

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EFECTO COMPARATIVO DE DOS TIPOS DE
DESHIDRATADORES SOLARES DE LA MANZANA (*Malus
silvestris* Mill.) Y LA PIÑA (*Ananas comosus* (L.) Merrill)”**

Por:

YANINA AILEN TORREZ TAPIA

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

2018

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. M. Sc. Víctor Enrique Zenteno López

PROFESOR GUIA

.....
M.Sc. Ing Freddy Castro Salinas

**DECANO FACULTAD DE CIENCIAS
AGRICOLAS Y FORESTALES**

.....
M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendevil

**VICEDECANO FACULTAD DE CIENCIAS
AGRICOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNALES

.....
M. Sc. Lic. Ing. Yerko Sfarcich Ruiz

TRIBUNAL

.....
Ing. Edwin Dellmis Flores Segovia

TRIBUNAL

.....
Ing. Freddy Castro Salinas

TRIBUNAL

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del (la) autor (a).

DEDICATORIA

A Dios: Por haberme permitido llegar hasta este punto u haberme dado salud para lograr mis objetivos, además a su infinita bondad y amor.

A Mis Padres.

Ramon Torrez Herrera y Magdalena Carmen Tapia Llanos, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A Mis Hermanos.

Por darme todo su apoyo en todo momento y ser mis impulsores.

A Mis Amigos.

Gracias por su apoyo incondicional y compartir conmigo esta experiencia.

Agradezco no solo por la ayuda brindada, sino por los buenos momentos en los que convivimos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud espiritual y física por la sabiduría, entendimiento, fortaleza y paciencia a lo largo de mi vida y en el tiempo de estudio hasta lograr mi profesionalización.

Agradezco a mis Padres porque su apoyo incondicional en todo momento de mi vida como estudiante.

A mi Magdalena Carmen Tapia Llanos por brindarme su apoyo en todas las etapas de mi vida, y principalmente por haberme dado la vida y la oportunidad de ser alguien en la vida.

A mi Padre Ramon Torrez Herrera por ser el soporte fundamental de mi familia y por apoyarme en todo momento para cumplir con todos mis propósitos.

A mis hermanos Luis Alberto Tapia, Edwin Yamil Torrez Tapia y Dennis Gael Torrez Tapia por contar con ellos en todo momento y ser la motivación en todo.

A la Familia Torrez y Tapia por el apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera y en la preparación de mi tesis.

Al Ing. Víctor Enrique Zenteno López por ser un Profesional fundamental en el desarrollo y culminación de mi trabajo final, que me apoyo con mucha voluntad y gentileza de su parte.

“Cuando creemos apasionadamente en algo que todavía no existe, lo creamos.

Lo inexistente es todo lo que no hemos deseado suficientemente.”

Nikos Kasantzakis

ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

Pág.

CAPÍTULO I INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. PROBLEMA	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA.....	5-6
2.2. DEFINICIÓN DEL SECADO.....	6
2.3. CONCEPTOS BÁSICOS DE DESHIDRATACIÓN.....	7
2.4. ENERGÍA SOLAR.....	8
2.5. MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.....	8
2.6. TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN.....	9
2.6.1. Conservación por Frío.....	9
2.6.2. Conservación por Calor.....	9

2.6.3. Por Deshidratación.....	9
2.6.4. Con Productos Conservantes.....	9
2.6.5. Por Fermentación.....	9
2.6.6. Por Revestimiento.....	9
2.6.7. Conservación al Vacío.....	9
2.6.8. Con Adictivos Alimentarios.....	9
2.6.9. Por ionización.....	10
2.7. TIPOS DE DESHIDRATADORES SOLARES.....	10
2.7.1. Secador Solar Directo.....	10
2.7.2. Secador Solar Indirecto.....	11
2.7.3. Secador Solar Mixto.....	11
2.8. TIPO ARMARIO.....	12
2.9. TIPO CARPA.....	12
2.10. PIÑA (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill.).....	13
2.10.1. Origen.....	13
2.10.2. Clasificación Taxonómica.....	13
2.10.3. Producción.....	13
2.10.4. Descripción del Fruto.....	14
2.10.5. Valor Nutricional.....	14
2.11. MANZANA (<i>Malus silvestris</i> Mill.).....	17
2.11.1. Origen.....	17
2.11.2. Clasificación Taxonómica.....	17
2.11.3. Producción.....	18

2.11.4. Descripción del Fruto.....	19
2.11.5. Componentes y Propiedades Nutritivas de la manzana.....	19
2.11.6. Usos.....	20
2.12. RELACIONES ENTRE LOS PARAMETROS DE SECDO Y LAS CARACTERÍSTICAS DE L ALIMENTO.....	20
2.12.1. Actividad del Agua.....	21
2.12.2. Los Microorganismos y la Actividad de Agua.....	22
2.13. DETERIOROS COMUNES EN LA DESHIDRATACIÓN.....	23
2.14. FACTORES QUE RIGEN EL PROCESO DE SECADO.....	24
2.15. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL TIEMPO DE SECADO.....	24
2.16. TIEMPO DE SECADO.....	25
2.17. UNIFORMIDAD DE LOS TROZOS.....	25
2.18. CALIDAD DEL SECADO.....	26
2.19. PRE-TRATAMIENTOS DE LOS PRODUCTOS A SER DESHIDRATADOS.....	26
2.19.1. Para la Aplicación de los Pre-Tratamientos Deben Observarse Ciertas Normas.....	26
2.19.2. Los Pre-Tratamientos Tienen Importancia en el Proceso y en el Producto Final.....	27
2.19.3. Preservantes y Aditivos.....	27
2.19.3.1. Bióxido de azufre.....	27
2.19.3.2. Bióxido de carbono.....	27
2.19.3.3. Ácido benzoico.....	27
2.19.3.4. Ácido ascórbico y ácido cítrico.....	27

2.19.4. Pre-tratamientos.....	28
2.19.4.1. Blanqueado (sulfitado).....	28
2.20. PASOS PRINCIPALES PARA SECAR ALIMENTOS.....	29
2.20.1. Materia Prima.....	29
2.20.2. Seleccionar (Primera Vez)	29
2.20.3. Lavar (Primera Vez)	29
2.20.4. Pelado.....	29
2.20.5. Cortar.....	30
2.20.6. Lavar (Segunda Vez)	30
2.20.7. Pretratar.....	30
2.20.8. Secar.....	30
2.20.9. Seleccionar tercera Vez)	30
2.20.10. Envasar.....	30
2.20.11. Almacenar.....	31
2.21. PREPARACIÓN PARA EL SECADO.....	31
2.22. DETERMINACIÓN DEL FIN DEL SECADO.....	32
2.22.1. Contenido Residual de Humedad (Hs).....	32
2.22.2. Humedad del Producto Fresco (Hf).....	33
2.22.3. Temperatura Máxima.....	34

CAPÍTULO III
MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	36
3.2. CLIMA.....	36
3.3. MATERIALES.....	37
3.3.1. EQUIPOS Y MATERIALES.....	37
3.3.1.1. Equipos.....	37
3.3.1.2. Materia Prima o Insumos.....	38
3.3.1.3. Tipo Armario.....	38
3.3.1.4. Tipo Carpa.....	39
3.4. METODOLOGÍA.....	39
3.4.1. Primera y Segunda Prueba.....	40
3.4.2. Procedimiento.....	40
3.4.3. Construcción del Secador Solar Tipo “Armario”	40
3.4.3.1. Colector Solar.....	40
3.4.3.2. Cámara de Secado.....	41
3.4.3.3. Secador Solar Directo Tipo “Carpa”.....	42
3.4.4. PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA MANZANA SE REALIZARON LOS SIGUIENTES PASOS.....	43
3.4.4.1. Compra de la Materia Prima (manzana).....	43
3.4.4.2. Seleccionar (Primera Vez).....	43
3.4.4.3. Lavado / Desinfección.....	44
3.4.4.4. Seleccionar (Segunda Vez).....	44

3.4.4.5. Cortado.....	45
3.4.4.6. Lavar (SegundaVez).....	45
3.4.4.7. Peso.....	46
3.4.4.8. Pretratar.....	46
3.4.4.9. Secar.....	47
3.4.4.10. Pesar.....	47
3.4.4.11. Secar (Segunda Vez).....	48
3.4.4.12. Peso.....	48
3.4.4.13. Seleccionar tercera Vez).....	48
3.4.4.14. Envasar.....	48
3.4.4.15. Almacenar.....	49
3.5.5. PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA PIÑA SE REALIZARÓN LOS SIGUIENTES PASOS.....	49
3.5.5.1. Compra de la Materia Prima (Piña).....	49
3.5.5.2. Seleccionar / Clasificación.....	50
3.5.5.3. Lavado / Desinfección.....	50
3.5.5.4. Seleccionar (Segunda Vez).....	51
3.5.5.5. Lavar (Segunda Vez).....	51
3.5.5.6. Cortado.....	52
3.5.5.7. Peso.....	52
3.5.5.8. Pretratar.....	53
3.5.5.9. Secar.....	53
3.5.5.10. Peso.....	54
3.5.5.11. Seleccionar tercera Vez).....	54

3.5.5.12. Envasar.....	55
3.5.5.13. Almacenado.....	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESHIDRATADORES SOLARES CONSTRUIDOS.....	56
4.1.1. DESHIDRTADOR SOLAR TIPO CARPA.....	56
4.1.2. DESHIDRATADOR SOLAR TIPO ARMARIO.....	57
4.1.2.1. Área de Captación.....	57
4.1.2.2. Área de Desechado.....	57
4.1.2.3. Área de Evacuación de la Humedad.....	57
4.1.2.4. Área de Entrada de Aire Fresco.....	57
4.1.2.5. Sistema de Circulación del Aire.....	57
4.1.2.5. Circulación natural por Convección.....	57-58
4.2. SECADO DE LA MANZANA EN EL DESHIDRATADOR TIPO CARPA....	59
4.2.1. Cálculo del Rendimiento (R)	59
4.2.2. Cálculo de la Masa Seca (Ms).....	59
4.3. SECADO DE LA MANZANA EN EL DESHIDRATADOR TIPO ARMARIO.....	61
4.3.1. Cálculo del Rendimiento (R)	61
4.3.2. Cálculo de la Masa Seca (Ms).....	61
4.4. COMPARACIÓN DEL SECADO DE LA MANZANA EN AMBOS DESHIDRATADORES.....	63
4.5. SECADO DE LA PIÑA EN EL DESHIDRATADOR TIPO CARPA.....	64
4.5.1. Cálculo del Rendimiento (R)	64

4.5.2. Cálculo de la Masa Seca (Ms).....	64
4.6. SECADO DE LA PIÑA EN EL DESHIDRATADOR TIPO ARMARIO.....	66
4.6.1. Cálculo del Rendimiento (R)	66
4.6.2. Cálculo de la Masa Seca (Ms).....	66
4.7. COMPARACIÓN DEL SECADO DE LA PIÑA EN AMBOS DESHIDRATADORES.....	68

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	69
5.2. Recomendaciones.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71- 73
ANEXOS.....	74 - 104

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N° 1 Humedad en Relación al Tiempo.....	21

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N°1 Valor nutricional del fruto de la piña.....	15-16
Cuadro N° 2 Se ilustra la Aw mínima aproximada para el crecimiento de grupos de microorganismos.....	22
Cuadro N° 3 Se ve los microorganismos y la Aw que necesitan para su desarrollo.....	23
Cuadro N° 4 Porcentajes de humedad residual (Hs) y humedad de producto fresco (Hf) y temperaturas máximas tolerables en °C de la piña y manzana.....	35

ÍNDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica N° 1 Deshidratación de la Manzana en el Secador Solar Tipo Carpa.....	60
Gráfica N° 2 Deshidratación de la Manzana en el Secador Solar Tipo Armario.....	62
Gráfica N° 3 Deshidratación de la Manzana en los Secadores Solares Tipo Carpa y Armario.....	63
Gráfica N° 4 Deshidratación de la piña en el Secador Solar Tipo Carpa.....	65
Gráfica N° 5 Deshidratación de la Piña en el Secador Solar Tipo Armario.....	67
Gráfica N°6 Deshidratación de la Piña en los Secadores Solares Tipo Carpa y Armario.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO N° 1.....	74-77
ANEXO N° 2.....	78
ANEXO N° 3.....	79
ANEXO N°4.....	80
ANEXO N° 5.....	81
ANEXO N° 6.....	82
ANEXO N° 7.....	83
ANEXO N° 8.....	84
ANEXO N° 9.....	85-86
ANEXO N° 10.....	87
ANEXO N° 11.....	88
ANEXO N° 12.....	88
ANEXO N° 13.....	89
ANEXO N° 14.....	90-91
ANEXO N° 15.....	92-94
ANEXO N° 16.....	95-97
ANEXO N °17.....	98
ANEXO N° 18.....	99
ANEXO N° 19.....	100 - 101
ANEXO N° 20.....	102
ANEXO N° 21	103
ANEXO N° 22.....	104