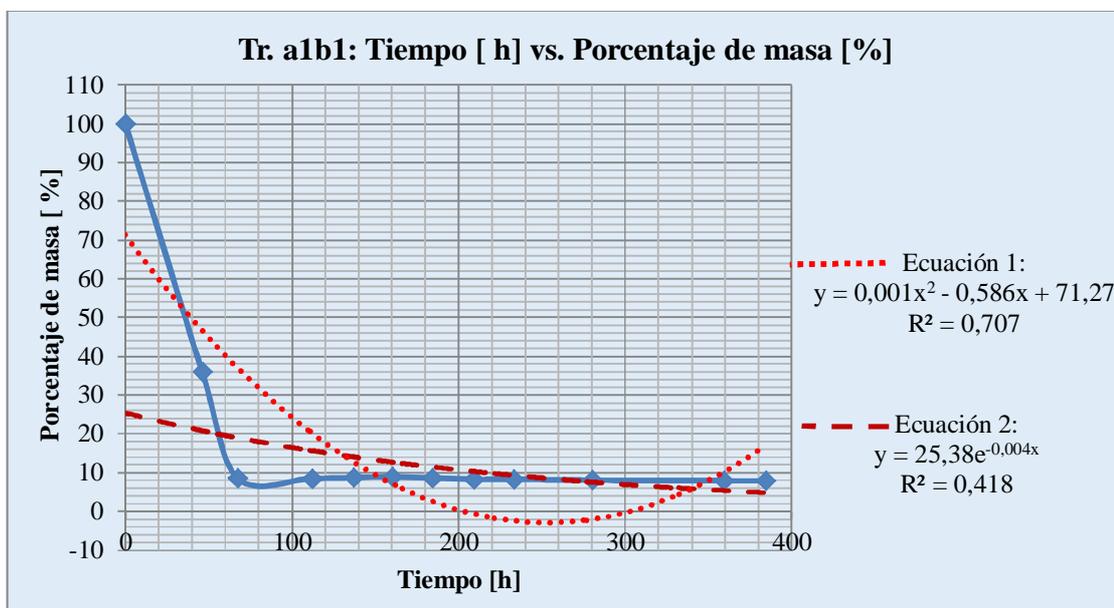
Nivel b1.- Secador solar directo.

Nivel b2.- Secador solar mixto.

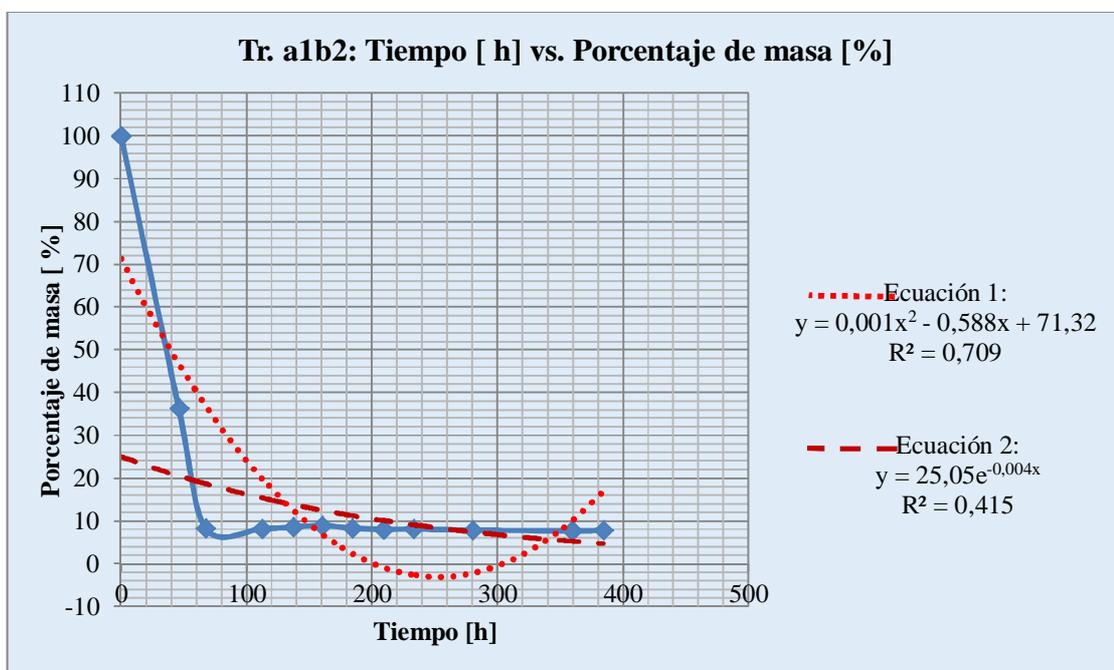


### 1.9 Resultados obtenidos de la pérdida de pesos en porcentaje de kombucha.

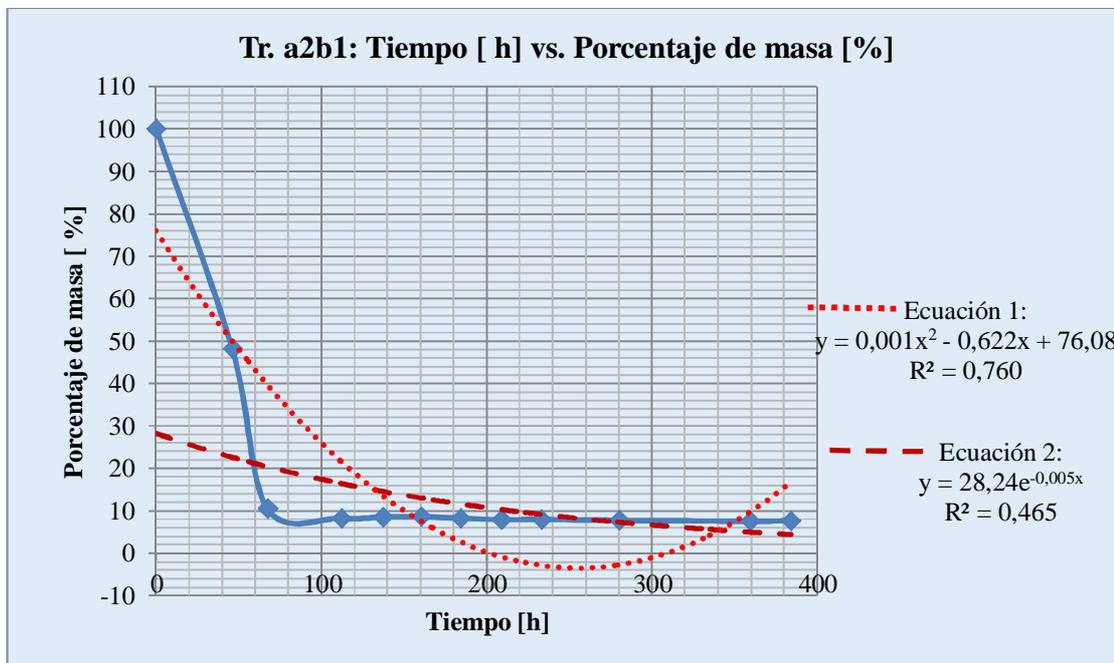
*Grafico No. 6: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar directo*



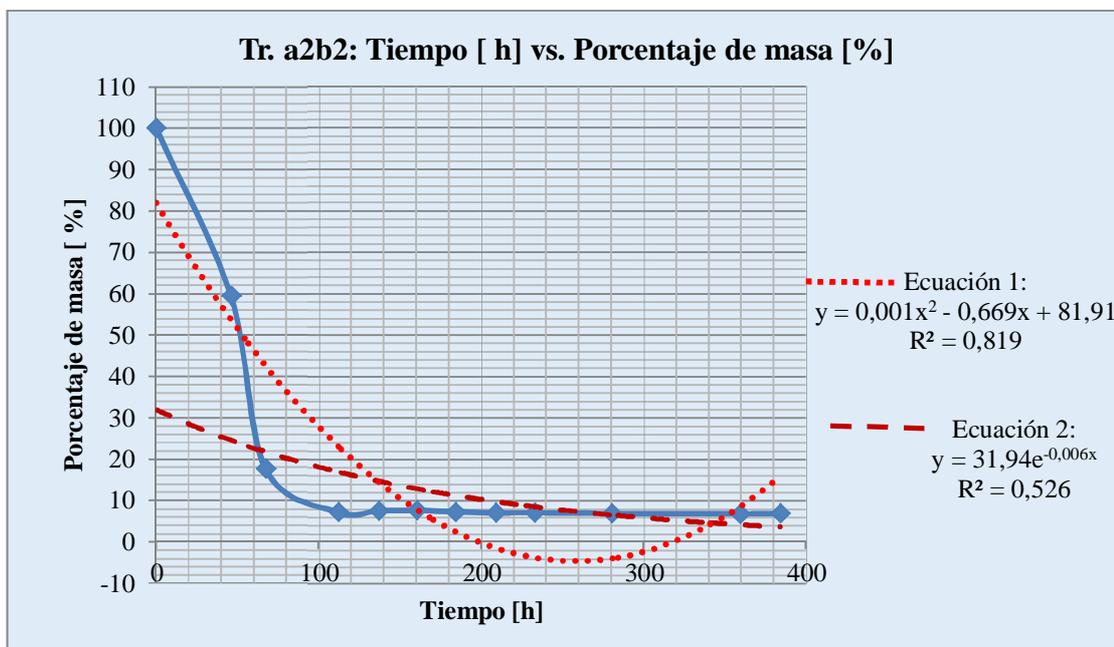
*Grafico No. 7: Tratamientos de 5 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto*



**Grafico No. 8: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar directo.**



**Grafico No. 9: Tratamientos de 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en el secador solar mixto.**



*Grafico No. 10: Tratamientos de 5 gramos y 10 gramos de kombucha (con 3 Replicas), en los secadores solares directo y mixto.*

**FACTOR A.- PESO DE LA SIMBIOSIS KOMBUCHA**

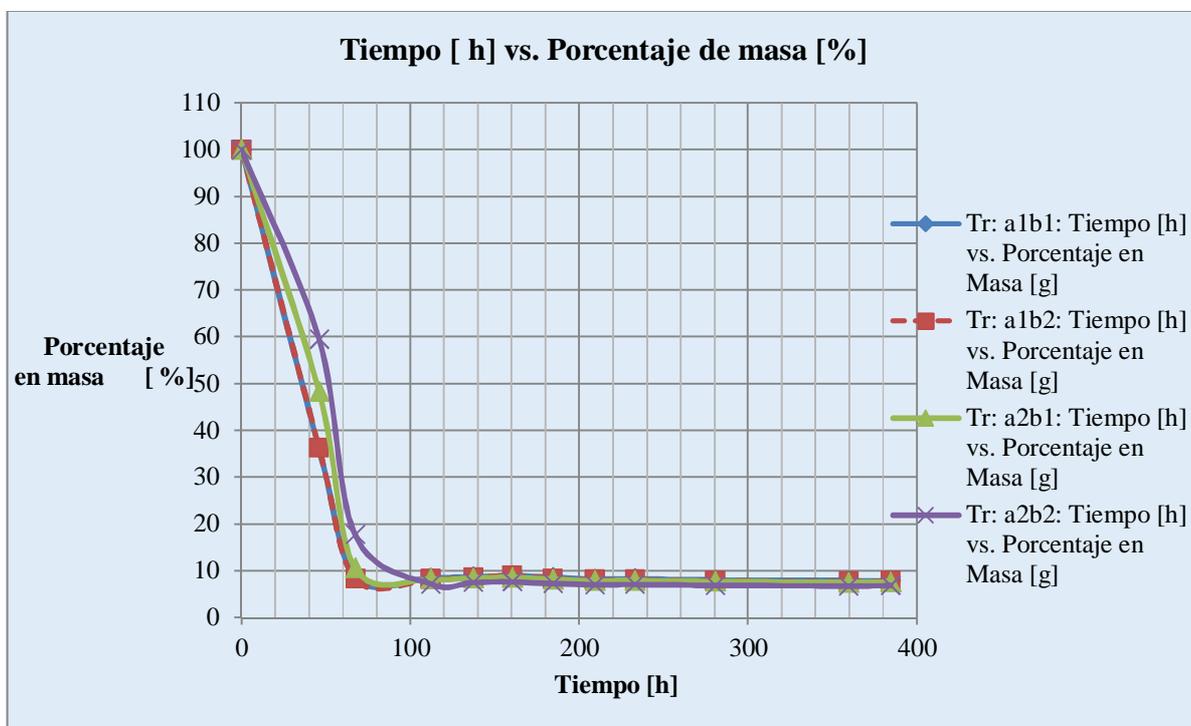
Nivel a1.- 5 gramos de kombucha

Nivel a2.- 10 gramos de kombucha

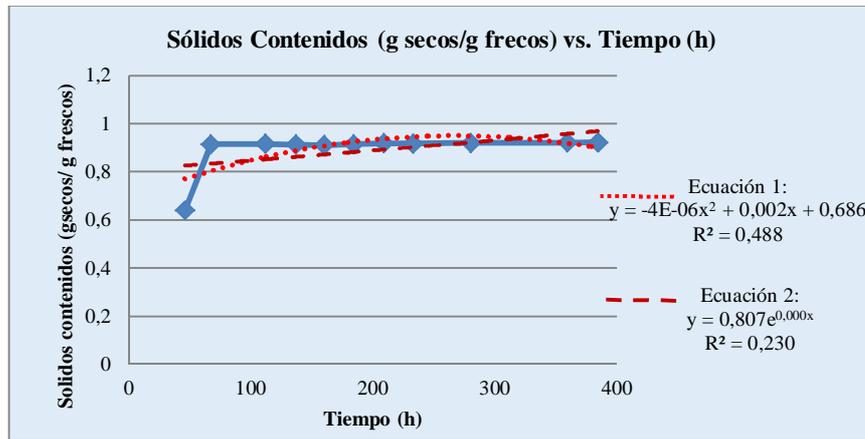
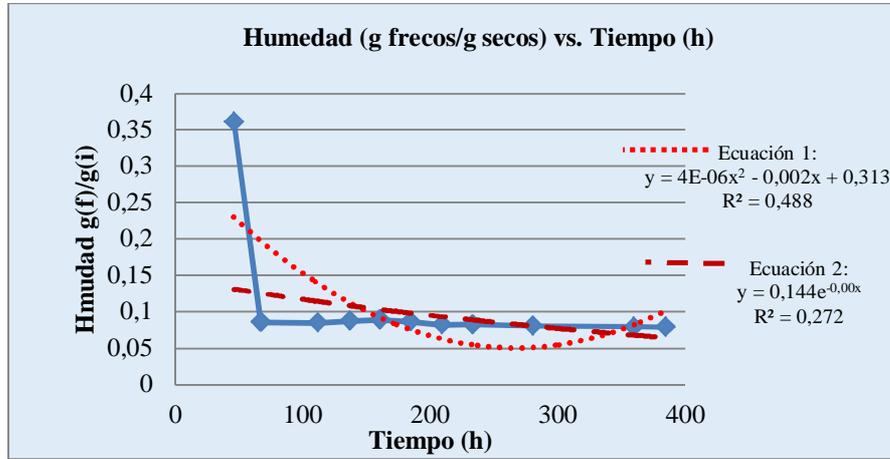
**FACTOR B.- TIPO DE SECADOR SOLAR**

Nivel b1.- Secador solar directo.

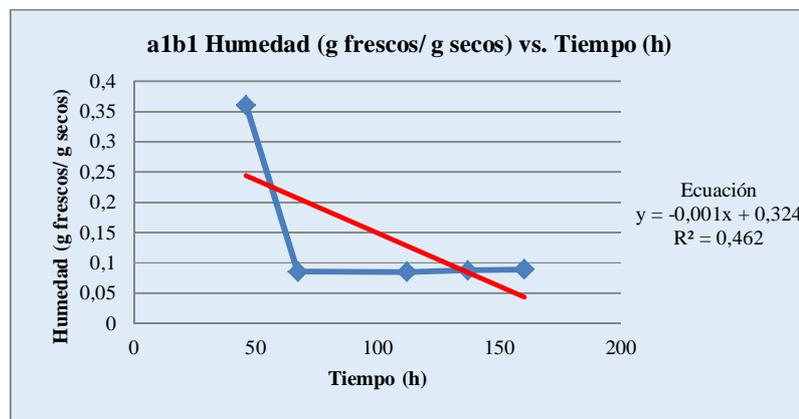
Nivel b2.- Secador solar mixto.

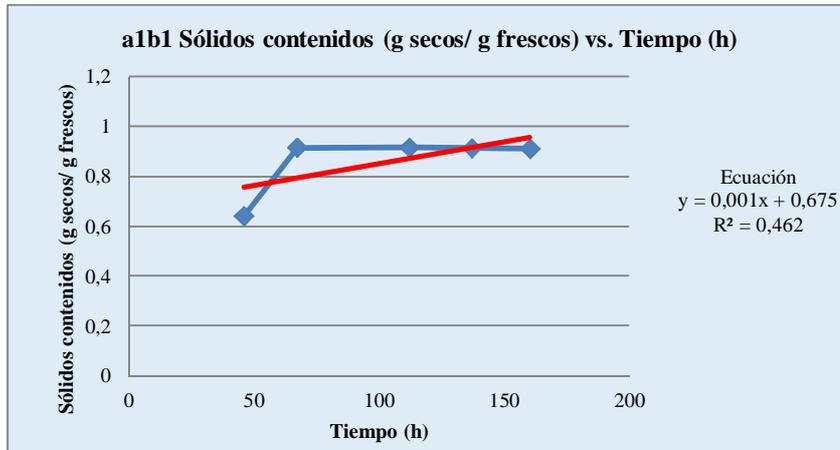


**Grafico No. 11: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a1b1**

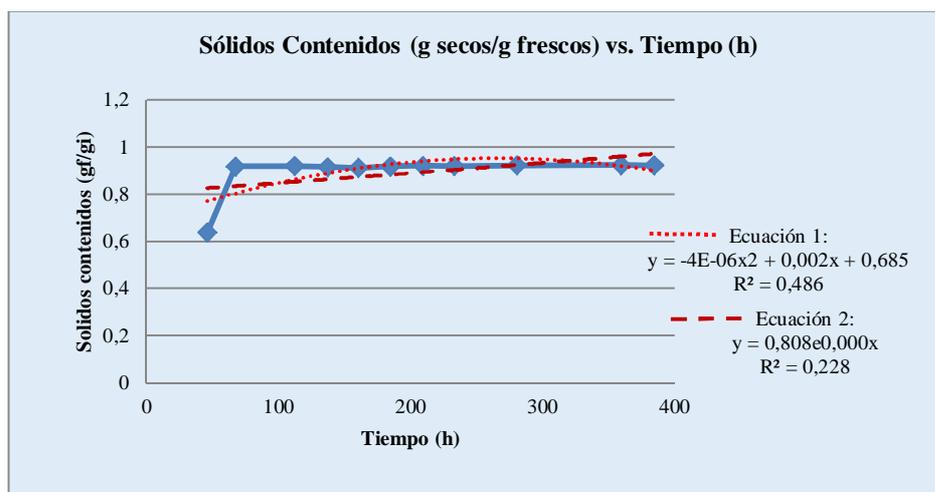
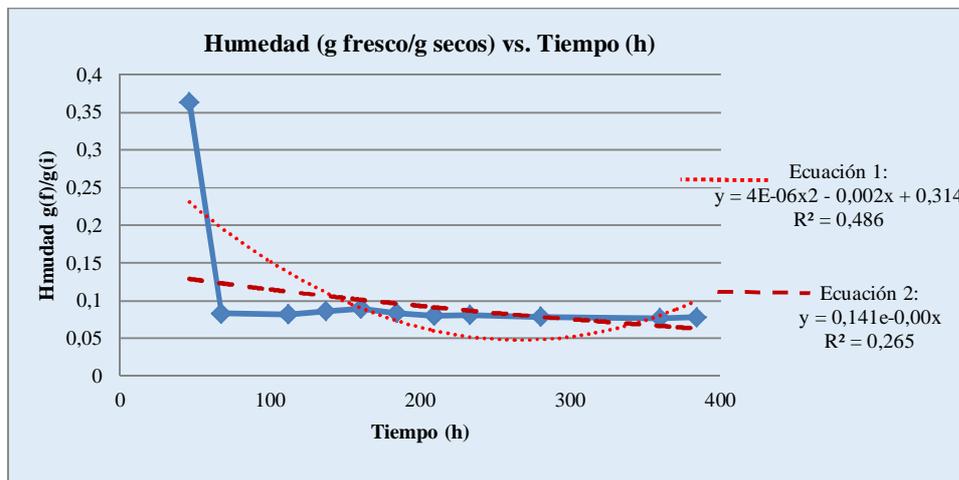


**Grafico No. 12: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a1b1**

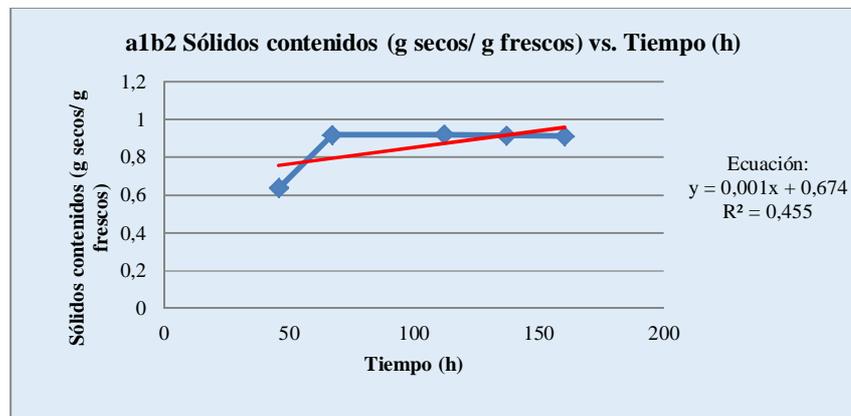
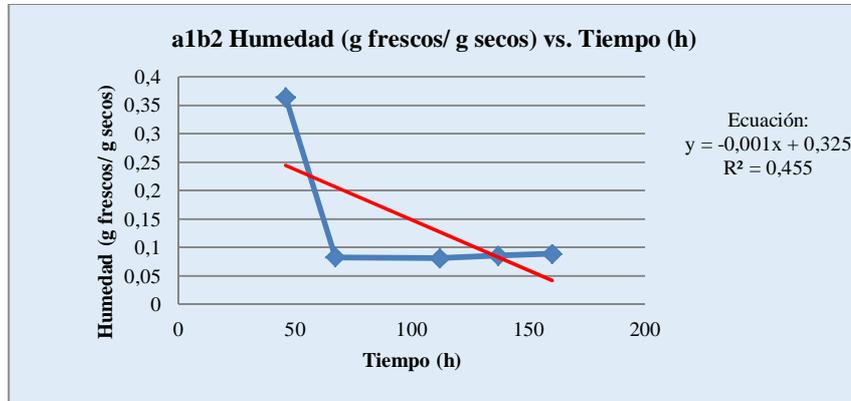




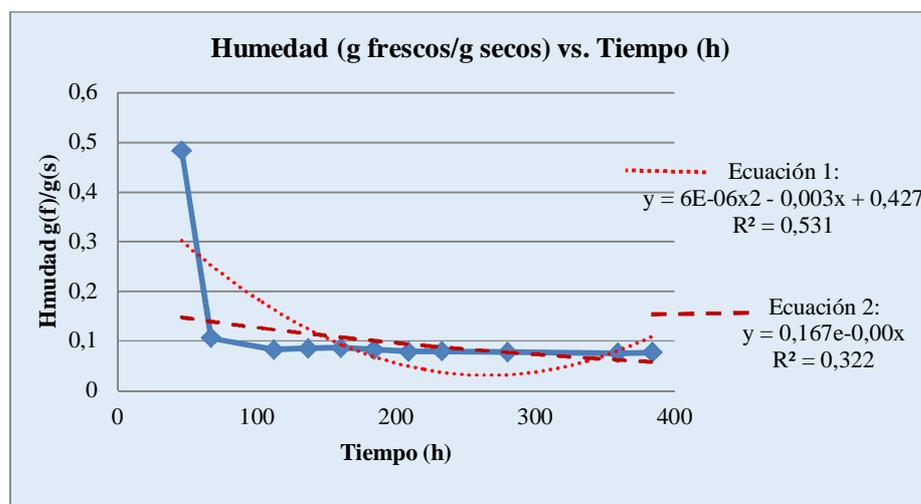
**Grafico No. 13: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a1b2**

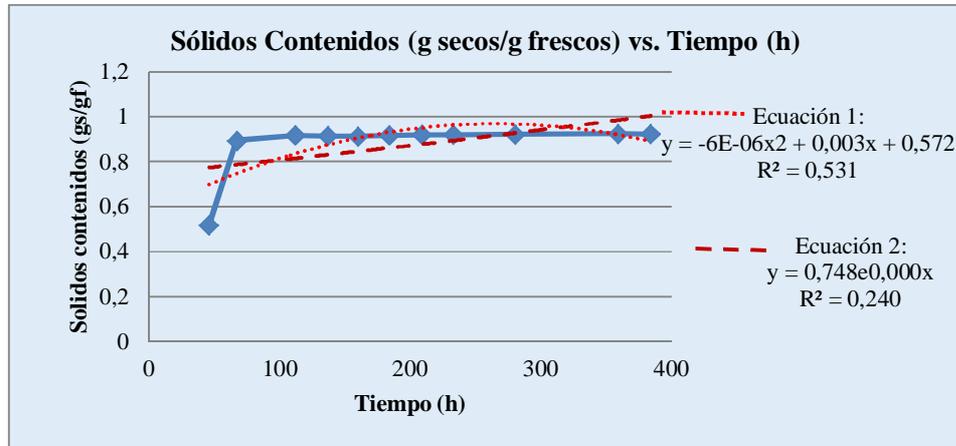


**Grafico No. 14: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a1b2**

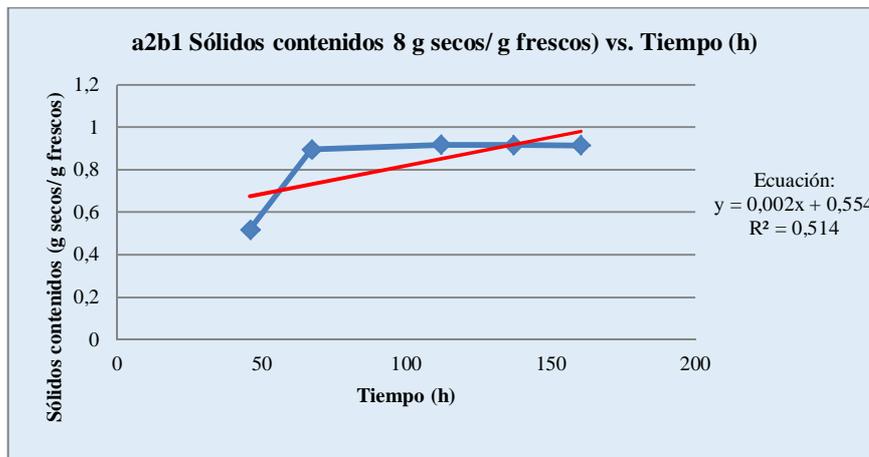
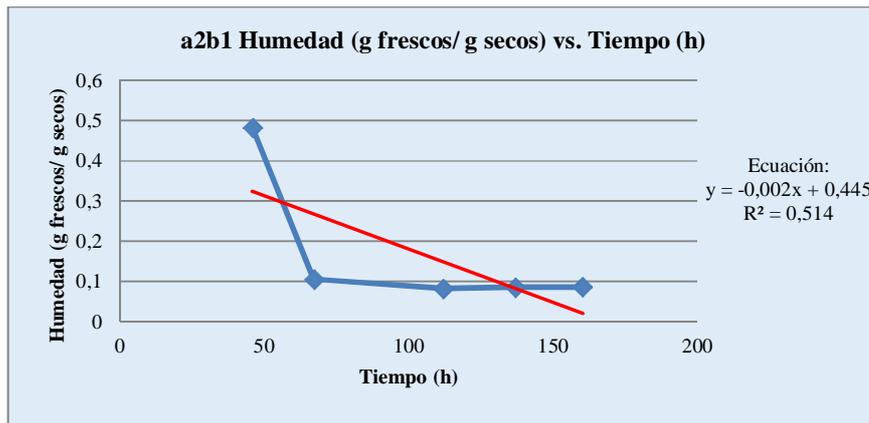


**Grafico No. 15: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a2b1**

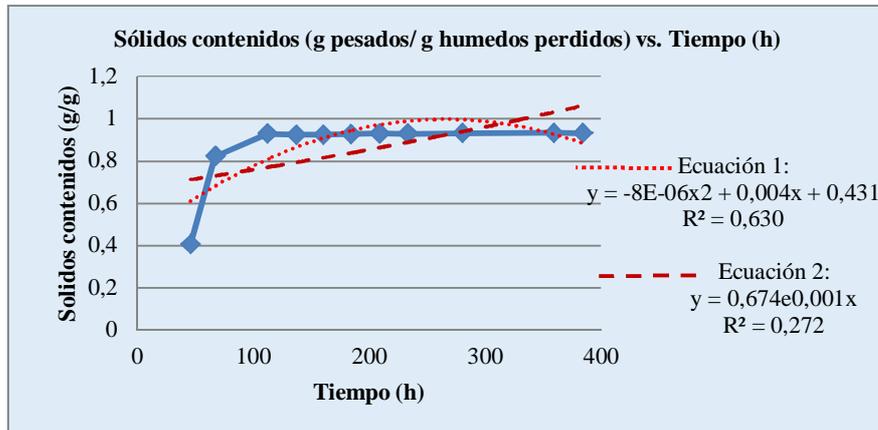
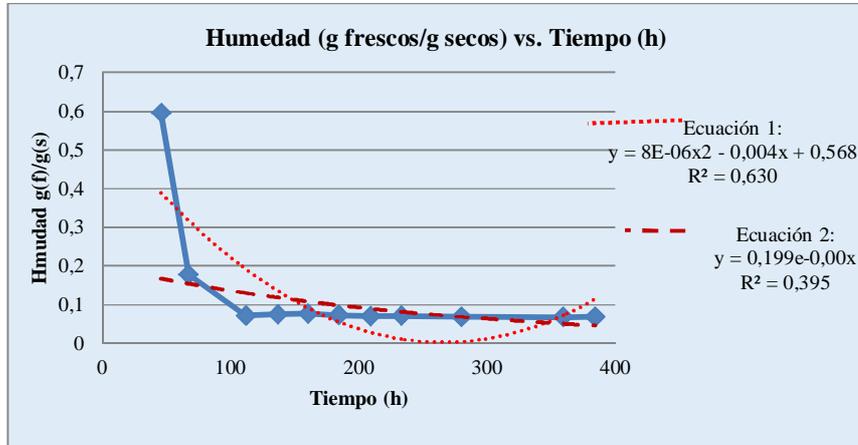




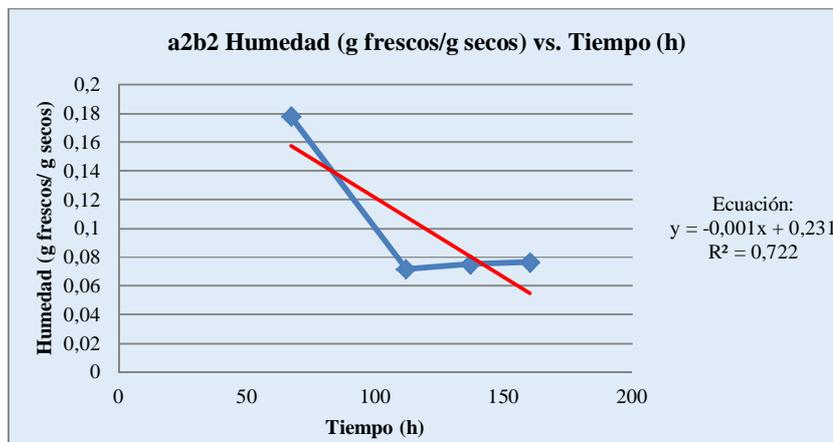
**Grafico No. 16: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a2b1**

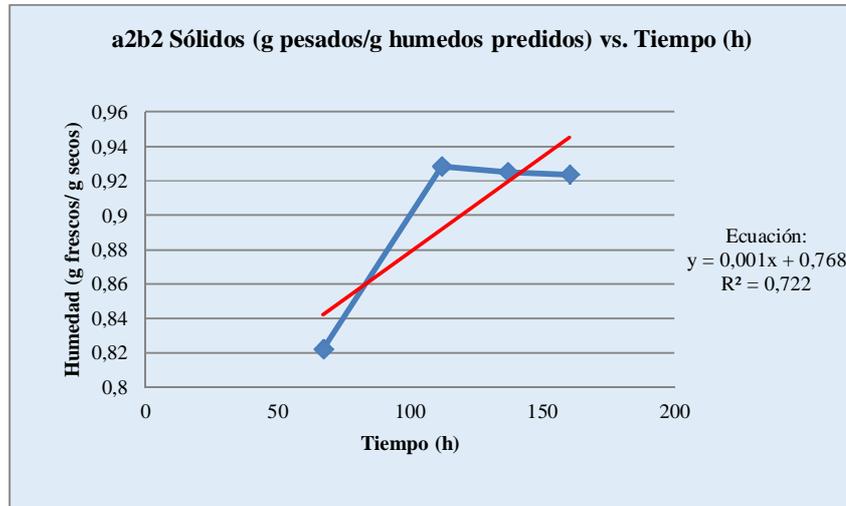


**Grafico No. 17: Humedad y Sólidos contenidos del tratamiento a2b2**



**Grafico No. 18: Humedad y Sólidos para obtener el coeficiente del tratamiento a2b2**





# **ANEXOS D**

# **FOTOGRAFÍAS**

*Fotografía No.1: Recolección de piedras volcánicas en la vía a Baños*



*Fotografía No.2: (a): Cuerpos gelatinosos de la simbiosis kombucha previo a la fermentación*

*(b): Medio de cultivo con la simbiosis kombucha*



(a)

(b)

**Fotografía No.3: (a) y (b): Construcción del secador solar directo.**



(a)

(b)

**Fotografía No.4: (a) y (b): Diferentes vista del secador solar directo.**



(a)

(b)

**Fotografía No.5: Construcción del secador solar mixto (unido colector de calor con cámara de secado).**



**Fotografía No.6:(a) y (b): Vistas posterior del secador solar directo (forma completa).**



(a)

(b)

**Fotografía No.7: (a): Vistas Frontal del secador solar directo (forma completa)**

**(b): Vista Lateral del secador mixto.**



(a)

(b)

**Fotografía No.8: (a): Vistas Lateral del secador mixto (con piedras volcánicas en el colector de secado)**

**(b): Vista posterior del secador mixto.**



(a)

(b)

**Fotografía No.9: (a): Vista frontal del secado mixto con el colector de calor, se observa las piedras volcánicas dentro de este.**

**(b): Vista superior del colector de calor, con piedras volcánicas.**



(a)



(b)

**Fotografía No.10: Lugar donde recibieron la energía solar para el secado de las muestras de kombucha.**



**Fotografía No.11: (a : Corte de la kombucha para la obtención de las muestras de 5 y 10 gramos.**

**(b): Peso de una de las muestras para la deshidratación.**

**(c): colocación de la muestra de kombucha en la mufla.**



(a)



(b)



(c)

***Fotografía No.12: Kombucha deshidratada a los 12 días de exposición a la energía solar en el secado mixto.***



*Fotografía No.13: Etiqueta para lo 100 gramos de kombucha secos en un secador mixto.*



# **ANEXOS E**

# **NORMAS**