



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA AGROINDUSTRIA

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE
DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA FRESA
(FRAGARIA) Y MANZANA (MALUS)**

Trabajo de Integración Curricular
Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: CRISTIAN ANTONI NEPPAS CAZA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA AGROINDUSTRIA

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE
DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA FRESA
(FRAGARIA) Y MANZANA (MALUS)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: CRISTIAN ANTONI NEPPAS CAZA

DIRECTOR: Ing. CRISTIAN GERMAN SANTIANA ESPÍN. MSc

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Cristian Antoni Neppas Caza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Cristian Antoni Neppas Caza, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de diciembre del 2022

Cristian Antoni Neppas
172522924-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA FRESA (FRAGARIA) Y MANZANA (MALUS)** , realizado por el señor: **NEPPAS CAZA CRISTIAN ANTONI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores, MsC PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2022-12-19
Ing. Cristian German Santiana Espín. MSc DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR	_____	2022-12-19
Ing. Dario Javier Baño Ayala. PhD MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2022-12-19

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo de investigación curricular primeramente a Dios, por haberme dado las fuerzas para llegar a este momento tan importante y esperado en mi formación profesional. A mi madre Carmen Caza y a mi padre Mario Neppas por ser mi principal y más importante pilar y haberme acompañado en todo este proceso, demostrándome siempre su amor, cariño, paciencia y apoyo total. A mis hermanos Jessica, Karla y Antoñito, que siempre me demostraron su amor, la ayuda que necesite en ciertos momentos, y finalmente a Grace, que me impulso a dar lo mejor de mí, y seguir adelante, dándome sus enseñanzas y amor, a todos ellos por ayudarme en mi desarrollo.

Cristian

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado las fuerzas para seguir y llegar a este punto, agradezco a mis padres, por haberme ayudado en muchos aspectos siendo uno de los más importantes, el apoyo moral, a mis hermanos, quienes me supieron escuchar en mis momentos difíciles, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darme la oportunidad de seguir y culminar esta etapa, y las que se vendrán posteriormente, y finalmente a expresando un eterno agradecimiento al Ing. Cristian Santiana. MSc, y Ing. Dario Baño. PhD por darme las herramientas y conocimientos necesarios para la culminación de esta etapa.

Cristian

TABLA DE CONTENIDO

Comentado [CC1]: Todo letra 11

INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes de investigación.....	5
2.1.1 El proceso de Liofilización.....	5
2.1.2 Comparación estadística de los valores de la frutilla deshidratada por método de microondas y liofilización.....	5
2.1.3 Curvas de secado en snacks de manzana.....	6
2.1.4 Deshidratación de manzana.....	7
2.1.5 Calidad sensorial de snack de manzanas.....	7
2.1.6 Deshidratación osmótica de fresas.....	7

2.1.7	Alternativas de Aplicación del Proceso de Liofilización en Frutas y Hortalizas compatible con la Normativa Orgánica.....	8
2.1.8	Estudio del proceso de secado de fresa usando horno microondas.....	8
2.1.9	Diseño y simulación de un sistema de deshidratación de fresa con energías alternativas.....	9
2.1.10	Determinación de un modelo predictivo de secado para la manzana producida en la sierra centro.....	9
2.1.11	Color y textura, características asociadas a la calidad de tomate deshidratado	9
2.1.12	Datos del costo beneficio de los dos métodos deshidratación	10
2.1.13	Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla	10
2.2	Referencias Teóricas	10
2.2.1	Características de la fresa y manzana	10
2.2.2	Requisitos de los productos deshidratados y liofilizados	12
2.2.3	Deshidratación.....	12
2.2.4	Liofilización	14
2.2.5	Balances de Masa y Energía.....	17
2.2.6	Unidades de energía	18
2.2.7	Análisis de Costo Beneficio.....	18
2.2.8	Análisis Sensorial.....	19
2.2.9	Pruebas Afectivas	19
2.2.10	Datos de sublimaciones del agua.....	19
2.2.11	Requisitos microbiológicos	19

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1	Localización y duración del experimento	21
3.2	Unidades experimentales	21
3.3	Materiales, equipos e instalaciones	21
3.3.1	Análisis del proceso de deshidratación y liofilización	21

3.3.2	Análisis físico – químicos	21
3.3.3	Análisis microbiológicos	22
3.3.4	Análisis Sensorial.....	22
3.3.5	Análisis del costo beneficio	22
3.3.6	Instalaciones.....	23
3.4	Tratamiento y diseño experimental	23
3.4.1	Esquema del experimento.....	23
3.4.2	Mediciones experimentales	23
3.4.3	Análisis del proceso de deshidratación y liofilización	24
3.4.4	Análisis físico – químicos	24
3.4.5	Análisis microbiológicos	24
3.4.6	Análisis Sensorial.....	24
3.5	Análisis estadísticos y prueba de significancia.....	24
3.6	Procedimiento experimental.....	24
3.6.1	Realización de las curvas de secado.....	24
3.6.2	Procesos de deshidratado de las frutas.....	25
3.6.3	Proceso de liofilizado de las frutas.....	26
3.7	Metodología de la evaluación	27
3.7.1	Análisis de las variables de la investigación.....	27
3.7.2	Energía	28
3.7.3	Análisis físico – químicos de fruta deshidratada y liofilizada	29
3.7.4	Análisis microbiológicos de fruta deshidratada y liofilizada.....	31
3.7.5	Análisis sensorial	32

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	33
4.1	Resultados del proceso de Deshidratación y Liofilización.....	33
4.1.1	Tiempo y temperatura de la deshidratación por los dos métodos	33
4.1.2	Pérdida de peso de las frutas.....	34

4.1.3	Energía usada por los procesos	35
4.2	Características fisicoquímicas, microbiológicas	36
4.2.1	Porcentaje de humedad de la manzana deshidratada y liofilizada	36
4.2.2	Porcentaje de cenizas de la manzana deshidratada y liofilizada	36
4.2.3	Porcentaje de humedad de la fresa deshidratada y liofilizada	37
4.2.4	Porcentaje de cenizas de la fresa deshidratada y liofilizada	37
4.2.5	Carga microbiológica	37
4.3	Características sensoriales	38
4.3.1	Análisis Sensorial de la manzana	38
4.3.2	Análisis Sensorial de la fresa	40
4.4	Balance masa energía, costo beneficio de los procesos	41
4.4.2	Balance de masa de las frutas con los métodos	42
4.4.3	Análisis económico	43
	CONCLUSIONES	44
	RECOMENDACIONES	45
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Resultados de la frutilla deshidratada en microondas y la frutilla liofilizada	5
Tabla 2-2:	Propiedades organolépticas de la fresa	6
Tabla 3-2:	Resultados de la manzana deshidratada	7
Tabla 4-2:	Datos de las manzanas frescas y deshidratadas en 100 g.....	7
Tabla 5-2:	Parámetros usados en la deshidratación osmótica de la fresa	8
Tabla 6-2:	Parámetros usados en la deshidratación de la manzana y fresa	8
Tabla 7-2:	Parámetros usados en la deshidratación de la fresa	9
Tabla 8-2:	Parámetros usados en la deshidratación de la manzana	9
Tabla 9-2:	Análisis bromatológico y microbiológico de la mora	10
Tabla 10-2:	Valor Nutricional de la Fresa	11
Tabla 11-2:	Valor Nutricional de la Manzana	11
Tabla 12-2:	Velocidad de Congelación	16
Tabla 13-3:	Puntos normales de fusión y ebullición	19
Tabla 14-3:	Requisitos microbiológicos de las variables	19
Tabla 15-3:	Esquema del experimento de la manzana	23
Tabla 16-3:	Esquema del experimento de la fresa.....	23
Tabla 17-4:	Variables de los procesos de deshidratación y liofilización.....	33
Tabla 18-4:	Características fisicoquímicas de la deshidratación y liofilización de la manzana y fresa	36
Tabla 19-4:	Carga microbiológicos de la deshidratación y liofilización de la manzana	37
Tabla 20-4:	Valoración sensorial de la manzana deshidratada y liofilizada.....	38
Tabla 21-4:	Valoración sensorial de la fresa deshidratada y liofilizada	40
Tabla 22-4:	Energía requerida para la deshidratación y liofilización de las frutas mediante calculo.....	41
Tabla 23-4:	Análisis económico de la deshidratación y liofilización de la manzana y fresa ..	43
Tabla 24-4:	Tiempo (minutos) y temperatura de los métodos de conservación de la manzana.	24
Tabla 25-4:	Tiempo en minutos de los métodos de conservación de la Fresa.....	25
Tabla 26-4:	Perdida del peso (%) de los métodos de conservación de la manzana.....	25
Tabla 27-4:	Perdida del peso (%) de los métodos de conservación de la fresa	25
Tabla 28-4:	Energía (Kw.h) de los métodos de conservación de la manzana	25
Tabla 29-4:	Energía (Kw.h) de los métodos de conservación de la fresa.....	26
Tabla 30-4:	Humedad %, de los métodos de conservación de la manzana	26
Tabla 31-4:	Humedad %, de los métodos de conservación de la Fresa.....	26
Tabla 32-4:	Cenizas %, de los métodos de conservación de la manzana	26

Tabla 33-4: Cenizas %, de los métodos de conservación de la manzana	26
Tabla 34-4: Análisis de la deshidratación y liofilización de la manzana y fresa.....	40

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Curva de secado de manzana cortada en 2 y 4 mm.....	6
Ilustración 2-2:	Pasos del proceso de liofilización	15
Ilustración 3-2:	Esquema general de un equipo de liofilización.....	16
Ilustración 4-3:	Proceso de deshidratación de la fruta.....	25
Ilustración 5-3:	Proceso de liofilización de la fruta.....	26

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA FRUTA DESHIDRATADA
- ANEXO B:** BALANCE DE MASA DE LA MANZANA
- ANEXO C:** DIAGRAMAS DE BLOQUES DE LA FRUTA LIOFILIZADA
- ANEXO D:** BALANCE DE MASA DE LA FRESA DESHIDRATADA
- ANEXO E:** DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA MANZANA LIOFILIZADA
- ANEXO F:** FORMATO DE LA RÚBRICA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA FRUTA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA
- ANEXO G:** RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIALES
- ANEXO H:** RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA MANZANA
- ANEXO I:** RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA FRESA
- ANEXO J:** RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LAS VARIABLES DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA MANZANA
- ANEXO K:** CÁLCULO DE ENERGÍA DE LA DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN.
- ANEXO L:** CÁLCULO DE ENERGÍA DE LA DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN.
- ANEXO M:** DATOS BROMATOLÓGICOS
- ANEXO N:** DATOS MICROBIOLÓGICOS
- ANEXO O:** ANÁLISIS DE LA DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA MANZANA Y FRESA

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de los procesos de deshidratación y liofilización de la fresa (*fragaria*) y manzana (*malus*), para las cuales se recopiló información de las variables de los procesos estudiados, estas fueron realizadas en un liofilizador y deshidratador, en el que se midieron variables cualitativas mediante un analizador de energía, obteniéndose una mejor respuesta en la deshidratación de las frutas, con un valor en consumo de kWh menor al tratamiento de la liofilización, fueron analizadas las características físico químicas mediante la utilización de técnicas del laboratorio, con el que se obtuvieron porcentajes de humedad y cenizas, se realizó un análisis microbiológico en que se estableció una ausencia total en la carga microbiana de E. Coli y Salmonella, cumpliendo lo requerido por la Normativa INEN, se alcanzó características sensoriales sin diferencias significativas, realizadas mediante un análisis hedónico escalar de cinco puntos, se determinó un balance de masa y energía, obteniéndose mejores rendimientos cuando la fruta es deshidratada, con pérdidas menores a comparación de la fruta es liofilizada, por ello se la fruta deshidratada se tuvieron mejores resultados con una mayor ganancia por cada gramo que se procesó, por lo que se concluye que al realizar la deshidratación se obtendrán menores valores de tiempo, energía, pérdida de peso, con resultados mejores cuando este se evalúa sensorialmente, con mayores beneficios en cuanto al balance de costo beneficio, por ello se recomienda usar el tratamiento de la deshidratación al momento de conservar la fresa y manzana.

Palabras clave: <DESHIDRATAACION>, <LIOFILIZACION>, <MANZANA (*malus*)>, <FRESA (*fragaria*)>, <ENERGIA>, <PROCESOS>, <SENSORIAL>.

0703-DBRA-UPT-2023

SUMMARY

The purpose of this work was to carry out a comparative analysis of the dehydration and freeze-drying processes of strawberries (*fragaria*) and apples (*malus*). The information on the variables of the processes studied was collected in a freeze-dryer and dehydrator, in which qualitative variables were measured through an energy analyzer. It was obtained a better response in the dehydration of fruits, with a value in kWh consumption lower than the freeze-drying treatment. The physical and chemical characteristics were analyzed using laboratory techniques, with which moisture and ash percentages were obtained. A microbiological analysis was performed, establishing a total absence in the microbial load of E. Coli and Salmonella, complying with the requirements of the INEN Standard. It was achieved sensory characteristics with no significant differences. It was used a five-point scalar hedonic analysis. It was determined mass and energy balance, obtaining better yields when the fruit was dehydrated, with lower losses compared to freeze-dried fruit. Therefore, dehydrated fruit gave better results with a higher profit per gram processed. It is concluded that dehydration will result in lower values of time, energy, and weight loss, with better results when evaluated by sensory evaluation, with higher benefits in terms of cost-benefit balance. It is recommended to use the dehydration treatment when preserving strawberries and apples.

Keywords: <DESHYDRATION>, <LYOPHILIZATION>, <APPLE (*malus*)>, <STRAWBERRY (*fragaria*)>, <ENERGY>, <PROCESSES>, <SENSORY>.

0703-DBRA-UPT-2023

Silvana Patricia Céleri Quinde
C.C. 0602669830

INTRODUCCION

La fresa y la manzana son productos de alta demanda en el mercado, por sus características organolépticas, se la puede consumir fresca, pero hay ciertas épocas del año en las que existen sobreproducciones, y es aquí donde se desperdicia la fruta, por ello en la industria alimenticia se han desarrollado métodos para conservar frutas. Los alimentos con un alto contenido de agua, tales como la manzana y la fresa que se dan en la Zona 3, tienen un auge en el mercado, y en si se las comercializa de diferentes formas, tienen un aumento considerable en ciertas épocas de del año, el fin de conservar estos productos para aumentar su valor, al utilizar procesos de conservación.

La deshidratación es una de las técnicas más antiguas, en las que el hombre ha usado para la conservación de alimentos, por otro lado, es un proceso que es usado comúnmente en la industria agrícola, este proceso se basa en eliminar agua presente de la fruta, el cual mediante un proceso en el que se aumenta la temperatura se evapora el agua presente en ellas, este método permite preservar el producto durante más tiempo de vida útil, por otra parte mejora el transporte reduciendo los costos del mismo, y facilita su almacenamiento (Cabascango, 2018, P.7)

La liofilización es un método de secado de las frutas, la cual da como resultado una fruta con una estructura completamente amorfa, este método consiste en congelar el agua presente en las frutas, y deshidratarla mediante la sublimación de esta misma. (Reyes, 2020, p.29).

En los métodos y procesos de conservación de frutas y verduras, se tiene en si muchas ventajas, así como desventajas, hablando en si nutricionalmente, gasto de recursos y energía de los procesos, y coste económico, la deshidratación es conocida, y es un método más tradicional, utilizándose temperaturas tanto de manera natural o artificial, de manera natural se puede decir que se usa la energía solar, este es un gasto de energía bajo, con mayor eficiencia económica, el método de liofilización es un proceso con mayor complejidad, en él se requiere mucha más energía, en el que se inicia con la congelación y sublimación al vacío, se consume hasta cinco veces más energía, representado un coste mucho más elevado, pero se conserva la estructura inicial del producto, si perder aceites esenciales, o compuestos volátiles, que se perderían en la deshidratación convencional, que se pierden características nutricionales, y características organolépticas.

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La definición de la conservación de frutas, cada vez se va mejorando, y siendo más convencional, por ello se habla de métodos distintos en la conservación de frutas y hortalizas, la deshidratación y la liofilización, la liofilización fue un método que fue desarrollado en 1906 por Arsèned'Arsonval y Frédéric Bordas, en París, Francia, de acuerdo con lo mencionado por Carpio (2018, p.8). en 1911 Downey Harris y Shackle usaron el método de liofilización para conservar el virus de la rabia viva, dando como resultado la fabricación de la primera vacuna contra la rabia.

La deshidratación es un método que data de la antigüedad en a la conservación de alimentos, esta puede aplicarse en alimentos que presenten un alto contenido de agua, siendo más comunes las frutas y hortalizas, estas tienen un contenido de agua mayor al 80%, en el proceso se ve involucrado temperaturas.

La liofilización que se usa en la actualidad tuvo un auge durante la Segunda Guerra Mundial, aquí se desarrollaba ya de manera comercial, conservándose plasma sanguíneo, siendo utilizado posteriormente en los primeros antibióticos, este método se congela y se sublima el hielo presente en el alimento, el cual se evapora directamente sin pasar por un estado de fusión, por ellos es que se puede obtener un producto final más estable y con mayor calidad, sin perderse ningún componente del mismo.

1.2 Planteamiento del problema

Los métodos de secado usado en frutas más comunes son la deshidratación y la liofilización los cuales tienen su origen en la antigüedad, se usan en alimentos que tienden a ser perecederos, por su alto contenido de agua, es aquí que actúan los microorganismos, como hongos, mohos y bacterias, por ellos a pesar de que existen otros métodos de conservación como la congelación, en el que disminuye la actividad de las enzimas, este método puede deteriorar el alimento, debido a cuando se congela produce cristales de hielo, y el fenómeno oxidativo continúa, y las modifica, de igual manera la congelación hace que las paredes del producto se rompan, deteriorándolo y reduciendo su parte inocua.

Es por ello se estima que la solución más eficaz, en el proceso de eliminación del agua presente en el alimento, debido a que es uno de los principales causantes del deterioro de alimentos, aumentando la proliferación de los microorganismos, de acuerdo con Ocaña (2013, p.1) menciona que se puede perder hasta un 20% de producción total de las frutas en las cosechas, y los métodos de conservación de alimentos ya no son suficiente en el Ecuador.

1.3 Justificación

La creciente producción de frutas de temporada como manzanas y fresas sugiere que tienen un futuro promisorio y pueden ser una excelente alternativa de diversificación y exportación. Estos cultivos que se producen en la Zona 3 del Ecuador, tienen problemas, como una sobreproducción en ciertas épocas del año, la producción de fresa es un cultivo que actualmente se encuentra en auge, existen muchos productores compitiendo entre sí, caso similar con la manzana. (Cayambe, 2018, p 104)

Es aquí cuando los productores no aportan ningún valor agregado a sus productos y no existe una diferenciación con la que contar para tener mayor poder de negociación. Esto se debe a que los precios son muy volátiles y a que las fresas son un producto perecedero, inclusive más que las manzanas, no se pueden almacenar y los agricultores no pueden vender a menos que haya un sistema de refrigeración, en tiempos de cosecha, por ello la fruta tiende a dañarse, pero en otro caso esta fruta en ciertas épocas estas frutas escasean, por ello se busca métodos de conservación de frutas, entre los más conocidos la deshidratación y liofilización, los dos métodos tienen un fin similar, el de conservarlas eliminando el agua presente en ellos, en la liofilización se puede eliminar mucho más agua, a comparación de la deshidratación, se puede eliminar hasta un 95% del agua presente en el alimento, esto supone un beneficio cuando se desee almacenar y enviar los productos, porque se pueden enviar mucho más mercancía, sin recurrir a una cadena de frío, siendo un producto muchos más estable microbiológicamente hablando, en la deshidratación se transforma de alimentos frescos a alimentos secos, por ello en ambos casos se agregan un valor, pero en la deshidratación dice que es un método más económico, y útil en los pequeños productores, donde no tengan posibilidades de tener métodos de conservación. (Parzanece, sf, p.2)

Por ello se requiere determinar cuál es el mejor método de conservación que determine la calidad del alimento, de manera técnica y sensorialmente hablando, identificando en si cuál de ellos tiene una mayor eficiencia energética, en calidad de producto terminado, determinado en si la rentabilidad que tiene cada proceso y la relación costo beneficio.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Realizar un análisis comparativo de los procesos de deshidratación y liofilización de la fresa (*fragaria*) y manzana (*malus*)

1.4.2 *Objetivos específicos*

Comparar los procesos de deshidratación y liofilización de la fresa (*fragaria*) y manzana (*malus*), determinando variables para cada proceso.

Analizar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las frutas liofilizadas y deshidratadas.

Determinar un balance energético, costo beneficio de los procesos analizados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 *El proceso de Liofilización*

La liofilización de acuerdo con (Carrillo et al., 2018: pp.295-298) ha demostrado que se puede conseguir alimentos de mayor calidad, en cuanto a la deshidratación convencional, mencionan que se requieren mayores costos tanto de mantenimiento como de producción de los productos finales, al igual que un alto consumo de energía, de igual manera se describe que para remover un kg de agua en el producto, se requerirá hasta dos veces más energía en la liofilización que en la deshidratación.

2.1.2 *Comparación estadística de los valores de la frutilla deshidratada por método de microondas y liofilización.*

Los resultados obtenidos por (Huaraca, 2011, p.101) demuestran que, al momento de procesar las frutas con dos métodos de conservación, los cuales son la deshidratación en un microondas, y el secado por liofilización, estos resultados fueron aplicados la prueba estadística T student. Estos resultados se pueden observar en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Resultados de la frutilla deshidratada en microondas y la frutilla liofilizada

Determinaciones	Frutilla Fresca	Frutilla Deshidratada por microondas	Frutilla Liofilizada	Desvest	TC	t
Humedad %	89,22	12,12	1,66	0,311	-47,545	2,950
Ceniza %	4,54	4,14	4,37	0,099	3,286	

Fuente: Huaraca, 2011

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

La frutilla deshidratada obtenida tanto para liofilización como para las deshidratación por microondas, se describe que la fruta liofilizada tiene un porcentaje menor en cuanto humedad, en comparación con la frutilla deshidratada, en lo que concuerda lo dicho por (Huaraca, 2011; citados en Ceballos, 2008) mencionando que en el método de liofilización se obtiene, menor porcentaje de humedad, comparado con otros métodos tradicionales, a su vez que el la determinación de la

ceniza, se muestra que la frutilla fresca es la que se obtiene mayor porcentaje de ceniza, y en la frutilla liofilizada, se obtiene un valor intermedio, debido a la pérdida de humedad, fue mayor a la frutilla deshidratada por microondas.

Por otro lado (Huaraca, 2011, p.101) en el mismo estudio, determino el tiempo y la temperatura por diferentes métodos, para el método de liofilización, fue aplicado en 3 dimensiones de la frutilla, la cuales fueron está cortada en 3,6 y 9mm, las cuales se lograron deshidratar casi en su totalidad, en un tiempo de 166 horas, es decir en 8 días.

En la misma investigación realizada por (Huaraca, 2011, p.90) también se tuvieron resultados, en cuanto a una evaluación sensorial, en los que se usaron los órganos de los sentidos, así identificando en olor, color y sabor de la frutilla deshidratada, tal como se muestra en la tabla

Tabla 2-2: Propiedades organolépticas de la fresa

Propiedades Organolépticas	Frutilla	Frutilla Liofilizada
Olor	Frutal	Frutal intenso
Color	Rojo Brilloso	Rojo Intenso
Sabor	Acido	Ligeramente acido

Fuente: Huaraca, 2011

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

2.1.3 Curvas de secado en snacks de manzana

De acuerdo con los resultados obtenidos por (Erdociain, 2020, p. 18) mencionados en su trabajo titulado Desarrollo de snacks de manzana bajo diferentes condiciones de proceso, el cual la manzana se deshidrata a 40, 60 y 80 °C y en diferentes cortes, siendo la mejor temperatura cuando se la procesa a 60°C, esto se observa en la figura 1-2.

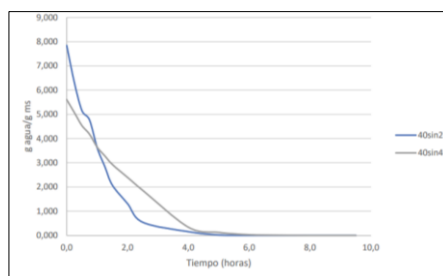


Ilustración 1-2: Curva de secado de manzana cortada en 2 y 4 mm

Realizado por: Erdociain, 2022

La temperatura de 60 °C es identificada como la mejor en parámetros como la humedad, textura, color, llegando a un tiempo de 4 a 6 horas en s proceso de deshidratación correcto.

2.1.4 *Deshidratación de manzana*

Los resultados obtenidos en la investigación por parte de (Adrian, 2020, p. 51) para la deshidratación de la manzana realizada en un horno eléctrico, se realizó a una temperatura de 60°C por 4 horas, y una humedad de 90,5% como se muestra en la tabla

Tabla 3-2: Resultados de la manzana deshidratada

Peso inicial de la manzana (g)	Peso final de la manzana (g)	Pérdida de peso (g)	Porcentaje de Humedad %	Solidos Totales
4505,6	428,03	4077,57 g (91,51%)	90,5	9,95

Fuente: (Adrian, 2020, p.51)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.1.5 *Calidad sensorial de snack de manzanas*

D acuerdo con (Sepúlveda et al., 2011: pp.423-427) se realizó un snack de manzanas deshidratadas a 60°C por 4 horas se obtuvieron los resultados de las pérdidas de peso y humedad, mostrados en la tabla 5-2, en el cual la manzana deshidratada pierde un 90% de su peso total.

Tabla 4-2: Datos de las manzanas frescas y deshidratadas en 100 g

Análisis	Manzana fresca	Manzana deshidratada
Humedad (g/100g)		86,4
Solidos Totales (g/100g)		14
		4,6
		95,4

Fuente: (Sepúlveda et al., 2011, p.425)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.1.6 *Deshidratación osmótica de fresas*

Los resultados alcanzados por (Quilumbaquin, 2019, p. 44) en su trabajo experimental nombrado Osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (*Fragaria vesca*; variedad Albión) deshidratada convencionalmente el que se basa en parámetros usados en la deshidratación osmótica de la fresa (Tabla 5-2), mostrando los valores adecuados, basados en los análisis sensoriales, los resultados más favorables en los análisis sensoriales serán aceptados y tomados en los parámetros de la deshidratación.

Tabla 5-2: Parámetros usados en la deshidratación osmótica de la fresa

Parámetros	Valoración
Grados Brix	50
Tiempo (horas)	6
Temperatura °C	60

Fuente: (Quilumbaquin, 2019, p.44)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

Una vez determinado el mejor tratamiento para la fresa, se tiene ciertos datos como la humedad, la cual se determina que esta llega a 14,10%.

2.1.7 *Alternativas de Aplicación del Proceso de Liofilización en Frutas y Hortalizas compatible con la Normativa Orgánica*

Los datos alcanzados en el manual realizado por (PRODAO, 2020, p. 20-24) se mencionan que, en los ensayos realizados a la manzana y fresa, aplicados los métodos de liofilización se pueden obtener tiempos y temperaturas detalladas a continuación:

Tabla 6-2: Parámetros usados en la deshidratación de la manzana y fresa

Fruta liofilizada	Temperatura Final, °C	Tiempo Final, min	Humedad %	Pérdida de Peso		
				Peso Inicial, mg	Porcentaje de Perdida	Peso Final, mg
Manzana	-40°C	1200	5,88	475000	84,22%	75000
Fresa	-40°C	1200	15,78	2500	94,22%	147

Fuente: (PRODAO, 2020, p. 20-24)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.1.8 *Estudio del proceso de secado de fresa usando horno microondas*

En la investigación y estudio realizado por (Alvarado, 2017, p. 33) en un horno microondas, se secó la fresa, comparando y encontrando tiempos, energía pérdida de peso y la humedad de la deshidratación de la fresa, en el cual debido a que el agua es el principal componente de la fresa, se encontraron los siguientes parámetros,

Tabla 7-2: Parámetros usados en la deshidratación de la fresa

Fruta liofilizada	Temperatura Final, °C	Tiempo Final, min	Humedad %	Porcentaje de Perdida	energía KW
Fresa	61.85	45	15 %	85%	10

Fuente: (Alvarado, 2017, p. 33)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.1.9 Diseño y simulación de un sistema de deshidratación de fresa con energías alternativas

En el diseño y simulación realizado por (Castaño y Londoño, 2017: p.113) se tiene un consumo del liofilizador de 1,599 kWh, el cual es de bajo consumo.

2.1.10 Determinación de un modelo predictivo de secado para la manzana producida en la sierra centro

En la investigación realizada por (López et al., 2021: pp. 247-260), se determina un modelo matemático, el cual será capaz de predecir la deshidratación de algún producto, en este caso la manzana que se da en la Zona 3 del Ecuador, se determina ciertos parámetros como grados Brix, acidez de la fruta, pH, cenizas en porcentaje, humedad %, pruebas microbiológicas y sensoriales, detallados en el siguiente cuadro.

Tabla 8-2: Parámetros usados en la deshidratación de la manzana

Fruta Deshidratada	Grados °Brix	Acidez %	Humedad %	pH	Cenizas %
Manzana	5-7	0,87	19,89	4,87	4,36

Fuente: (López et al., 2021: pp. 247-260)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

Para realizar los análisis microbiológicos, se lo realizó en la manzana deshidratada en los tres tratamientos usados, en lo que se encontró una prueba negativa, en la presencia de mohos y levaduras.

2.1.11 Color y textura, características asociadas a la calidad de tomate deshidratado

El artículo realizado por (Moreno et al., 2012: pp. S201-S203), se determina para el proceso de deshidratado de las frutas, los factores más importantes de la misma son el color y textura, y la

temperatura y el tiempo son un parámetro principal, en este cambio, este da un cambio a la textura de esta, de igual manera el color, por acción de quitar el agua de la fruta.

2.1.12 Datos del costo beneficio de los dos métodos deshidratación

A partir del 14 de abril del 2022 la tarifa nacional del kWh en el Ecuador será de 9,2 ctvs. de dólar esto mencionado por (EMPRESA ELECTRICA QUITO, 2022).

La fruta deshidratada y liofilizada se las puede encontrar en el mercado por cada 100 gramos de fruta deshidratada se la comercializa a un valor de 1,70\$, y la fruta liofilizada por cada 10g a un valor de 2,70\$ en la plataforma (Rappi, 2022).

2.1.13 Evaluación nutritiva y nutraceutica de la mora de castilla

Tabla 9-2: Análisis bromatológico y microbiológico de la mora

AUTORES	Amores, 2011		Viteri, 2012	
	Mora Fresca	Mora Liofilizada	Mora Fresca	Mora Liofilizada
Humedad, %	83,7	2,2	89.9	2.5
Ceniza, %	3,6	4,8		
Moho, UFC/g	-	-		
Levaduras, UFC/g	-	-		

Fuente: (Amores, 2011, p. 74-75), (Viteri, 2012 p. 57)

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Se tiene mediante el análisis bromatológico, y microbiológico por parte de las investigaciones de (Amores, 2011), (Viteri, 2012 p. 57), resultados mencionados a continuación, el cual menciona que según la composición y a la pérdida de humedad de la fruta, influirá mucho en la humedad y contenido de cenizas de la fruta.

2.2 Referencias Teóricas

2.2.1 Características de la fresa y manzana

2.2.1.1 Fresa

La fresa es un fruto que se la puede encontrar en todo el mundo, siendo que es una fruta muy apetecida, cuando esta es consumida de manera fresca, esto se debe a que posee muchas características organolépticas especiales, como el olor, color, sabor y aroma, también se dice que es una fruta que contiene gran cantidad de vitamina A y C, existen diferentes variedades las cuales se adaptan a distintas condiciones climáticas. (Tamba, 2015, p.1). esta fresa tiene un gran contenido de agua, por ello es tomado en cuenta para realizar los dos métodos de deshidratación, y su valor nutricional puede ser apreciado en la Tabla 10-2, mostrando a continuación.

Tabla 10-2: Valor Nutricional de la Fresa

Elemento	Cantidad
Valor energético	55 calorías
Agua	90%
Hidratos de carbono	13g
Proteínas	1g
Grasas	1g
Vitamina A	90 UI (°)
Vitamina B	88 mg

Fuente: (Tamba, 2015, p.4)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.2.1.2 Manzana

La manzana se presenta por ser una fruta carnosa, conocida por su aroma frutal, y un color blanco, con una piel que es de un color verde hasta llegar a un tono rojo, generalmente tiene un sabor dulce con una acidez que depende de la variedad, su composición nutritiva es mostrada en la tabla 11-2, esta ayuda en sí a la dieta del hombre, también se la conoce como una fruta con un alto porcentaje de agua, porque generalmente está compuesta con un 85% de la misma.

Tabla 11-2: Valor Nutricional de la Manzana

Elemento	Cantidad
Valor energético	56 cal
Agua	85%
Hidratos de carbono	14,5g
Proteínas	0,5g
Grasas	0,5g

Fuente: (Ayala y Calle, 2016: p.19)
Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.2.2 Requisitos de los productos deshidratados y liofilizados

Para el caso de los requisitos la norma INEN 2996 (2015, p.2), Esta norma establece los parámetros que debe cumplir la zanahoria el zapallo y la uvilla que han sido deshidratadas por métodos convencionales (aquí incluidas las frutas o verduras que son deshidratadas por liofilización), aquí se incluye los productos que son frescos o también secos bajo el sol, generalmente son conocidos como productos deshidratados.

2.2.3 Deshidratación

La deshidratación es un método el cual consiste en quitar o eliminar el agua presente en el alimento o producto en este caso, la fruta es desecada por un deshidratador que circula una corriente de aire caliente, que hace que la fruta llegue a tener una actividad de agua muy baja, en el cual no se podrá tener actividad o proliferación bacteriana, aquí la fruta debe llegar a un nivel de agua del 4 a 6%, dependiendo mucho en si de la fruta y el método que se use para deshidratarla.

Es por eso por lo que cuando se da el proceso de deshidratación, se da una reducción al peso de la fruta, debido a el agua presente en ella es extraída, es decir esta agua realiza un proceso de evaporación, el cual nos permitirá tener un producto concentrado, reduciendo sus costos en el transporte, optimizando su espacio de almacenamiento (Ayala y Calle, 2016: p.26)

En el proceso de deshidratación se lo realiza con tres parámetros básicos los cuales son descritos a continuación:

- Se utiliza energía para elevar la temperatura del producto hasta que el agua se evapore.
- La capacidad que tiene el aire para absorber el vapor del agua que se libera. Esta capacidad depende mucho de la fruta y del porcentaje de humedad y temperatura en las que se encuentre el aire.
- La velocidad en la que se encuentra el aire, que influye sobre superficie del producto y que debe ser elevada, específicamente en las primeras etapas del proceso de desecado, para eliminar rápidamente el agua presente en el producto.

En el método de secado (Ayala y Calle, 2016: p.26) mencionan que se lo debe realizar a una velocidad media, por el motivo de inhibir la proliferación de mohos, lo que lleva a la formación de unas películas resistentes en la superficie de las frutas, por otro lado, no debe realizarse a temperaturas altas por que puede llegar a un punto en que se estropean, o se pueden quemar.

2.2.3.1 *Deshidratado por corriente de aire caliente*

Esta deshidratación se la realiza a través de una corriente de aire caliente, y esta se produce a través del cambio e intercambio de calor por convección y al contacto directo del medio con el aire caliente, en el que se produce la evaporación. Para este método de secado, pueden usarse algunos tipos de máquinas o equipos, la cuales podemos decir que hay dos alternativas como los son la secadora o el horno. Para que el secado sea efectivo con aire caliente, siempre se toman en cuenta aspectos como la temperatura, humedad (en relación con el aire de secado), el flujo de aire la forma y tamaño de la fruta. (Ayala y Calle, 2016: p.27)

Temperatura: Es un factor que es indispensable e importante usado en la deshidratación, debido a que cuando esta temperatura se aumenta, genera un aumento de la difusión del agua en la parte interna de la fruta, pero también se debe considerar que no se debe aumentar en exceso la temperatura de la fruta, debido a que se podría cambiar la calidad, tanto nutricional y sensorial de la fruta. (Ayala y Calle, 2016: p.27)

Humedad: Otro aspecto importante es la humedad que tenga el producto, esto antes de realizar cualquier proceso de secado, debido a que, si el producto tiene un contenido de humedad muy elevado, puede afectar y cambiar el proceso de deshidratación.

Caudal de aire: En este aspecto se debe conocer cuanto producto se va a deshidratar, y a que tiempo se lo realizara, por ello depende de cuanto aire pase atravesie por la fruta.

Tamaño y forma: Los alimentos tiene varias morfologías, es por ello que se debe realizar un corte, y así que estos cumplan con una forma y tamaño parecido, con el fin de dar un proceso de secado mucho más uniforme, y aprovechar en todo sentido el proceso de deshidratación, obtenido unos resultados con mayor calidad. (Ayala y Calle, 2016: p.29)

2.2.3.2 *Deshidratado en horno*

Este proceso de deshidratación se basa en dos parámetros muy importantes como lo son la temperatura y el tiempo a la que sea realizado el proceso de deshidratación, en este método si se trabaja temperaturas bajas se podría tener presencia de microorganismos, o pérdida de agua deficiente, hasta llegar al punto que incluso se tendría que aumentar el tiempo que dure el proceso, de igual no se debe exceder las temperaturas límites por que podrían llegar a formar costras o perder nutrientes. (Ayala y Calle, 2016: p.29)

2.2.3.3 Deshidratación por hornos mecánicos a combustión interna indirecta

En método tiene un mayor grado de complejidad en el procesamiento, comparado con la deshidratación en horno, por ello se dan resultados mucho más verídicos, debido a que si se puede controlar y manipular estas variables, en este proceso el aire que se encuentra en la abertura del horno se filtra, y no entra ninguna partícula de polvo, o cualquier tipo de cuerpo extraño, aquí se recalca que no soporta la humedad nocturna y las personas que manipulan el producto, deben estar capacitadas con normas de Seguridad Alimentaria, el caudal del aire que recircula por el horno es constante, por ello es un horno secador adecuado, posee un amplia capacidad, con bandejas, que permiten que el aire sece al producto, aquí el calor facilita el rompimiento de la tensión superficial del agua de la fruta, facilitando la pérdida del agua de la fruta.

2.2.3.4 Periodos de Secado

Cabe recalcar que los periodos de secado son usados en trabajos experimentales, ya sean por cualquier tipo de método de secado, se toman datos constantemente al inicio y al final del proceso, hasta que el rango de las muestras sea constante.

2.2.4 Liofilización

En contexto con Grajales, Cardona y Orrego (2005, p.2). La liofilización es un método de secado por sublimación que ha sido utilizado, en la industria alimentaria, para reducir la pérdida de componentes que contribuyen al aroma y sabor, los cuales se ven gravemente afectados en el proceso de congelación. Proceso de secado convencional. Al utilizar la sublimación como método de secado, las propiedades de los productos resultantes no se alteran significativamente y se pueden rehidratar fácilmente, siendo un método efectivo.

2.2.4.1 Etapas de la liofilización

En la liofilización se puede describir en varias etapas (Ilustración. 2-2):

- Preparación
- Congelación
- Deseccación primaria
- Deseccación secundaria

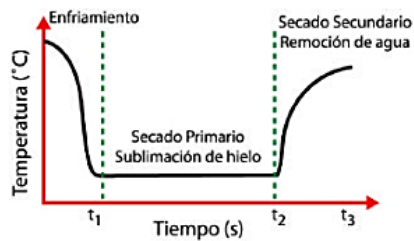


Ilustración 2-2: Pasos del proceso de liofilización

Fuente: (Ramírez, 2007, p. 9)

Primeramente es fundamental que se acondicione la materia prima, por que el producto liofilizado no podría ser procesado o realizar cualquier tipo de acondicionamiento al final del proceso, aquí el líquido se preconcentra reduciendo el contenido de agua, y se da un proceso de liofilización más rápido, en la segunda etapa se realiza y se la congela independientemente, es decir separados del refrigerante, o en unidad igual, esto se realiza con el propósito de congelar el agua libre de la fruta, y se las puede realizar entre -20 y -40 grados centígrados. (Parzanese, 2022, p.5)

Para garantizar una mayor eficacia en este proceso de liofilización, se debería conocer y controlar:

- La temperatura a la que se produce la máxima congelación.
- La velocidad de enfriamiento más precisa y optima.
- La temperatura mínima inicial de la fusión.

El resultado de esto es que se desea tener un producto congelado con una estructura sólida, es decir no un líquido concentrado, por ello el secado solo es por sublimación, las combinaciones estructurales poder se pueden dar como resultado en los alimentos que hayan pasado la congelación, incorporado los cristales de hielo eucético, o las homogenizaciones eucéticas y zonas de vidrio deformes, el ultimo se encuentran azucares, alcoholes, cetonas, aldehídos ya ácidos, así

como un alta presencia de solidos en el producto inicial, aquí en las velocidades de congelación se toma en cuenta lo siguiente:

Tabla 12-2: Velocidad de Congelación

Congelación dinámica	Congelación tranquila
La temperatura que deben llegar en los alimentos es de 20°C en 30 minutos.	Llegan a la temperatura optima después de 3-72 horas en el congelador.
Se evidencian pequeños cristales.	Presencia de cristales grandes. Debido a que durante el proceso de congelación se da la ruptura de membranas o las paredes celulares y también las estructuras interiores.
Cuadro se rehidratan pueden tener la misma estructura del producto inicial.	Cuando se vuelven a hidratar, se observa diferentes características que el producto inicial.
Se presencia el producto limpio.	Se muestra un lado oscuro en el producto.
Se usa en alimentos sólidos, y se previene una rotura de la membrana interna de ellos.	Se usa en productos líquidos, porque la formación de los grandes cristales facilita que recorra vapor de agua.

Fuente: (Parzanese, 2022, p.5)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.2.4.2 Equipos de liofilización

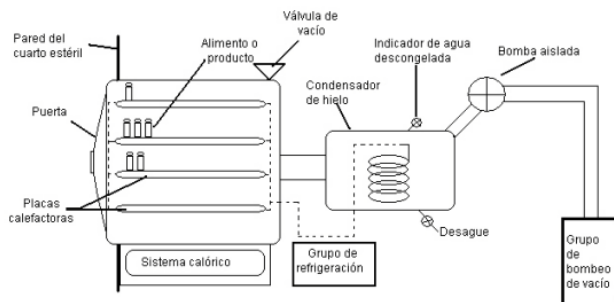


Ilustración 3-2: Esquema general de un equipo de liofilización

Fuente: (Parzanese, 2022, p.5)

2.2.5 *Balances de Masa y Energía*

El equilibrio que se tiene en la masa se puede involucrar ciertos cálculos, que nos dan a conocer que materias están involucradas en el proceso que esté ocurriendo, en relación con la ley de la conservación de masa, y así definir que materias se están involucrando, y a la vez transformando, por ello en el balance de masa se debe contabilizar todos los materiales que estén involucrados, las sustancias que entran salen, se acumulan o se pierden en el proceso, también todas los materiales que producen un cambio físico químico en todas las sustancias, por ellos a todos los materiales que se encuentran en el proceso son nombrados como insumos, el proceso cuenta de varias variables, las cuales se nombran como a dispositivos o lugares donde se realiza el cambio de la materia, en el balance de masa se utiliza una unidad, y estas pueden ser tanto en masa, moralidad o volumen de la materia, los reactivos o flujogramas, la composición y las condiciones del procesos, presiones, energía, temperaturas. (Londoño, 2015, p. 5)

2.2.5.1 *Balance de Masa*

Al realizar el cálculo de la materia que está involucrada en los procesos, se debe tener en cuenta tanto entradas como salidas que cruzan cada sistema, también las reacciones químicas que dan como resultado del consumo y obtención de las materias primas, o acumulación de estas, y por ello el balance de masa se lo deduce con la siguiente ecuación:

$$\text{Materia ingresada en el sistema} + \text{materia elaborada en el sistema} - \text{materia que abandona el sistema} - \text{materia gastada en el sistema} = \text{materia reunida en el sistema.}$$

El balance de masa final es realizado tomando en cuenta todos los componentes del flujograma cuando se aplica la ecuación y el balance breve de la masa, estos se aplican cuando muy poco a sustancias o elementos químicos, la ecuación anterior es conocida como balance general de la masa, y se la utiliza en unidades o flujo o cantidad, el primero es conocido como una unidad de tiempo, por ello es que se lo realiza de manera continua que es conocidas como equilibrio diferencial, y lo último en el caso es la cantidad de materia transformada o procesada dependiendo los lotes.

2.2.5.2 *Balance de Energía*

La energía es un factor muy indispensable al considerar el proceso anterior, debido a que el gasto de energía representa un coste económico para le empresa, por ello si se lo utiliza de manera

correcta representaría beneficios económicos y ambientales, en el aspecto químico se debe prestar atención a las maneras de energía que se relacionan con la masa, sin olvidar los cálculos de la ley de conservación de la energía, la cual no se crea ni se destruye, solo se transforma, esta ley es conocida como la primera ley de la termodinámica, y corresponde a una parte importante en el balance de energía, este balance de energía puede entenderse como un cálculo en la dispersión y gasto de la energía del sistema, por otro lado el balance de masa energía es una herramienta importante para analizar procesos, debido a que podrían tomar en cuenta varios aspectos como la eficiencia de la energía, recuperación de la misma y consumo de combustibles y mecánica que se necesita para calcular la energía. (Londoño, 2015, p. 116)

2.2.5.3 *Energía requerida para el secado*

Los productos alimentarios poseen agua líquida en su interior, por ello se requiere llevar al punto de evaporación, tal como menciona (Hinojosa, 2020, p. 51) que al realizar un cambio de energía con el producto este evaporará el agua presente en el mismo.

2.2.6 *Unidades de energía*

La energía eléctrica es medida mediante una unidad de medida que es el kilovatio hora, es decir que es la energía que se usa durante una hora que dure el trabajo, se lo puede ver a continuación:

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} * 1 \text{ hora}$$
$$(\text{Energía}) = (\text{Potencia}) * (\text{Tiempo})$$

Un kWh es igual a 3.600.000 Joules

2.2.7 *Análisis de Costo Beneficio*

Los análisis económicos, en este caso el costo beneficio es un proceso en que se aplica valor en dólares a los múltiples costos y beneficios de un proceso, con este análisis se puede estimar cuál será el impacto financiero que se desea alcanzar.

2.2.7.1 *Uso*

Este análisis económico se debe usar cuando se comparan los costos y beneficios de distintas decisiones, que nos dará una guía para ir en camino correcto. También se toma en cuenta la moral de los trabajadores, la seguridad y los deberes legales y satisfacción del usuario. (Sociedad Latinoamericana Para La Calidad, 2000, p.1)

2.2.8 *Análisis Sensorial*

2.2.9 *Pruebas Afectivas*

Las pruebas afectivas son mencionadas por (Espinoza, 2007; citados en Terán, 2019), y dicen que estas pruebas son ejecutadas por personas no entrenadas, que no han pasado por ningún tipo de entrenamiento previo, tomándose en cuenta si estas pueden tener potencial, en este tipo de prueba sensorial se toma en cuenta el nivel de aceptabilidad o rechazo que la persona tenga hacia el producto, es decir su nivel de agrado.

2.2.9.1 *Pruebas Escalares*

De acuerdo con Espinoza (2000, p.59) una prueba escalar es realizada con el fin de conocer el nivel de aceptabilidad que tienen las personas hacia el producto, y deben tener una puntuación entre cinco a once en una escala de aceptabilidad.

2.2.10 *Datos de sublimaciones del agua*

Se tienen los datos de la tabla 13-3

Tabla 13-3: Puntos normales de fusión y ebullición

Compuesto	Peso Molecular	Temperatura de Fusión. °C	Calor latente de fusión, kJ/kg	Punto normal de ebullición, °C	Calor latente de ebullición, kJ/kg
Agua	18,016	0,00	333	100,00	2260

Fuente: (Doran, 1995: pp. 426)

Realizado por: Neppas Caza Cristian Antoni, 2022

2.2.11 *Requisitos microbiológicos*

Tabla 14-3: Requisitos microbiológicos de las variables

Condiciones	Unidad	Método de Ensayo
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	NTE INEN 1529-15
<i>Salmonella</i>	UFC/25 g- ausencia total	NTE INEN 1529-8

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Para la determinación de *E. coli* se utilizó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15, al cual nos describe el control microbiológico de los alimentos, la detección y recuento de

Escherichia Coli, de igual manera para la detección de salmonella utilizándose el método NTE INEN 1529-8, en la cual se describe el método de análisis para detectar Salmonella en alimentos.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización y duración del experimento

El presente trabajo se realizó en los laboratorios de Ciencias Biológicas y Bromatología de la Facultad de Ciencias pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. El trabajo experimental tuvo una duración de 90 días laborables.

3.2 Unidades experimentales

Las unidades experimentales de la fresa y la manzana fueron de 250g para cada fruta, las cuales se realizó 5 repeticiones para cada tratamiento, utilizándose un total de 10 unidades experimentales por cada fruta.

3.3 Materiales, equipos e instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones usados en el trabajo experimental fueron los siguientes:

3.3.1 *Análisis del proceso de deshidratación y liofilización*

Equipos:

Estos son:

- Deshidratador
- Liofilizador
- Balanza analítica
- Refrigeradora
- Analizador de energía

3.3.2 *Análisis físico – químicos*

Materiales y equipos:

Estos son:

- Mufla
- Termobalanza
- Balanza analítica
- Crisoles

- Espátula
- Pinza metálica

3.3.3 *Análisis microbiológicos*

- Autoclave
- Balanza analítica
- Incubadora
- Estufa
- Cabina de flujo laminar
- Agitador magnético
- Analizador de energía
- Micropipeta
- Probetas
- Cajas Petri
- Mechero
- Papel aluminio y cocina
- Vasos precipitación
- Frascos termorresistentes
- Alcohol 96° y 70°
- Jabón líquido
- Agua destilada
- EMB AGAR y SS AGAR

3.3.4 *Análisis Sensorial*

- Vasos 2 oz
- Agua
- Hoja de evaluación
- Esferos
- Etiquetas de evaluación

3.3.5 *Análisis del costo beneficio*

- Computadora
- Programa Excel

3.3.6 Instalaciones

Laboratorio de Ciencias Biológicas, y Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias pecuarias, ubicado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.4 Tratamiento y diseño experimental

En la experimentación se utilizó manzana y fresa, las cuales fueron sometidas a dos tratamientos siendo esta deshidratación y liofilización, es decir dos tratamientos por cada fruta, comparándolas con la prueba T student:

$$Prueba\ T\ student = \frac{\bar{d}1 - \bar{d}2}{S_d}$$

Donde:

- $\bar{d}1$ es la media del tratamiento 1
- $\bar{d}2$ es la media del tratamiento 2
- S_d es la desviación estándar

Para realizar la parte sensorial, se utilizó el método de Kruskal Wallis

3.4.1 Esquema del experimento

Tabla 15-3: Esquema del experimento de la manzana

Tratamiento	Código	Nº Repeticiones	Tamaño de unidad experimental, g	Total, g/tratamiento
Deshidratación	MD	5	250	1250
Liofilización	ML	5	250	1250
Total, g				2500

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 16-3: Esquema del experimento de la fresa

Tratamiento	Código	Nº Repeticiones	Tamaño de unidad experimental, g	Total, g/tratamiento
Deshidratación	FD	5	250	1250
Liofilización	FL	5	250	1250
Total, g				2500

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

3.4.2 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales realizadas en el trabajo se denotan a continuación:

3.4.3 *Análisis del proceso de deshidratación y liofilización*

- Tiempo, H
- Temperatura, °C
- Pérdida de peso. %
- Energía, kWh

3.4.4 *Análisis físico – químicos*

- Humedad, %
- Cenizas, %

3.4.5 *Análisis microbiológicos*

- E. coli, UFC/g
- Salmonella, UFC/g

3.4.6 *Análisis Sensorial*

- Apariencia
- Olor
- Sabor
- Textura

3.5 *Análisis estadísticos y prueba de significancia*

Los resultados experimentales que se lograron obtener, y análisis sensorial fue realizado en el programa Estadístico Minitab, en que se realizaron las comparaciones:

- Prueba T student
- Prueba de Kruskal Wallis para la evaluación sensorial

3.6 *Procedimiento experimental*

3.6.1 *Realización de las curvas de secado*

Para la elaboración de las curvas de secado se las realizo con cada fruta:

3.6.1.1 *Curva de secado de la Deshidratación*

Se tomo la muestra experimental de 250 g de fruta, la cual se realizó un pesaje en g, de la fruta durante cada hora, hasta llegar a las 4 horas, a partir de las 4 horas se tomó un tiempo de media hora, y posteriormente un tiempo de 15 min, hasta que la fruta tenga un peso constante, se lo realzo con temperaturas, la cual se realizó el proceso a una temperatura de 50, 55 y 60°C.

3.6.1.2 Curva de secado de la Liofilización

Para realizar la curva de secado de la liofilización, se pesó 250 g de la fruta, el cual se la congelo, y se procedió a ubicar en el liofilizador, este a una temperatura de 50°C, y se midió el peso cada hora, hasta que este sea constante.

3.6.2 Procesos de deshidratado de las frutas

Para la realización de la deshidratación de las frutas, se tomó el mejor tiempo de la curva de secado, y se realiza el proceso de secado por el método de deshidratación descrito por (Michelis y Ohaco, 2014, p 62)

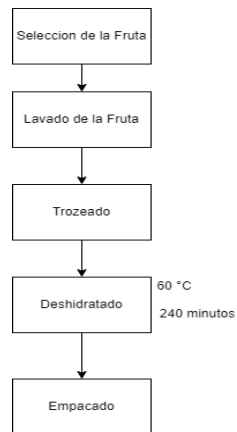


Ilustración 4-3: Proceso de deshidratación de la fruta
Realizado por: Neppas, Cristian, 2022

3.6.2.1 Descripción del proceso

- **Selección de la fruta**

Se deben seleccionar las manzanas con mayor calidad, separando cualquier tipo de fruta que tenga algún tipo de daño físico

- **Lavado de la fruta**

Se procede a lavar la fruta con agua, con el fin de quitar cualquier tipo de impurezas de estas

- **Troceado**

Se corta la fruta en rodajas, finas para facilitar la deshidratación de esta

- **Deshidratado**

La fruta cortada se la coloca en las bandejas del deshidratador hasta que este alcance la humedad y peso final

- **Empacado**

Una vez que las frutas estén frías, se las procede a empacar en unas fundas plásticas y así conservarlas.

3.6.3 *Proceso de liofilizado de las frutas*

De acuerdo con (Huaraca, 2011, p. 78) para realizar el proceso de liofilización de la fresa, se debe seguir el siguiente proceso.

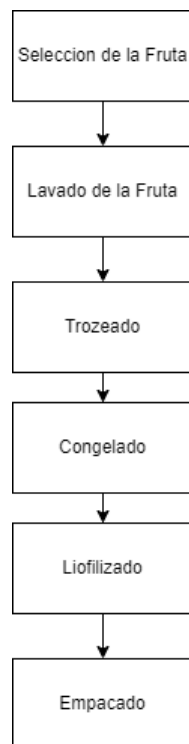


Ilustración 5-3: Proceso de liofilización de la fruta
Realizado por: Neppas, Cristian, 2022

3.6.3.1 Descripción del proceso

- **Selección de la fruta**

Las frutas con mayor calidad son seleccionadas, separando cualquier tipo de fruta que tenga algún tipo de daño físico, o algún tipo de cuerpo extraño

- **Lavado de la fruta**

La fruta es lavada con agua, con el fin de quitar cualquier tipo de impurezas que pueda contener, entre ellas rastros de polvo.

- **Troceado**

Se corta la fruta en rodajas, finas para facilitar el secado de esta.

- **Congelado**

La fruta cortada se la congela antes de ubicar en el liofilizador, el cual facilitara la sublimación del agua que tengan estas frutas

- **Liofilizado**

Una vez congelada la fruta, se la coloca en el liofilizador, el cual se maneja a una temperatura de -50°C.

- **Empacado**

Se empacan las frutas, para evitar que estas ganen humedad externa y así conservarlas de mejor manera

3.7 Metodología de la evaluación

3.7.1 Análisis de las variables de la investigación

3.7.1.1 Temperatura

Se toma en cuenta las temperaturas para cada método, en la deshidratación y la liofilización

Procedimiento:

- Mientras se realiza la liofilización deshidratación se toma la temperatura de las muestras mediante un termómetro digital.

3.7.1.2 *Tiempo*

El tiempo es indispensable, en los métodos de secado, el cual se determinará el mejor tiempo.

Procedimiento:

- Mientras se realiza la liofilización o deshidratación se mide el tiempo de cada proceso, el cual se realiza al inicio y al final.

3.7.1.3 *Energía*

3.7.2 *Energía*

Las variables experimentales que se evaluaron en el presente trabajo, tanto la deshidratación como liofilización fueron tomadas mediante un analizador de energía (HT9023), tanto al inicio, en el proceso intermedio y al final de la deshidratación y la liofilización en kWh.

3.7.2.1 *Cálculo de la energía para Deshidratado:*

Las frutas tienen agua en su composición y esta se encuentra en estado líquido, por ello (Arias, 2020: pp.50-52), menciona que esta agua líquida será transformada mediante la evaporación, por ello se tomó en cuenta la temperatura ambiente de Riobamba que es de 20 °C, y debe ser llevada a la temperatura a la que se deshidratara la cual es a 60°C, para ello se debe tomar en cuenta la ecuación mostrada a continuación, se toma en cuenta la entalpia superior que es el calor latente de fusión del agua y al entalpia inferior del agua que es el calor latente de vaporización.

$$Q_{req} = \dot{m} \cdot (h_g - h_f)$$

$$\dot{m} = m \cdot \%H / t$$

Donde:

\dot{m} : Flujo de masa

h_g =entalpia superior

h_f =Entalpia inferior

m : Masa en kilogramos

$\%H$: Porcentaje de humedad de las frutas

t: Tiempo en horas

T: Temperatura en grados °C

Cálculo de la energía del Liofilizado:

Para determinar el calor latente de sublimación se determinará a las entalpías superior e inferior, y estos los calores latentes como entalpia inferior al calor latente de fusión del agua, y a la entalpia superior al calor latente de sublimación son dichos por (Arias, 2020: pp.50-52), el cual lo determinará mediante:

Entalpia de Sublimación= Entalpia de vaporización + Entalpia de fusión

$$Q_{req} = \dot{m} \cdot (h_g - h_f)$$

$$\dot{m} = m \cdot \%H / t$$

Donde:

\dot{m} : flujo de masa

h_g =entalpia superior

h_f =Entalpia inferior

m : Masa en kilogramos

$\%H$: Porcentaje de humedad de las frutas

t: Tiempo en horas

T: Temperatura en grados °C

3.7.3 Análisis físico – químicos de fruta deshidratada y liofilizada

3.7.3.1 Pérdida de peso

En contexto con (Patemina et al., 2015: pp.64-66) se tomó un registro de pérdida de peso (mg) se realizó con la toma del peso al inicio (Pi) y el peso final (PF) del proceso, este se lo expreso en porcentaje con el siguiente procedimiento tomando en cuenta la siguiente ecuación:

Procedimiento:

- Se peso las frutas al inicio de los procesos de secado tanto de la deshidratación como la liofilización
- Se ubico cada fruta en los equipos mencionados antes.

- Se peso durante un tiempo determinado, y al final del proceso.

Cálculo:

$$\text{Peso Perdido} = P_i - P_f$$

Donde:

P_i = Peso inicial de la fruta

P_f = Peso final de la fruta

3.7.3.2 Humedad

Para la determinación de la humedad se usó el método mencionado en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2996, 2015: p. 3), en el cual se tomó 1 gramo de la muestra, reemplazando a los cinco gramos que se menciona en la norma, se toma un gramo de la muestra a analizar, ubicándolo en un vidrio reloj, siendo esta ubicada en la termobalanza RADWAG MA 210.X2.A este equipo trabajo a una temperatura de 103°C, el cual es realizado de manera automática hasta que la balanza arroje un resultado, se realizó tres sub repeticiones por cada repetición realizada para tener datos más precisos.

Procedimiento:

- Una vez realizada los procesos de deshidratación y liofilización, en las frutas, se tomó 1g de la muestra tanto de manzana como la fresa.
- Se coloco las muestras de las frutas en el vidrio reloj, el cual es ubicado en la termobalanza.
- Se espero el resultado, con las tres sub-repeticiones.
- Se realizo los cálculos finales de cada fruta.

Calculo:

El resultado que arroja la termobalanza es interpretado como la diferencia, a la cual se resta un porcentaje del 100%, que se representa en base seca, este dato es realizado mediante la siguiente ecuación:

Humedad: $H\% = (100 - \%D)$

Donde:

H= Humedad, en base seca

D= Resultado que arroja la termobalanza, en porcentaje de masa.

3.7.3.3 Cenizas

En la determinación de las cenizas se usó la Norma Técnica NTE INEN 401, en el que se tiene en cuenta toda la materia pesada al inicio y el peso final de las cenizas.

Proceso:

- Se colocó la capsula de la estufa, a una temperatura de 50°C, con el fin de liberar la capsula de la humedad que se encuentre en ella.
- Se ubicó la capsula con las muestras de las frutas, posteriormente se calcina toda la muestra con la finalidad de que exista la presencia de humos.
- La capsula con la muestra calcinada se la llevo a la mufla a una temperatura de 550°C ± 25° C, hasta que se obtengan cenizas que se encuentren libres de carbono (durante 2 a 3 h)
- Se llevo la capsula con las cenizas resultantes a un desecador, hasta que esta se enfríe, posteriormente se pesó en una balanza analítica con aproximación al 0,1mg.

Cálculos:

Para determinar el contenido de cenizas se usa la ecuación presentada a continuación:

$$C = \frac{m3 - m1}{m2 - m1} \times 100$$

Siendo:

C= Contenido de cenizas, representada en porcentaje de masa

m1= Masa de la cápsula vacía, pesada en gramos

m2= Masa de la cápsula con la muestra, pesada en gramos

m3= Masa de la cápsula con las cenizas, pesada en gramos

3.7.4 Análisis microbiológicos de fruta deshidratada y liofilizada

Para realizar el control microbiológico se basó en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2996, 2015: p. 2), la cual nos menciona los pasos a seguir:

Procedimiento:

- Preparar la dilución mezclando 1gr de muestra con 9ml de agua destilada;
- Tomar 1 ml de dilución y colocarlo en la caja Petri ya preparada con el agar;
- Homogenizar la cantidad de dilución en la caja Petri con movimientos;
- Incubar a condiciones adecuadas
- Por último, se realizó el conteo mediante el uso de la cuenta colonias (UFC/g).

3.7.5 *Análisis sensorial*

La prueba hedónica escalar se tomó como método sensorial, en que el juez no entrenado determinara el nivel de aceptación de los frutos deshidratados por los métodos, evaluando aspectos como olor, color, sabor y apariencia, realizado a cinco panelistas no entrenados, con una valoración de 1 al 5, donde 1 significa me disgusta mucho, 2 me disgusta moderadamente, 3 no me gusta ni me disgusta, 4 me gusta moderadamente y 5 me gusta mucho, esta ficha de evaluación se la puede observar en el anexo F.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados del proceso de Deshidratación y Liofilización

Los resultados del proceso de deshidratación y liofilización se citan en la tabla 17-4, el cual nos muestran las características de las variables del proceso.

Tabla 17-4: Variables de los procesos de deshidratación y liofilización

Parámetros	Deshidratada		Liofilizada		T. Cal	Prob.
	Media	Des. Est.	Media	Des. Est.		
Manzana:						
Tiempo, H	4,62	± 0,14	37,83	± 0,37	-186,66	0,0001
Temperatura, °C	60,00	± 0,55	-52,2	± 1,3	178,04	0,0001
Pérdida de peso, %	13,88	± 0,27	12,36	± 0,21	10,16	0,0001
Energía, kWh	0,64	± 0,000548	6,34	± 0,000548	-16454,48	0,0001
Fresa:						
Tiempo, H	5,93	± 0,137	37,68	± 0,37	-178,12	0,0001
Temperatura, °C	60	± 0,548	-51,2	± 1,3	176,46	0,0001
Pérdida de peso, %	10,65	± 0,214	8,39	± 0,505	9,23	0,0001
Energía, kWh	1,060	± 0,00055	3,150	± 0,0005	-6033,31	0,0001

Des. Est: Desviación estándar

T. Cal: T calculado

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente Significativas

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

4.1.1 Tiempo y temperatura de la deshidratación por los dos métodos

4.1.1.1 Manzana

En la deshidratación de la manzana se requirió un tiempo de $4,62 \pm 0,14$ horas, mientras que al liofilizar este tiempo se incrementó de $37 \pm 0,37$ horas, respuestas que estadísticamente son diferentes, por otra parte la temperatura reportada en la manzana deshidratada fue de $60 \pm 0,55^\circ\text{C}$, resultado distinto cuando la manzana es liofilizada ($-52,2 \pm 1,3^\circ\text{C}$), es decir que en la manzana deshidratada se tiene valores que son inferiores a la manzana liofilizada lo que se denota que al liofilizar se requiere hasta diez veces el tiempo y temperatura, estos resultados tiene una relación a los resultados por parte de (Erdociain, 2020, p. 18) el cual obtiene el mejor tiempo de deshidratado de la manzana es a 240 minutos (4 horas), y una temperatura de 60°C , se tiene una relación con (Adrian, 2020, p. 51) obteniendo resultados en su trabajo para la deshidratación de la manzana, cuando uso un horno eléctrico a una temperatura de 60°C por 4 horas, el cual es el mejor tratamiento para deshidratar la manzana, estos resultados guardan un valor muy parecido, por lo que si se toma un tiempo o una temperatura mayo, esta podría a llegar a desnaturalizar el producto, por ello se debe tomar el tiempo y temperatura del método de deshidratación, por que presentan

valores más reales que se podrían usar, en la parte cotidiana de un productor ya sea este pequeño o mediano.

4.1.1.2 *Fresa*

El tiempo que se obtuvo de la fresa deshidratada fue de $5,93 \pm 0,137$ horas, y una temperatura de $60 \pm 0,548$ °C, el cual es un resultado que se ve incrementado cuando la fresa es liofilizada, su valor se incrementa a un tiempo de $37,68 \pm 0,37$ horas, y una temperatura que se disminuye de $-51,2 \pm 1,3$ °C, estos resultados son distintos a los obtenidos por (PRODAO, 2020, p. 20-24) en el tiempo de liofilización fue realizado a 1200 min (20 horas) y una temperatura de -40 °C, se concuerda con (Quilumbaquin, 2019, p. 44) el cual realizó el proceso de deshidratación a unas 6 horas y una temperatura de 60 °C, se tiene un resultado inferior a comparación de los obtenidos en la investigación realizada por (Alvarado, 2017, p. 33) que se usa un tiempo de 45 minutos y una temperatura de 61.85 °C, por ello se debe tomar al método de deshidratación en el tiempo, debido a que en este proceso se usa hasta diez veces menos tiempo y una temperatura que sería más fácil de usarla por parte de pequeños productores.

4.1.2 *Pérdida de peso de las frutas*

4.1.2.1 *Manzana*

La pérdida de peso de la manzana deshidratada fue de $13,88 \pm 0,27$ %, resultado que fue estadísticamente igual a la manzana liofilizada ($12,36 \pm 0,31$ %), es decir de un peso inicial de 250g perdieron los pesos ya mencionados, estos resultados que concuerdan con (Adrian, 2020, p. 51) el cual menciona que la manzana pierde hasta un 90 %, y se tiene un 10% al final del proceso cuando la manzana es deshidratada, de igual forma este resultado guarda relación con (Sepúlveda et al., 2011: pp.423-427) los cuales mencionan que la manzana pierde de igual manera hasta un 90% de su peso, con un peso del 10% al final del proceso, este resultado también concuerda con (PRODAO, 2020, p. 20-24) el cual tiene una pérdida del 84,22% del peso total, el cual se tiene un peso final del 15,88%, por ello el mejor resultado en la pérdida de peso es cuando la manzana se deshidrata, por ello se recomienda deshidratar la manzana si se requiere tener un peso mayor al final de proceso.

4.1.2.2 *Fresa*

El porcentaje de pérdida de peso por parte de la fresa presenta en su fase inicial un peso de 250 g, por ello cuando esta se deshidrató se tuvo un peso final de $10,65 \pm 0,214\%$ resultado que fue superior cuando la fresa se liofilizó $8,39 \pm 0,505$, estos resultados son inferiores a los reportados por (Quilumbaquin, 2019, p. 44), en el que la fresa perdió hasta 85,90%, es decir se tuvo un 14,10% al final del proceso de deshidratación, se difiere con (PRODAO, 2020, p. 20-24) el cual menciona que la pérdida de peso de la fresa es de 94,22%, obteniendo un 5,78% al final, resultado igual de menor al obtenido por (Alvarado, 2017, p. 33) en el que se obtuvo un 15% al final del proceso de liofilización, la fresa tiene una mayor pérdida de peso, debido al proceso usado, y si se quiere tener una menor pérdida de peso, se debe utilizar la deshidratación como método de conservación.

4.1.3 Energía usada por los procesos

4.1.3.1 Manzana

La cantidad de energía que se utilizó en el proceso de deshidratado total de la manzana fue de $0,64 \pm 0,0005$ Kwh, resultado que se incrementó hasta seis veces cuando la manzana se liofilizó, a $6,34 \pm 0,0005$ Kwh, estos valores tienen mucha diferencia cuando se habla estadísticamente, se dice que el proceso que se use en la manzana afectará el gasto que se requiera de la energía, este resultado tiene mucha diferencia en lo reportado por (Castaño y Londoño, 2017: p.113) el cual se tiene un consumo del liofilizador de 1,599 Kwh, el cual a pesar de ser de bajo consumo, utiliza la mitad de energía consumida comparada con la energía del trabajo realizado, esto se ve de manera influenciada por el tiempo que dure el proceso, es decir se gasta cierta cantidad de energía Kw por hora (Kwh), se guarda relación con lo mencionado por (Erdociain, 2020, p. 18), que trabajó con el proceso de deshidratación de la manzana a un tiempo de 240 minutos (4 horas), que es un tiempo menor al liofilizado tradicional que se requiere hasta casi un día de proceso, en términos energéticos, se tiene un menor consumo de energía cuando la fruta es deshidratada, y siendo este el mejor proceso cuando se requiere gastar menos energía en el proceso de conservación de las frutas, y que los productores la necesitan.

4.1.3.2 Fresa

La energía (Kwh), que se requiere usar en el proceso total, de la deshidratación es de $1,060 \pm 0,0006$ Kwh, resultado que se ve incrementado en el proceso de liofilización de la fresa, este resultado es de $3,15 \pm 0,0005$ Kwh, representando una diferencia significativa, cuando se habla de manera estadística, este resultado se ve reflejado con lo mencionado por (PRODAO, 2020, p. 20-24) que dice que el tiempo de liofilización de la fresa se lo debe realizar en 1200 min (20 horas), teniendo una relación directa en el tiempo por unidad de energía consumida, por otro lado se

difiere con (Alvarado, 2017, p. 33) , en el cual la fresa liofilizada requiere 10 Kwh de energía, cuando se requiere gastar menos energía, se debe deshidratar a la fresa, debido a que esta tiene un menor consumo, hasta seis veces menos a comparación del consumo del proceso de liofilización.

4.2 Características fisicoquímicas, microbiológicas

Tabla 18-4: Características fisicoquímicas de la deshidratación y liofilización de la manzana y fresa

Parámetros	Deshidratada		Liofilizada		T. Cal	Prob.
	Media	Des. Est.	Media	Des. Est.		
Manzana:						
Humedad, %	12,73	± 2,11	11,64	± 0,588	1,11	0,3310
Cenizas, %	2,06	± 0,27	2,01	± 0,062	0,49	0,6700
Fresa:						
Humedad, %	14,99	± 0,35	12,740	± 0,454	8,78	0,0001
Cenizas, %	3,59	± 0,16	2,0860	± 0,104	17,62	0,0001

Des. Est: Desviación estándar

T. Cal: T calculado

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente Significativas

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

4.2.1 Porcentaje de humedad de la manzana deshidratada y liofilizada

La relación que se tiene en la humedad de las fresas no tiene significancia, hablando estadísticamente, por ende, cuando la manzana es deshidratada tiene un porcentaje de humedad de 12,73 a 2,11%, mientras cuando la manzana esta liofilizada se tiene un porcentaje de humedad de 11,64 a 0,588%, resultados que son diferentes a (PRODAO, 2020, p. 20-24), en el que menciona que la manzana liofilizada alcanzo un valor de 5,88% de humedad, pero guardan relación con los resultados obtenidos por (Adrián, 2020, p.51) el que menciona que la manzana deshidratada alcanza un porcentaje de humedad del 9,95%, por ello el tratamiento que se use para el secado de las frutas, no tiene mucha diferencia en el contenido de humedad.

4.2.2 Porcentaje de cenizas de la manzana deshidratada y liofilizada

El contenido de cenizas de la manzana cuando se deshidrato fue de 2,06 ± 0,26% mientras que al utilizar el liofilizador este contenido vario de 2,0 ± 0,062%, valores que estadísticamente no son diferentes, lo que determina que el uso del deshidratador y liofilizador no afecta el contenido de cenizas, estos valores en comparación a lo obtenido por (López et al., 2021: pp. 247-260), del contenido de cenizas de la manzana se tiene un porcentaje de cenizas de 4,36%, los cuales son menores, por otro en los análisis bromatológicos obtenidos por (Amores, 2011) de una fruta liofilizada con un

contenido de cenizas del 3,6% difieren a los valores obtenidos, esto es debido a que la composición de las frutas, en este caso de la manzana, infliere en el contenido cenizas.

4.2.3 *Porcentaje de humedad de la fresa deshidratada y liofilizada*

La fresa deshidratada tiene un porcentaje de humedad de $14,99 \pm 0,35$, mientras que al realizar el proceso de liofilización esta disminuye en el porcentaje de humedad a $12,70 \pm 0,454$, estos resultados presentan diferencias estadísticas, se concuerda con (Alvarado, 2017, p. 33), el cual obtiene en una fresa con el 15% de humedad cuando esta es deshidratada, y que tiene mucha influencia el tipo de deshidratador que se use, los resultados obtenidos difieren con el trabajo realizado por (Huaraca, 2011) el cual tiene un resultado en la fresa de 12,12% de humedad cuando esta es deshidratada, y un porcentaje de humedad de 1,66% cuando es liofilizada, a diferencia del porcentaje de humedad de la fresa liofilizada que alcanzo un porcentaje de humedad del 15,78% en el trabajo de (PRODAO, 2020, p. 20-24), estos resultados difieren en cada tipo de trabajo, por el tipo de proceso que se use, y el tipo de proceso afectara el contenido de humedad final de la fruta seca, y para obtener un menor porcentaje de humedad de las frutas, se debe utilizar la liofilización.

4.2.4 *Porcentaje de cenizas de la fresa deshidratada y liofilizada*

El porcentaje de cenizas que se obtuvo cuando la fresa se deshidrato fue de $3,59 \pm 0,35$, valor que se redujo a $2,086 \pm 0,104$ cuando la fresa se liofilizo, valores que son distintos estadísticamente hablando, es decir que el contenido de cenizas difiere cuando se usa un diferente proceso, estos valores son distintos a los reportados por parte de (Huaraca, 2011), en el que la fresa llega a 4,14 de contenido de cenizas, el valor aumenta cuando la fresa se liofilizado y llega a 4,37% de contenido de cenizas, valores que también son distintos, por ende si se desea obtener un mejor contenido de cenizas se debería usar el proceso de deshidratación.

4.2.5 *Carga microbiológica*

Tabla 19-4: Carga microbiológicos de la deshidratación y liofilización de la manzana

Parámetros	Cargas microbiológicas	
	Salmonella, UFC/g	E. coli, UFC/g
Manzana:		
Deshidratada	Ausencia	Ausencia
Liofilizada	Ausencia	Ausencia
Fresa:		
Deshidratada	Ausencia	Ausencia
Liofilizada	Ausencia	Ausencia

UFC: Unidades Formadoras de colonias
Realizado por: Neppas, Cristian, 2022

Al ejecutar las pruebas microbiológicas de la manzana y la fresa no se encontró carga microbiana en las frutas cuando se usan el tratamiento de deshidratación y liofilización, debido a que se usó el proceso descrito por (Michelis y Ohaco, 2014, p 62) en el caso de deshidratación, de igual manera para la liofilización de las frutas se la realiza bajo el proceso realizado por (Huaraca, 2011, p. 78), los cuales cumplen con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2996, 2015: p. 2), lo cuales establecen los parámetros mínimos y máximos, en cuanto a los requisitos de Salmonella, se debe tener ausencia total en este tipo de productos, es decir el producto cumple con los parámetros establecidos por la norma, por parte del E. coli, se tiene un mínimo de 10 UFC/g y un máximo de 5×10^2 UFC/g, en el que las frutas deshidratadas y liofilizadas cumplen el requisito mínimo, en lo estipulado en la normativa, estos datos guardan relación con lo que menciona (Gómez, 2017, p.83), en su investigación la fruta seca, ya sea esta deshidratada o liofilizada, obteniendo ausencia total en la Salmonella, al igual que una cantidad mínima o inexistente de E. coli de 0 UFC/g, esta ausencia de microorganismos también depende mucho del producto debido a que tiene una actividad de agua muy baja, y no permite que los microorganismos se proliferen, también debido a que se lo realizo con asepsia e higiene en todo el proceso.

4.3 Características sensoriales

4.3.1 Análisis Sensorial de la manzana

Tabla 20-4: Valoración sensorial de la manzana deshidratada y liofilizada

Parámetros	Procedimientos de deshidratación		Hcal	Prob.
	Deshidratada	Liofilizada		
Apariencia. 5 puntos	3,50	3,50	0,19	0,9143
	Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente		
Olor. 5 puntos	3,60	3,80	2,08	0,2857
	Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente		
Sabor. 5 puntos	4,20	4,00	1,33	0,1429
	Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente		
Textura, 5 puntos	3,70	3,40	0,033	0,6571
	Me gusta moderadamente	No me gusta ni me disgusta		

Hcal: Valor calculado de la prueba de Kruskal-Wallis
 Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.
 Prob. < 0.05: Existen diferencias Significativas
 Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente Significativas
Realizado por: Neppas, Cristian, 2022

4.3.1.1 *Apariencia*

En el proceso de valoración de la apariencia de la manzana, ya se está deshidratada o liofilizada no se ve afectado por ninguno de los procesos, estadísticamente siendo iguales y recibiendo todos la valoración de me gusta moderadamente, con un valor de 3,50 para la deshidratación y liofilización, estableciéndose que el proceso de deshidratación o liofilización no afecta la valoración de la apariencia, estos valores se podrían ver influenciados a lo mencionando (Moreno et al., 2012: pp. S201-S203), el calor y los tiempos afectan como se vera la fruta que sea tratada con el método de deshidratación, por ello se dice los panelistas no entrenados reflejan que no encuentran diferencias en el aspecto de la manzana ya sea deshidratada o liofilizada.

4.3.1.2 *Olor*

La valoración del olor en la manzana son de 3,60 a 3,80 para deshidratación y liofilización respectivamente hablando, y no presenta diferencias estadísticas, por ende no se verá influenciada por el tratamiento que se use en ella, esta manzana presenta una valoración de me gusta moderadamente, este valor tiene una relación por lo dicho por (Ayala y Calle, 2016: p.19), el cual dice que el olor depende mucho del tipo de fruta y componentes que se encuentren en ella, y no importa el método que se use para conservar la manzana, los dos métodos tendrán una misma valoración en aspecto del olor que presente cada tratamiento.

4.3.1.3 *Sabor*

El aspecto del sabor que presenta la manzana es igual y no se verá afectado por ninguno de los procesos de deshidratación o liofilización, siendo iguales estadísticamente, la valoración organoléptica de la manzana tiene un valor de 4,20 en la deshidratación y 4,00 en la liofilización, estos resultados guardan relación con lo que describe (Huaraca, 2011, p.101) en el que menciona que la fresa deshidratada tiene un sabor más intenso, debido a la temperatura usada en esta, es decir afecta en gran medida el sabor de esta, los resultados obtenidos en el presente trabajo, presentan una valoración de me gusta moderadamente, y no se verá afectado el sabor de la manzana por ninguno de los procesos.

4.3.1.4 *Textura*

Las características organolépticas, en este caso de la textura de la manzana deshidratada y liofilizada, la deshidratación recibe un nivel de agrado de me gusta moderadamente, es decir que el valor es de 3,70 frente al valor de la liofilización 3,40, con una valoración de no me gusta ni me disgusta, pero de igual manera no presentan diferencias estadísticas, esto es debido a lo que

menciona (Moreno et al., 2012: pp. S201-S203), que el calor y los tiempos tiene mucha influencia en la textura de las frutas deshidratadas, debido a que hay una diferencia en las temperaturas de los dos métodos, y se retira e agua presente en los alimentos de una manera distinta, al final los panelistas no entrenados prefieren en cierta manera en el aspecto de la textura de la mazana deshidratada frente a la liofilizada.

4.3.2 *Análisis Sensorial de la fresa*

Tabla 21-4: Valoración sensorial de la fresa deshidratada y liofilizada

Parámetros	Procedimiento de Deshidratación		Hcal	Prob.
	Deshidratada	Liofilizada		
Apariencia. 5 puntos	3,60	3,80	2,08	0,2000
	Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente		
Olor. 5 puntos	3,60	3,90	0,19	0,7143
	Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente		
Sabor. 5 puntos	3,40	3,30	0,08	0,9143
	No me gusta ni me disgusta	No me gusta ni me disgusta		
Textura, 5 puntos	3,70	3,60	0,02	0,9999
	Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente		

Hcal: Valor calculado de la prueba de Kruskal-Wallis
 Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.
 Prob. < 0.05: Existen diferencias Significativas
 Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente Significativas
Realizado por: Neppas, Cristian, 2022

4.3.2.1 *Apariencia*

Los resultados obtenidos en la fresa deshidratada son de 3,6 valor que es distinto estadísticamente al obtenido en la liofilización de 3,80, resultados que presentan una valoración de me gusta moderadamente, estos valores tiene influencia según lo descrito por (Huaraca, 2011, p.101) en que el tiempo y temperatura afectan la apariencia de los productos deshidratados, y los valores obtenidos no tienen influencia en la apariencia de la fresa y los panelistas no entrenados no tienden a escoger la fresa que sea procesada con los dos tratamientos.

4.3.2.2 *Olor*

La evaluación conseguida del olor de la fresa deshidratada y liofilizada, no son distintos estadísticamente presentando un valor de me gusta moderadamente, valores que se apoyan en lo dicho por (Ayala y Calle, 2016: p.19) el cual menciona que la fresa tiene olores característicos de la

fruta, debido a su composición, y el aspecto de esta no se ve afectado por el tipo de procesamiento utilizado.

4.3.2.3 Sabor

El sabor de la fresa deshidratada y liofilizada tiene un valor inferior con respecto a los demás atributos, aunque son estadísticamente iguales, presentando un valor de no me gusta ni me disgusta, es por ello por lo que (Tamba, 2015, p.4) menciona que los azúcares, son uno de los más componentes importantes del sabor a fruta, generalmente la temperatura de un proceso afecta en gran medida la composición de la misma, pero en los dos casos los panelistas no tienden a preferir una sobre la otra.

4.3.2.4 Textura

La textura de la fresa no presenta una diferencia estadística, se tiene un valor de 3,7° para el proceso de deshidratación y un valor de 3,60 en la liofilización, valores que representan un nivel de agrado de me gusta moderadamente, esto también tiene mucha influencia por lo mencionado por (Moreno et al., 2012: pp. S201-S203), en cual menciona que la temperatura y el tiempo de procesos tienen mucha influencia en la textura de las frutas secas, es decir las diferencias en los rangos de temperatura y tiempo de los procesos es muy distinto, pero no afectará la textura final del producto.

4.4 Balance masa energía, costo beneficio de los procesos

Tabla 22-4: Energía requerida para la deshidratación y liofilización de las frutas mediante cálculo

Energía requerida para el secado	
Tratamiento	kW
Manzana:	
Deshidratación	0,3695
Liofilización	0,3383
Fresa:	
Deshidratación	0,04828
Liofilización	0,05305

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

4.4.1.1 Manzana

El valor de energía calculada para el proceso de deshidratación fue de 0,3695 kW, resultado que es similar al liofilizador, 0,3383 kW, es decir son muy similares, pero la energía calculada es lo que se necesita por unidad de tiempo, y que la deshidratación se la realiza en menos tiempo, tal

como ele experimentado, por (Alvarado, 2017, p. 33) que usa un tiempo de 45 minutos en la deshidratación, y lo reportado en el manual de (PRODAO, 2020, p. 20-24) que lo realizan a un tiempo de 20 horas, 1200 minutos, es decir se requeriría más de diez veces la cantidad de energía del liofilizador en comparación al uso del deshidratador.

4.4.1.2 *Fresa*

La valoración de energía calculada en la deshidratación de la fresa fue de 0,3383 y 0,05305 kW en la liofilización, el cual se denota una diferencia entre los dos procesos, a si sea mínima, pero al necesitar esta energía por una unidad de tiempo, se necesita menos energía para deshidratar la fresa, con respecto al tiempo de liofilizar la fresa.

4.4.2 *Balance de masa de las frutas con los métodos*

4.4.2.1 *Manzana*

Los resultados obtenidos en el balance de masa de la deshidratación de la manzana fueron que se tuvo un a perdida del 86,22% del peso total de la manzana, es decir se tuvo un rendimiento del 13,88%, mientras que la manzana liofilizada tuvo una pérdida total del 87,64% con un rendimiento del 12,36, estos resultados tiene relación con realizado por (Adrian, 2020, p. 51) el cual menciona que la manzana pierde hasta un 90 %, con un rendimiento del 10% , de igual manera se concuerda con (Sepúlveda et al., 2011: pp.423-427) los cuales mencionan que la manzana pierde hasta un 90% y un rendimiento final del 10%.

4.4.2.2 *Fresa*

La valoración objetiva en el balance de masa de la fresa deshidratada fue de una perdida final de 89,35% con un rendimiento del 10,65% del peso final de la fresa, en comparación a la manzana liofilizada con una perdida final del 91,61%, y un rendimiento del 8,39% estos resultados son inferiores, en referente a lo reportado por (Quilumbaquin, 2019, p. 44), en el que la fresa perdió hasta 85,90%, y un rendimiento del 14,10%, y el resultado difiere en comparación a (PRODAO, 2020, p. 20-24) el cual menciona que el peso de la fresa perdido al final del proceso fue de es de 94,22%, con un rendimiento del 5,78%.

4.4.3 Análisis económico

Tabla 23-4: Análisis económico de la deshidratación y liofilización de la manzana y fresa

Materia Prima	Cantidad gramos	Manzana		Fresa	
		Deshidratada	Liofilizada	Deshidratada	Liofilizada
Frutas	250	0,38	0,38	0,25	0,25
Envases		0,08	0,08	0,08	0,08
Energía		0,06	0,58	0,10	0,29
Total, egresos		0,51	1,038	0,43	0,62
Cantidad obtenida, g		34,71	34,71	34,71	34,71
Costos de producción, dólar /g		0,51	1,04	0,43	0,62
Precio de venta por g		0,017	0,017	0,017	0,017
Total, ingreso		0,59	0,59	0,59	0,59
Beneficio /costo		1,15	0,57	1,38	0,95

Realizado por: Neppas, Cristian, 2022

4.4.3.1 Manzana

De acuerdo al indicador del beneficio/costo se determinó que por cada dólar invertido en la manzana deshidratada se gana 15 ctvs., en el caso de la liofilización de la manzana, se pierde 43 ctvs. por dólar invertido, estos valores tienen relación con (Rappi, 2022) que dice que por cada gramo de fruta deshidratada y liofilizada se las puede vender a un precio de 0,017 ctvs., por ello se determina que el proceso de deshidratación, representa una mayor ganancia frente al proceso de liofilización en el cual, en lugar de que exista una ganancia se evidencia unas pérdidas económicas.

4.4.3.2 Fresa

Se determinó que al utilizar el proceso de deshidratación en la fresa se tiene una ganancia de 38 ctvs. por cada dólar, y con el presente liofilizado se tiene pérdidas de 5 ctvs. por cada dólar invertido, pérdida que se debe a que el proceso de liofilización dura hasta 10 veces más que el liofilizado, y la energía (kW) representa un gasto en los procesos alimenticios según el tiempo que este dure.

CONCLUSIONES

- El proceso de deshidratación de la fresa y la manzana (4,26h) requieren un menor tiempo que el proceso de liofilización (37,83h), un rendimiento de 13,88% en la deshidratación frente al 12,36% con la liofilización.
- En cuanto a las características sensoriales, tanto la fresa como la manzana recibieron una calificación de me gusta moderadamente, y, por otra parte, el análisis microbiológico reportó ausencia de microorganismos, es por ello que se considera apto para el consumo.
- En el balance de masa y energía se estableció una menor pérdida de peso cuando se utilizó el deshidratador, alcanzando un consumo de energía más eficiente cuando se empleó el método de deshidratación.
- Al utilizar el proceso de deshidratación en la manzana y la fresa se tiene una mayor ganancia (15 y 38 ctvs.) respectivamente, frente al proceso de liofilización, en el cual se obtuvo pérdidas, por lo tanto, se deduce que al utilizar el deshidratador se obtiene una mayor rentabilidad.

RECOMENDACIONES

- Utilizar el método de deshidratación tanto en la manzana como la fresa, debido a que se requiere menor cantidad de tiempo, energía y alcanza una rentabilidad más alta.
- Continuar con los trabajos de deshidratación de frutas, manejando más variables de proceso, todo ello con el fin de establecer una base científica más amplia en este ámbito investigativo.
- Promover el consumo de frutas deshidratadas, debido a que estas guardan similares características a las frutas frescas, ofreciendo mayor tiempo de vida útil, facilidad de transporte y un espacio reducido en el almacenamiento.

GLOSARIO

AFECTIVAS: Se puede decir que se refiere a un conjunto de emociones, y sentimientos de cómo se puede sentir una persona o individuo.

ANALIZADOR DE ENERGIA: Instrumento el cual se lo usa para para medir la corriente eléctrica y a su vez la energía.

DSEVEST: Es la desviación estándar, son los elementos con relación a la media aritmética.

ESCALAR: Es una escala de números reales, las cuales servirán para detallar algún tipo de evento.

FUSIÓN: Se puede decir que la homogenización o unión de dos compuestos.

HEDONICA: Se dice que es algo hedónico, que genera satisfacción, es decir un nivel de agrado.

MUFLA: Es un equipo que sirve para hornear, se lo usa a ciertas temperaturas, que pueden llegar a temperaturas muy altas, usado en laboratorios para realizar valoración de cenizas.

ORGANOLEPTICAS: Se refiere a que puede ser sentido por los órganos de los sentidos humanos.

OSMODESHIDRATAACION: Es un método de conservación, que se combina con la preparación de alimentos funcionales, e incrementa el poder nutricional del alimento procesado.

PRECONCENTRAR: Es un método que concentra los compuestos volátiles que se puedan encontrar en las sustancias.

SUBLIMACION: Es un cambio de estado, el cual se pasa del estado sólido al gaseoso, sin necesidad de pasar por el estado líquido.

TC: t calculado, es el resultado de comparar dos muestras independientes o dependientes.

BIBLIOGRAFIA

ADRIÁN BELTRÁN, Kevin Fabian. Elaboración de galletas a partir de manzana deshidratada (*malus domestica*) y linaza (*linium usitatissimum*) como fuente de antioxidante natural [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Agraria Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2020. pp. 51- 59. [Consulta: 2022-06-26]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ADRIAN%20BELTRAN%20KEVIN%20FABIAN.pdf>

ALVARADO, M. “Estudio del proceso de secado de fresa usando horno microondas/Study of the strawberry drying process using microwave dryer”. *Journal of Prospectiva* [en línea], 2017, (Colombia) 15(29), pp. 29-34. [Consulta: 20 agosto 2022]. ISSN 1090-7807. Disponible en: <https://doi.org/10.15665/rp.v15i1.658>

AMORES VIZUETE, Daniela de los Ángeles. Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (*rubus glaucus*) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador en bandejas [En línea] (Trabajo de titulación). (Bioquímica). Escuela Superior politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2011. pp. 74-75. [Consulta: 2022-07-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1989/1/56T00297.pdf>

AYALA NARANJO, Nancy Sofia, & CALLE ROMERO, Adriana Karolina. Aplicación de técnicas de deshidratación, maceración y escaldado, para la conservación de manzanas Red Delicious, Flor de Mayo y Emilia. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2016. pp. 18-28. [Consulta: 2022-03-19]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25845>

BURBANO TORRES, Juan Francisco. Mejora de los procesos de producción y de ventas de una pequeña empresa de la industria de deshidratación de frutas “caso: Aclalau Alimentos S.A.”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Matriz, Quito, Ecuador. 2015. Pp. 11-12. [Consulta: 2022-03-19]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10657/Tesis%20Aclalau%20Alimentos%20S.A.%20Juan%20Burbano.pdf?sequence=1>

CABASCANGO, O. *Manual de Deshidratacion* [en línea]. Ecuador: Publicación de la Universidad Técnica del Norte, 218. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <https://www.ppd-ecuador.org/wp-content/uploads/2019/FondoBecas/SierraNorte/UTN-Omar-Uso-Deshidratador-solar-vf.pdf>

CARPIO DIAZ, Luis Fernando. Diseño de un liofilizador piloto para el estudio de procesos de deshidratación y conservación de productos agroindustriales mediante el secado al vacío. [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 2018. Pp. 7-8. [Consulta: 2022-03-19]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18231/PG-2043.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARRILLO INUNGARAY, M. & FUENTES PRADO, E. & GIJÓN ARREORTÚA, I. & PEREZ, R. “Aplicación de la liofilización en la conservación de Microemulsiones usadas en alimentos funcionales y nutraceuticos: un caso de la ingeniería en alimentos”. TLATEMOANI Revista Académica de Investigación [en línea], 2018, (España) 2(29), pp. 295-298. [Consulta: 16 junio 2022]. ISSN 19899300. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7337190.pdf>

CASTAÑO RODRÍGUEZ, Jherson Dulvier, & LONDOÑO QUINTERO, Francisco Javier. Diseño y simulación de un sistema de deshidratación de fresa con energías alternativas [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. 2017. pp. 113- 114. [Consulta: 2022-07-23]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16725/Casta%C3%B1oJhersonFranciscoLondo%C3%B1o2017.pdf?sequence=1>

CAYAMBE CAYAMBE, Nancy Elizabeth. Diagnóstico de la cadena Agroproductiva de fresa (Fragaria Ananassa) en tres Provincias de La Sierra - Centro Zona 3 [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 105-110. [Consulta: 2022-06-13]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10403/1/27T0404.pdf>

CEBALLOS PEÑALOZA, Adela. Estudio comparativo de tres sistemas de secado para la producción de un polvo deshidratado de fruta [En línea] (Proyecto de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. 2008. pp. 58- 62. [Consulta: 2022-06-20]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/2687/adelamariaceballospenaloz.2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DÁVILA CANO, María Andrea. Elaboración de saborizantes en polvo, a partir de cinco frutas deshidratadas como: higo, membrillo, níspero, mortiño, y uvilla para la aplicación en cinco tipos

de bizcochos y cinco tipos de galletas. [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2015. Pp. 19-21. [Consulta: 2022-03-19]. Disponible en:

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22376/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

DORAN, P. *Principios de ingeniería de los bioprocesos*. [En línea]. Londres -Inglaterra: Acribia, Editorial, S.A, 2015. [Consulta: 23 octubre 2022]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Principios_de_ingenier%C3%ADa_de_los_bioproc.html?id=oQS-OwAACAAJ&redir_esc=y

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO. Tarifas de la empresa eléctrica quito, entre las más bajas de la región [blog]. Quito: 19 julio, 2022. [Consulta: 12 de octubre]. Disponible en: http://www.eeq.com.ec:8080/zh_TW/nosotros/comunicamos/noticias/-/asset_publisher/PDd0RO7lSu5d/content/tarifas-de-la-empresa-electrica-quito-entre-las-mas-bajas-de-la-region/pop_up.jsessionid=DB1D933032CC4ADB8CD0C6D87EB68431?controlPanelCategory=portlet_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d&redirect=http%3A%2F%2Fwww.eeq.com.ec%3A8080%2Fzh_TW%2Fnosotros%2Fcomunicamos%2Fnoticias%3Bjsessionid%3DDDB1D933032CC4ADB8CD0C6D87EB68431%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dpop_up%26p_p_mode%3Dview%26controlPanelCategory%3Dportlet_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d%26_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d_advancedSearch%3Dfalse%26_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d_keywords%3D%26_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d_delta%3D%26p_r_p_564233524_resetCur%3Dfalse%26_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d_controlPanelCategory%3Dportlet_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d%26_101_INSTANCE_PDd0RO7lSu5d_andOperator%3Dtrue#:~:text=La%20ARCERNNR%2C%20mediente%20resoluci%C3%B3n%20ARCERNNR,servicio%20de%20energ%C3%ADa%3B%20es%20decir%2C

ERDOCIAN PÉREZ, Elena. Desarrollo de snacks de manzana bajo diferentes condiciones de proceso [En línea] (Proyecto de titulación). (Ingeniería) Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica Y Biotecnología, Navarra, España. 2020. pp. 18- 41. [Consulta: 2022-06-26]. Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/37950/TFG%20-%20Elena%20Erdociain.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ESPINOZA MANFUGAS, Julia. Evaluación Sensorial de los Alimentos [en línea]. Cuidad de la Habana-Cuba: Editorial Universitaria, 2007. [Consulta: 21 junio 2022]. Disponible en: <https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>

GRAJALES AGUDELO, Lina M, & CARDONA PERDOMO, William, & ORREGO ALZATE, Carlos. “Liofilización de carambola (Averrhoa carambola L.) osmodeshidratada”.

Revista Científica y tecnológica Universidad del Valle, n° 2514 (2005), (Colombia) pp. 1-8.

HINOJOSA, Roberto Francisco. Diseño de un prototipo de deshidratador híbrido de frutas para la región andina (Trabajo de titulación) (maestría). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. (Riobamba-Ecuador). 2020. pp 50 – 52 [Consulta: 23 de octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14091/1/20T01329.pdf>

HUARACA AGUAY, Adriana del Pilar. Evaluación nutritiva y nutracéutica de la frutilla (*Fragaria vesca*) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas [En línea] (Proyecto de titulación). (Bioquímico) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2011. pp. 101- 111. [Consulta: 2022-06-20]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1994/1/56T00302.pdf>

LONDOÑO GARCÍA, Rodrigo. Balances de masa y energía. [blog]. [Consulta: 19 marzo 2022]. Disponible en: <https://blog.utp.edu.co/balances/files/2015/02/LIBRO-BME2015-1.pdf>

LÓPEZ SAMPEDRO, Sandra Elizabeth, & LEÓN NARANJO, Ana Cristina, & BAÑO AYALA, Darío Javier, & ARBOLEDA ALVAREZ, Luis Fernando. “Determinación de un modelo predictivo de secado para la manzana producida en la sierra centro”. Conciencia Digital [en línea], 2021, (Ecuador) 4(2), pp. 247-260. [Consulta: 23 agosto 2022]. ISSN: 2600-5859. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1663>

MICHELIS, Antonio, & OHACO, Elizabeth. Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos [en línea]. Argentina: Comunicación Técnica N° 84 Área Desarrollo Rural, 2014. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf

MORENO-GUARÓN, Diana, & SIERRA-HOYOSI, Hernán, & DIAZ-MORENO, Consuelo. “Color y textura, características asociadas a la calidad de tomate deshidratado”. Vitae [en línea], 2012, (Colombia) 19 (1), pp S201-S203. [Consulta: 26 de septiembre]. ISSN 0121-4004. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914058.pdf>

NTE INEN 2996 2015-XX. *Productos deshidratados. Zanahoria, zapallo, uvilla. Requisitos* [En línea] INEN, 1987. [Citado el: 2 de septiembre de 2022.] https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2996.pdf

OCAÑA JARA, Eder Renato. Obtención De Uva Liofilizada [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2013. pp. 1- 5. [Consulta: 2022-06-13]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1401/1/T-UCE-0008-%2006.pdf>

PARZANENCE, Magali. *Liofilización de alimentos* [Ficha Técnica]. Buenos Aires, Argentina: Alimentos Argentinos. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf

PARZANESE, Magali. Liofilización de alimentos. [blog]. [Consulta: 19 marzo 2022]. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf

PATERNINA, Maribel García, & BERMUDEZ, Armando Alvis, & GARCIA MOGOLLON, Carlos. “Evaluación de los Pretratamientos de Deshidratación Osmótica y Microondas en la Obtención de Hojuelas de Mango (Tommy Atkins)”. Grupo de Investigación Procesos y Agroindustria de Vegetales [en línea], 2015, (Colombia) 26(5) pp. 63-70. [Consulta: 23 junio 2022]. doi: 10.4067/S0718-07642015000500009. Disponible en: <http://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n5/art09.pdf>

PRODAO. Alternativas de Aplicación del Proceso de Liofilización en Frutas y Hortalizas compatible con la Normativa Orgánica [En línea] Ministerio de agricultura, ganadería y pesca, Argentina. 2020. [Consulta: 26 de agosto del 2022]. Disponible en: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/valorAr/organicos/proyecto/archivos/Liofilizacion_frutas_hortalizas.pdf

QUILUMBAQUIN GUACHAMIN, Yajaira Lizeth. Osmodeshidratación como alternativa para el mejoramiento de las características sensoriales de la fresa (Fragaria vesca; variedad Albión) deshidratada convencionalmente [En línea] (Proyecto de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Estatal de Carchi, Tulcán, Ecuador. 2020. pp. 43- 51. [Consulta: 2022-06-27]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/880/1/012%20Osmodeshidrataci%C3%B3n%20como%20alternativa%20para%20el%20mejoramiento%20de%20la%20caracter%C3%ADsticas%20sensoriales%20de%20la%20fresa.pdf>

RAMÍREZ NAVAS, Juan. "Liofilización de alimentos". Revista ReCiTeIA. N° 6. (2007) pp. 1-39.

RAPPI. Frutas Supermaxi [blog]. Ecuador: 23 agosto, 2022. [Consulta: 29 de octubre]. Disponible en: <https://www.rappi.com.ec/tiendas/13189-supermaxi-market/frutas-y-verduras/frutas>

REYES, Camilo Andrés Viabilidad del arazá (*Eugenia stipitata*) como fuente de compuestos beneficiosos para la salud, efecto de distintos métodos de procesamiento en su calidad nutricional [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. 2020. pp. 28- 30. [Consulta: 2022-06-13]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/94884/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SEPÚLVEDA, Marcela, & QUITRAL, Vilma, & SCHWARTZ, Marco, & VIO, Fernando, & ZACARÍAS, Isabel, & WERTHER, Kern. "Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar ". SLAN, Vol. 61 N° 4 (2011), (Uruguay) pp. 423-428.

SOCIEDAD LATINOAMERICANA PARA LA CALIDAD. "Análisis Costo / Beneficio" [blog]. [Consulta: 19 marzo 2022]. Disponible en: <http://sigc.uqroo.mx/Manuales/Institucional/Procedimientos/Secretaria%20General/Gestion%20Calidad/DGC-001/Metodologias/Costob.pdf>

TAMBA SANDOVAL, Juan Enrique. Identificación de las principales plagas que afectan al cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en tres zonas agroecológicas del cantón Quito, Provincia de Pichincha. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador. 2015. Pp. 1-6. [Consulta: 2022-03-19]. Disponible en: <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1280/1/171.pdf>

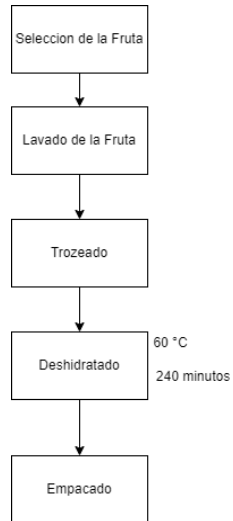
TERAN SULLCA, Helbert Cristian. Evaluación de la oxidación lipídica de una salsa a base de espinaca (*spinacia oleracea*), albahaca (*ocimum basilicum*), utilizando dos tipos de aceites vegetales: soya (*glycine max*) y aceite de oliva (*olea europea*) [En línea] (Proyecto de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 2019. pp. 60- 98. [Consulta: 2022-06-21]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11412/IAtesuhc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VITERI MIRANDA, Patricia Alexandra Estudio de estabilidad de la pulpa de mora [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Litoral, Facultad de

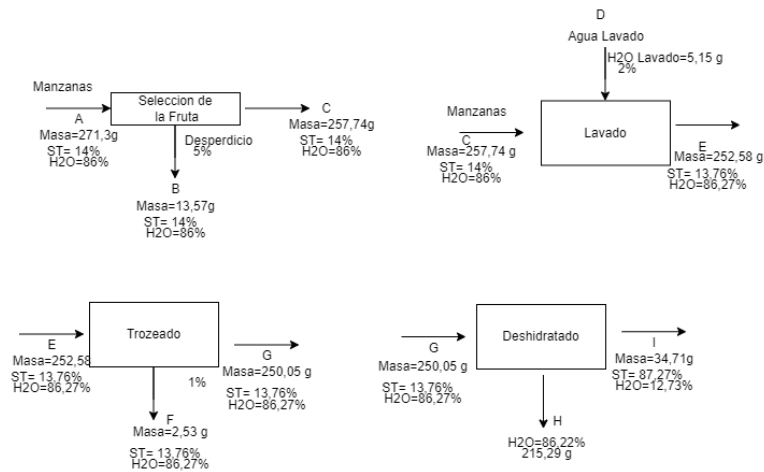
Ingeniería en Mecánica y Ciencias de Producción, Guayaquil. 2012. pp. 57. [Consulta: 2022-78-23]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13705/1/D-43086.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA FRUTA DESHIDRATADA



ANEXO B: BALANCE DE MASA DE LA MANZANA



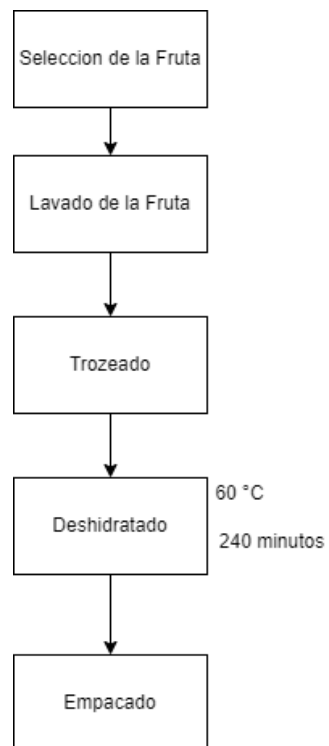
$$\begin{aligned} C &= A+B \\ 271,3 \text{ g} - 13,57 \text{ g} &= C \\ C &= 257,74 \text{ g} \rightarrow \text{Masa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= D+C \\ 257,74 \text{ g} - 5,15 \text{ g} &= E \\ E &= 252,58 \text{ g} \rightarrow \text{Masa} \end{aligned}$$

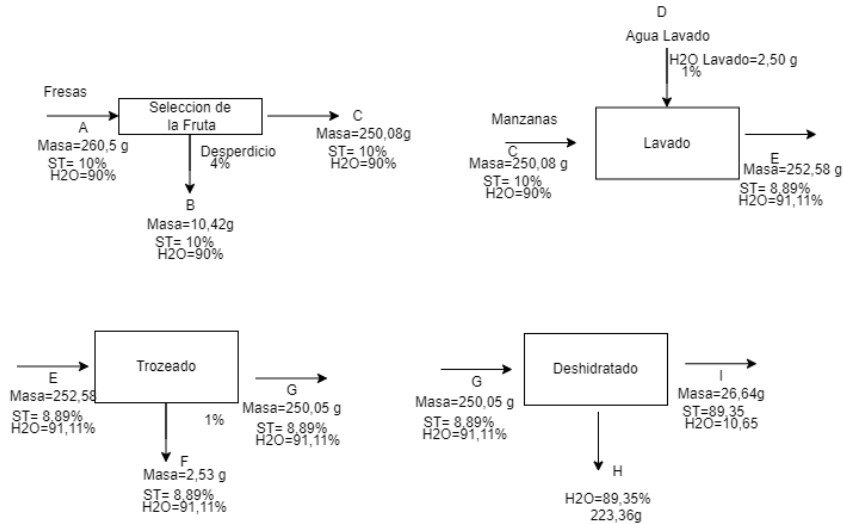
$$\begin{aligned} G &= E+F \\ 252,58 \text{ g} - 2,53 \text{ g} &= G \\ G &= 250,05 \text{ g} \rightarrow \text{Masa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= G+H \\ 250,05 \text{ g} - 215,29 \text{ g} &= I \\ I &= 34,71 \text{ g} \rightarrow \text{Masa} \end{aligned}$$

ANEXO C: DIAGRAMAS DE BLOQUES DE LA FRUTA LIOFILIZADA



ANEXO D: BALANCE DE MASA DE LA FRESA DESHIDRATADA



$$C = A + B$$

$$260,5 \text{ g} - 10,42 \text{ g} = C$$

$$C = 250,08 \text{ g} \rightarrow \text{Masa}$$

$$E = D + C$$

$$250,08 \text{ g} - 2,50 \text{ g} = E$$

$$E = 252,58 \text{ g} \rightarrow \text{Masa}$$

$$G = E + F$$

$$252,58 \text{ g} - 2,53 \text{ g} = G$$

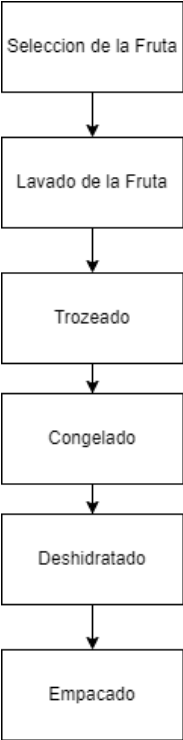
$$G = 250,05 \text{ g} \rightarrow \text{Masa}$$

$$I = G + H$$

$$250,05 \text{ g} - 223,36 \text{ g} = I$$

$$I = 26,64 \text{ g} \rightarrow \text{Masa}$$

ANEXO E: DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA MANZANA LIOFILIZADA



ANEXO F: FORMATO DE LA RÚBRICA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA FRUTA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

PRUEBA HEDONICA ESCALAR DE CINCO PUNTOS

Nombre:.....
 Fecha:.....

A continuación, se les presentara manzana y fresa deshidratadas y liofilizadas, con un respectivo código, el cual por favor ubicarlo en la parte posterior de la tabla del puntaje por favor probar de izquierda a derecha e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia (número) en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

Puntaje	Nivel de agrado	Atributo	Puntaje			
5	Me gusta mucho	Apariencia				
4	Me gusta moderadamente					
3	No me gusta ni me disgusta	Olor				
2	Me disgusta moderadamente	Sabor				
1	Me disgusta mucho	Textura				

Observación

ANEXO G: RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIALES

APARIENCIA

Manzana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Deshidratada	4	3,55	0,19	3,50	0,19	0,9143
Liofilizada	4	3,60	0,16	3,50		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Fresa	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Deshidratada	4	3,55	0,38	3,60	2,08	0,20000
Liofilizada	4	4,00	0,37	4,00		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

OLOR

Manzana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Deshidratada	4	3,55	0,25	3,60	2,08	0,2857
Liofilizada	4	3,85	0,25	3,80		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Fresa	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Deshidratada	4	3,80	0,54	3,60	0,19	0,7143
Liofilizada	4	3,85	0,34	3,90		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

SABOR

Manzana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Deshidratada	4	4,20	0,000	4,20	1,33	0,1429
Liofilizada	4	3,90	0,50	4,00		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Fresa	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Deshidratada	4	3,30	0,53	3,40	0,08	0,9143
Liofilizada	4	3,60	0,67	3,30		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

TEXTURA

Manzana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Deshidratada	4	3,65	0,34	3,70	0,33	0,6571
Liofilizada	4	3,50	0,53	3,40		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Fresa	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Deshidratada	4	3,70	0,42	3,70	0,02	0,9999
Liofilizada	4	3,80	0,57	3,60		

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

ANEXO H: RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA MANZANA

PRUEBA T DEL TIEMPO DE LA MANZANA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada

μ_2 : media de Liofilizada

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Error estándar	
			Desv.Est.	de la media
Deshidratada	5	4,62	0,139	0,062
Liofilizada	5	37,83	0,373	0,17

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-33,217	(-33,674, -32,579)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-186.66	5	0.0001

PRUEBA T DE LA TEMPERATURA DE LA MANZANA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada

μ_2 : media de Liofilizada

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Error estándar	
			Desv.Est.	de la media
Deshidratada	5	60	0,548	0,24
Liofilizada	5	-52,20	1,30	0,58

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
112.600	111.326

Prueba

Hipótesis nula Ho: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
 Hipótesis alterna H1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
178.04	5	0.0001

PRUEBA T DE LA PERDIDA DE PESO DE LA MANZANA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada
 μ_2 : media de Liofilizada
 Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Deshidratada	5	13.884	0.266	0.12
Liofilizada	5	12.355	0.207	0.092

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
1.530	(1.174, 1.886)

Prueba

Hipótesis nula Ho: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
 Hipótesis alterna H1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
10.16	7	0.0001

PRUEBA T ENERGIA (Kw.H) DE LA MANZANA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada
 μ_2 : media de Liofilizada
 Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Error estándar	
			Desv.Est. de la media	
Deshidratada	5	0.640400	0.000548	0.00024
Liofilizada	5	6.340400	0.000548	0.00024

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-5.70000	-5.70064

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-16454.48	5	0.0001

PRUEBA T HUMEDAD % DE LA MANZANA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada

μ_2 : media de Liofilizada

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Error estándar	
			Desv.Est. de la media	
Deshidratada	5	12.73	2.11	0.94
Liofilizada	5	11.64	0.588	0.26

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
1.084	-1.004

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
1.11	4	0.3310

PRUEBA T CENIZAS % DE LA MANZANA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada

μ_2 : media de Liofilizada

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Error estándar	
			Desv.Est.	de la media
Deshidratada	5	2.063	0.265	0.12
Liofilizada	5	2.0035	0.0620	0.028

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0.059	-0.200

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
0.49	4	0.6702

ANEXO I: RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA FRESA

PRUEBA T DEL TIEMPO DE LA FRESA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada_2

μ_2 : media de Liofilizada_2

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar
				de la media
Deshidratada_2	5	5.933	0.137	0.061
Liofilizada_2	5	37.683	0.374	0.17

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-31.750	(-32.208, -31.292)

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Valor T	GL	Valor p
-178.12	5	0.0001

PRUEBA T DE LA TEMPERATURA DE LA FRESA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de
Deshidratada_1
 μ_2 : media de
Liofilizada_1
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Deshidratada_1	5	60.400	0.548	0.24
Liofilizada_1	5	-51.20	1.30	0.58

Estimación de la diferencia

Diferencia	Límite inferior de 95% para la diferencia
111.600	110.326

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
Valor T	GL	Valor p
176.46	5	0.0001

PRUEBA T DE LA PERDIDA DE PESO DE LA FRESA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de
Deshidratada_3
 μ_2 : media de
Liofilizada_3
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
---------	---	-------	-----------	----------------------------

Deshidratada_3	5	10.654	0.214	0.096
Liofilizada_3	5	8.390	0.505	0.23

Estimación de la diferencia

IC de	
95%	
para la	
Diferencia diferencia	
2.264	(1.633,
	2.895)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
9.23	5	0.0001

PRUEBA T ENERGIA (Kw.H) DE LA FRESA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada

μ_2 : media de Liofilizada

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

				Error
				estándar
				de
				la media
Muestra	N	Media	Desv.Est.	
Deshidratada	5	1.060400	0.000548	0.00024
Liofilizada	5	3.150400	0.000548	0.00024

Estimación de la diferencia

Límite	
inferior	
de 95% para	
la	
Diferencia diferencia	
-2.09000	-2.09064

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Valor T	GL	Valor p
-6033.31	8	0.0001

PRUEBA T HUMEDAD % DE LA FRESA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada

μ_2 : media de Liofilizada

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

<u>Muestra</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>Error estándar de la media</u>
Deshidratada	5	14.991	0.350	0.16
Liofilizada	5	12.740	0.454	0.20

Estimación de la diferencia

<u>Diferencia</u>	<u>Límite inferior de 95% para la diferencia</u>
2.251	1.766

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

<u>Valor T</u>	<u>GL</u>	<u>Valor p</u>
8.78	7	0.0001

PRUEBA T CENIZAS % DE LA FRESA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Método

μ_1 : media de Deshidratada
 μ_2 : media de Liofilizada
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Estadísticas descriptivas

<u>Muestra</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>Error estándar de la media</u>
Deshidratada	5	3.589	0.160	0.072
Liofilizada	5	2.086	0.104	0.046

Estimación de la diferencia

<u>Diferencia</u>	<u>Límite inferior de 95% para la diferencia</u>
1.5021	1.3365

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

<u>Valor T</u>	<u>GL</u>	<u>Valor p</u>
17.62	6	0.0001

ANEXO J: RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LAS VARIABLES DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA MANZANA

Resultados de *E. coli* en la deshidratación de la manzana y fresa

TD (Deshidratación)	MUESTRAS (REPETICION 1)				
	Repectición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
MUESTRAS (REPETICION 2)					
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Neppas Cristian

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP

Dirigido por: Ing. Luis Tello

Resultados de *Salmonella* en la deshidratación de la manzana y fresa

TD (Deshidratación)	MUESTRAS (REPETICION 1)				
	Repectición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
MUESTRAS (REPETICION 2)					
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Neppas Cristian

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP

Dirigido por: Ing. Luis Tello

Resultados de *E. coli* en la Liofilización de la manzana y fresa

TL (Liofilización)	MUESTRAS (REPETICION 1)				
	Repectición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

	MUESTRAS (REPETICION 2)				
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Neppas Cristian

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP

Dirigido por: Ing. Luis Tello

Resultados de *Salmonella* en la Liofilización de la manzana y fresa

TD (Deshidratación)	MUESTRAS (REPETICION 1)				
	Repectición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repectición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	MUESTRAS (REPETICION 2)				
Manzana	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Fresa	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Neppas Cristian

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP

Dirigido por: Ing. Luis Tello

ANEXO K: CÁLCULO DE ENERGÍA DE LA DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN

Cálculo de la energía para secado Deshidratado

Como se sabe el agua de las frutas se encuentran en estado líquido, del cual se cambiarán a estado gaseoso, se toma la temperatura ambiente que un es de 20 °C, y se la debe llevar a la temperatura de deshidratación que es a 60 °C.

Fusión = inferior

Vaporización = Superior

hf Entalpia inferior

hg Entalpia superior

ṁ : flujo masico

hg=entalpia superior kW. h K/kg

hf=Entalpia inferior kW. h K/kg

m: Masa , kg

%H: Porcentaje de humedad de la fruta

t: Tiempo (H)

T: Temperatura °C

- Manzana Deshidratada

Datos

$$T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_s = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_f = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg}$$

$$h_g = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 0,6278 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg}$$

$$t: 277 \text{ min} = 4,61 \text{ h}$$

$$m: 250 \text{ g} = 0,250 \text{ kg}$$

$$\%H: 12,73$$

$$\dot{m} = \frac{m \cdot \%H}{t} = \frac{0,250 \text{ kg} \cdot 12,73\%}{4,61 \text{ h}} = 0,69034 \text{ Kg h}$$

$$Q_{req} = \dot{m} \cdot (h_g - h_f)$$

$$Q_{req} = 0,69034 \text{ Kg h} \cdot (0,6278 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg} - 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg})$$

$$Q_{req} = 0,3695 \text{ Kw}$$

- Fresa Deshidratada

Datos

$$T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_s = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_f = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg}$$

$$h_g = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 0,6278 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg}$$

$$t: 356 \text{ min} = 5,93 \text{ h}$$

$$m: 250 \text{ g} = 0,250 \text{ kg}$$

$$\%H: 14,99$$

$$\dot{m} = \frac{m \cdot \%H}{t} = \frac{0,250 \text{ kg} \cdot 14,99\%}{5,93 \text{ h}} = 0,63195 \text{ Kg h}$$

$$Q_{req} = \dot{m} \cdot (h_g - h_f)$$

$$Q_{req} = 0,63195 \text{ Kg h} \cdot (0,6278 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg} - 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg})$$

$$Q_{req} = 0,3383 \text{ Kw}$$

Cálculo de la energía para Liofilizado

Para determinar el calor latente de sublimación se determinará a las entalpias superior e inferior los calores latentes como entalpia inferior al calor latente de fusión del agua, y a la entalpia superior al calor latente de sublimación (Arias, 2020: pp.50-52), el cual se lo determinará mediante:

Entalpia de Sublimación= Entalpia de vaporización + Entalpia de fusión

Fusión = inferior

Sublimación= Superior

hf Entalpia inferior

hg Entalpia superior

$$Q_{req} = \dot{m} \cdot (h_g - h_f)$$

$$\dot{m} = m \cdot \%H / t$$

Donde:

\dot{m} : flujo masico

h_g =entalpia superior $kW \cdot h / Kg$

h_f =Entalpia inferior $kW \cdot h / Kg$

m : Masa, kg

$\%H$: Porcentaje de humedad de la fruta

t : Tiempo (H)

T : Temperatura °C

a

- Manzana Liofilizada

Datos

$T_a = 20$ °C

$T_s = 60$ °C

$$h_f = 333 \frac{kJ}{kg} = 0,0925 kW \cdot h / Kg$$

$$h_g = 2260 \frac{kJ}{kg} = 0,6278 kW \cdot h / Kg + 0,0925 kW \cdot h / Kg = 0,7203 kW \cdot h / Kg$$

t : 2270 min= 37,83h

m : 250g =0,250kg

$\%H$: 11,64

$$\dot{m} = \frac{m \cdot \%H}{t} = \frac{0,250 \text{ kg} \cdot 11,64\%}{37,83h} = 0,0769 \text{ Kg h}$$

$$Q_{req} = \dot{m} \cdot (h_g - h_f)$$

$$Q_{req} = 0,0769 \text{ Kg h} \cdot (0,7203 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg} - 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg})$$

$$Q_{req} = 0,04828 \text{ Kw}$$

- Fresa Liofilizada

Datos

$T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_s = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

$$h_f = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg}$$

$$h_g = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 0,6278 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg} + 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg} = 0,7203 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg}$$

t: 2261 min = 37,68h

m: 250g = 0,250kg

%H: 12,74

$$\dot{m} = \frac{m \cdot \%H}{t} = \frac{0,250 \text{ kg} \cdot 12,74\%}{37,68 \text{ h}} = 0,0845 \text{ Kg h}$$

$$Q_{req} = \dot{m} \cdot (h_g - h_f)$$

$$Q_{req} = 0,0845 \text{ Kg h} \cdot (0,7203 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg} - 0,0925 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{Kg})$$

$$Q_{req} = 0,05305 \text{ Kw}$$

ANEXO L: CÁLCULO DE ENERGÍA DE LA DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN

Tabla 24-4: Tiempo (minutos) y temperatura de los métodos de conservación de la manzana

Manzana		
Repetición	Tiempo Deshidratador a 60°C (min)	Tiempo Liofilizador -50°C (min)
I	4,50	38,00
II	4,83	37,17
III	4,58	38,00
IV	4,67	38,00
V	4,50	38,00

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 25-4: Tiempo en minutos de los métodos de conservación de la Fresa

Fresa		
Repetición	Tiempo Deshidratador a 60°C (min)	Tiempo Liofilizador -50°C (min)
I	6,00	38,00
II	5,83	37,17
III	5,75	37,42
IV	6,00	38,00
V	6,08	37,83

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 26-4: Perdida del peso (%) de los métodos de conservación de la manzana

Manzana					
Repetición	Peso Inicial g	Peso final deshidratado, g	Porcentaje final deshidratado	Peso Final Liofilizado, g	Porcentaje final liofilizado
I	250	214,883	14,05	218,77	12,49
II	250	214,98	14,01	218,77	12,49
III	250	215,99	13,60	219,68	12,13
IV	250	216,009	13,60	219,68	12,13
V	250	214,584	14,17	218,68	12,53

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 27-4: Perdida del peso (%) de los métodos de conservación de la fresa

Fresa					
Repetición	Peso Inicial g	Peso perdido del deshidratado, g	Porcentaje final deshidratado	Peso perdido del Liofilizado, g	Porcentaje final liofilizado
I	250	222,945	10,82	226,96	9,22
II	250	223,945	10,42	228,968	8,41
III	250	223,955	10,42	229,57	8,17
IV	250	223,02	10,79	229,31	8,28
V	250	222,956	10,82	230,33	7,87

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 28-4: Energía (Kw.h) de los métodos de conservación de la manzana

Manzana		
Repetición	Energía, Kw.H Deshidratación	Energía, Kw.H Liofilización
I	0,64	6,34
II	0,64	6,34
III	0,64	6,34

IV	0,64	6,34
V	0,64	6,34

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 29-4: Energía (Kw.h) de los métodos de conservación de la fresa

Fresa		
Repetición	Energía, Kw.H Deshidratación	Energía, Kw.H Liofilización
I	1,06000	3,15
II	1,06000	3,15
III	1,06000	3,15
IV	1,06000	3,15
V	1,06000	3,15

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 30-4: Humedad %, de los métodos de conservación de la manzana

Manzana		
Repetición	Deshidratación	Liofilización
I	10,55	10,86
II	12,30	11,71
III	15,95	11,40
IV	13,50	12,47
V	11,33	11,77

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 31-4: Humedad %, de los métodos de conservación de la Fresa

Fresa		
Repetición	Deshidratación	Liofilización
I	14,84	12,87
II	15,44	12,98
III	14,87	13,11
IV	14,56	12,77
V	15,24	11,96

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 32-4: Cenizas %, de los métodos de conservación de la manzana

Manzana		
Repetición	Deshidratación	Liofilización
I	2,02	2,05
II	1,88	2,04
III	2,39	1,90
IV	2,27	2,03
V	1,75	2,01

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

Tabla 33-4: Cenizas %, de los métodos de conservación de la manzana

Fresa		
Repetición	Deshidratación	Liofilización
I	3,38	2,12
II	3,80	1,94
III	3,55	2,19
IV	3,69	2,16
V	3,52	2,03

Realizado por: Neppas Caza, Cristian, 2022.

ANEXO M: DATOS BROMATOLÓGICOS

HOJA DE RESULTADO DE ANÁLISIS

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PARÁMETROS	BROMATOLÓGICO
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	TDm=Manzana Deshidratada
	TDf=Fresa Deshidratada
	TLM=Manzana Liofilizada
	TLf=Fresa Liofilizada
	R1=Sub-repetición 1
	R2=Sub-repetición 2
MUESTRA	Manzana y Fresa
ESTADO DE LA MUESTRA	Deshidratada y Liofilizada
NOMBRE DE LA MUESTRA	Bebida Probiótica
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS EN EL LABORATORIO	20 de Junio de 2022
LUGAR DE MUESTREO	ESPOCH – LAB. DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL
ANÁLISIS SOLICITADO	Humedad (%)
	Cenizas (%)
	Energía kW.H
	Temperatura (°C) y Presión (Torr)

2. Resultados

TABLA 1.- ENERGÍA TOMADA POR PARTE DEL LIOFILIZADOR DE LA MANZANA Y FRESA

MANZANA			FRESA		
		Energía			Energía
1-2 hora	KWH	0,67	1-2 hora	KWH	0,6
	Kvarin	0,58		Kvarin	0,56
	Kvarch	0,00		Kvarch	0,00
3-4 horas	KWH	0,59	3-4 horas	KWH	0,51
	Kvarin	0,58		Kvarin	0,48
	Kvarch	0,00		Kvarch	0,00
4-5 horas	KWH	0,59	4-5 horas	KWH	0,51
	Kvarin	0,58		Kvarin	0,48
	Kvarch	0,00		Kvarch	0,00

	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Energía Total (kW) Manzana	6,340	6,340	6,340	6,340	6,340
Energía Total (kW) Fresa	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 2.- RESULTADO DE LAS CURVAS DE SECADO A DIFERENTES PRESIONES DE LA MANZANA LIOFILIZADA

0.750 Torr (-50°C)		1.5 Torr (-50°C)		1.875 Torr (-50°C)	
Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)
0	250,00	0	250,00	0	250,00
60	243,00	60	243,00	60	224,50
120	233,00	120	233,00	120	201,43
180	223,00	180	223,00	180	183,42
240	213,22	240	213,22	240	154,32
300	193,45	300	203,45	300	121,40
360	184,13	360	193,45	360	98,42
420	178,32	420	185,22	420	75,23
480	175,45	480	175,22	480	65,34
540	171,23	540	167,82	540	59,54
600	167,32	600	160,32	600	54,34
660	161,19	660	153,11	660	50,23
720	155,07	720	145,99	720	45,63
780	148,84	780	137,76	780	39,43
840	142,65	840	127,54	840	37,53
900	136,66	900	118,20	900	36,34
960	132,54	960	108,96	960	35,63
1020	128,33	1020	100,73	1020	35,12
1080	124,23	1080	96,53	1080	34,33
1140	119,23	1140	93,21	1140	34,26
1200	112,31	1200	89,78	1200	34,24
1260	106,24	1260	85,55	1260	33,17
1320	101,13	1320	82,23	1320	33,13
1380	97,32	1380	78,80	1380	32,33
1440	95,42	1440	74,57	1440	32,26
1500	93,23	1500	71,25	1500	32,24
1560	91,31	1560	67,82	1560	32,17
1620	89,31	1620	63,59	1620	32,13
1680	87,23	1680	60,27		
1740	85,32	1740	56,84		
1800	83,23	1800	52,61		
1860	81,58	1860	49,29		

1920	79,23	1920	45,06		
1980	76,23	1980	40,74		
2040	74,24	2040	37,31		
2100	72,45	2100	35,08		
2160	69,54	2160	32,85		
2220	66,43	2220	31,62		
2280	63,23	2280	30,64		
2340	60,97				
2400	57,99				
2460	54,42				
2520	51,94				
2580	48,88				
2640	45,54				
2700	41,42				
2760	39,42				
2820	37,25				
2880	36,00				
2940	34,91				
3000	33,78				
3060	32,55				
3120	31,46				
3180	31,34				
3240	31,21				
3300	31,09				
3360	30,97				

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

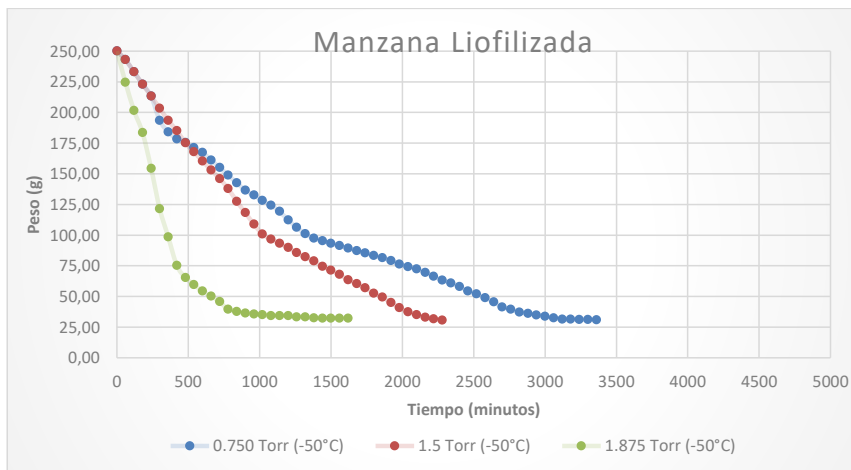


Figura N°1: Curva de secado de manzana liofilizada

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 3.- RESULTADO DE LAS CURVAS DE SECADO A DIFERENTES PRESIONES DE LA FRESA LIOFILIZADA

0.750 Torr (-50°C)		1.5 Torr (-50°C)		1.875 Torr (-50°C)	
Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)
0	250,00	0	250,00	0	250,03
60	245,45	60	231,04	60	222,22
120	234,34	120	215,53	120	199,72
180	225,25	180	205,53	180	178,24
240	217,23	240	195,75	240	150,24
300	207,23	300	185,98	300	119,24
360	198,24	360	175,98	360	90,42
420	189,27	420	167,75	420	71,42
480	178,33	480	157,75	480	61,43
540	170,24	540	150,35	540	55,88
600	166,33	600	142,85	600	51,97
660	160,20	660	135,64	660	45,24
720	154,07	720	128,52	720	41,53
780	145,24	780	120,29	780	36,90
840	139,24	840	110,07	840	35,00
900	134,24	900	100,73	900	33,81
960	129,24	960	91,49	960	33,10
1020	124,54	1020	83,26	1020	32,59
1080	119,73	1080	79,06	1080	31,80
1140	115,87	1140	75,74	1140	31,73
1200	110,25	1200	72,31	1200	31,71
1260	105,25	1260	68,08	1260	30,64
1320	100,09	1320	64,76	1320	30,60
1380	96,33	1380	61,33	1380	29,80
1440	92,52	1440	57,10	1440	29,73
1500	90,32	1500	53,78		
1560	87,13	1560	50,35		
1620	84,17	1620	47,12		
1680	81,88	1680	44,13		
1740	79,84	1740	41,21		
1800	77,39	1800	39,24		
1860	75,24	1860	37,92		
1920	73,25	1920	35,75		
1980	71,46	1980	33,43		
2040	68,54	2040	32,75		
2100	65,44	2100	31,65		
2160	62,24	2160	30,77		

2220	59,98	2220	30,46		
2280	56,99	2280	30,32		
2340	53,43	2340	30,24		
2400	50,94	2400	30,15		
2460	47,88				
2520	44,54				
2580	40,43				
2640	38,43				
2700	36,25				
2760	34,15				
2820	32,15				
2880	31,80				
2940	31,56				
3000	30,46				
3060	30,34				

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

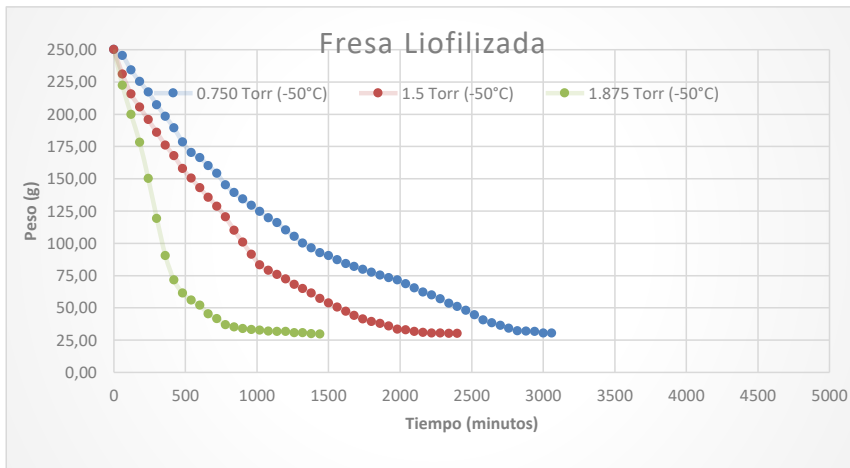


Figura N°2: Curva de secado de fresa liofilizada

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 4.- ANÁLISIS DE TEMPERATURAS EN LA FRUTA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Temperatura (°C)

Tratamiento	Muestra	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Deshidratación	<i>TDm</i>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
	<i>TDf</i>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Liofilización	<i>TLm</i>	-53	-51	-54	-51	-52
	<i>TLf</i>	-53	-50	-51	-50	-52

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 5.- ANÁLISIS DE TIEMPO EN LA FRUTA DESHIDRATADA Y LIOFILIZADA

Tiempo (minutos)						
Tratamiento	Muestra	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Deshidratación	<i>TDm</i>	270	290	275	280	270
	<i>TDf</i>	360	350	345	360	365
Liofilización	<i>TLm</i>	2280	2230	2280	2280	2280
	<i>TLf</i>	2280	2230	2245	2280	2270

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 6.- ANÁLISIS DE HUMEDAD (%) Y CENIZAS (%) EN MANZANA DESHIDRATADA

FÓRMULA HUMEDAD: $H\% = (100 - \%D)$
FÓRMULA CENIZAS: $C\% = (m1 - m/m2 - m) \times 100$

Manzana Deshidratada							
	Descripción	Muestra	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
TDm	Humedad (%)	<i>R1</i>	89,389	87,233	84,341	85,089	88,224
		<i>R2</i>	89,066	88,123	84,455	86,806	89,154
		<i>R3</i>	89,89	87,753	83,367	87,612	88,623
		<i>Humedad Final (%)</i>	10,55	12,30	15,95	13,50	11,33
	Cenizas (%)	<i>Cápsula peso (g)</i>	22,7564	23,9865	26,589	23,4531	24,8477
		<i>Muestra peso (g)</i>	1,0047	1,0015	1,0015	1,0027	1,003
		<i>Cápsula + Muestra</i>	23,7611	24,9880	27,5905	24,4558	25,8507
		<i>Cápsula más cenizas (g)</i>	22,7767	24,0053	26,6129	23,4759	24,8653

		<i>Cenizas Total (%)</i>	2,02	1,88	2,39	2,27	1,75
--	--	--------------------------	------	------	------	------	------

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 7.- ANÁLISIS DE HUMEDAD (%) Y CENIZAS (%) EN FRESA DESHIDRATADA

FÓRMULA HUMEDAD: $H\% = (100 - \%D)$
FÓRMULA CENIZAS: $C\% = (m1 - m/m2 - m) \times 100$

Fresa Deshidratada							
	Descripción	Muestra	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tdf	Humedad (%)	R1	85,76	84,343	84,33	85,5	85,134
		R2	85,234	85	85,054	84,132	84,036
		R3	84,495	84,323	86,019	86,674	85,1
		<i>Humedad Final (%)</i>	14,84	15,44	14,87	14,56	15,24
	Cenizas (%)	<i>Cápsula peso (g)</i>	36,8201	37,5741	41,4822	24,8491	23,4561
		<i>Muestra peso (g)</i>	1,0049	1,0115	1,0005	1,0044	1,0025
		<i>Cápsula + Muestra</i>	37,8250	38,5856	42,4827	25,8535	24,4586
		<i>Cápsula más cenizas (g)</i>	36,8541	37,6125	41,5177	24,8862	23,4914
		<i>Cenizas Total (%)</i>	3,38	3,80	3,55	3,69	3,52

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 8.- ANÁLISIS DE HUMEDAD (%) Y CENIZAS (%) EN MANZANA LIOFILIZADA

FÓRMULA HUMEDAD: $H\% = (100 - \%D)$
FÓRMULA CENIZAS: $C\% = (m1 - m/m2 - m) \times 100$

Manzana Liofilizada							
	Descripción	Muestra	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tlm	Humedad (%)	R1	89,798	89,321	87,068	88,238	87,212
		R2	88,235	86,31	89,6	87,121	88,232
		R3	89,4	89	89,132	87,234	89,242
		Humedad Final (%)	10,86	11,71	11,40	12,47	11,77
	Cenizas (%)	Cápsula peso (g)	36,9231	37,2323	41,4723	24,7234	23,3131
		Muestra peso (g)	1,0017	1,0006	1,0024	1,0014	1,0001
		Cápsula + Muestra	37,9248	38,2329	42,4747	25,7248	24,3132
		Cápsula más cenizas (g)	36,9436	37,2527	41,4913	24,7437	23,3332
		Cenizas Total (%)	2,05	2,04	1,90	2,03	2,01

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

TABLA 9.- ANÁLISIS DE HUMEDAD (%) Y CENIZAS (%) EN FRESA LIOFILIZADA

FÓRMULA HUMEDAD: $H\% = (100 - \%D)$
FÓRMULA CENIZAS: $C\% = (m1 - m/m2 - m) \times 100$

Fresa Liofilizada							
	Descripción	Muestra	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Tlm	Humedad (%)	R1	87,63	86,539	87,122	88,121	87,742
		R2	87,372	86,839	86,132	87,233	89,6
		R3	86,388	87,673	87,412	86,323	86,78
		Humedad Final (%)	12,87	12,98	13,11	12,77	11,96
	Cenizas (%)	Cápsula peso (g)	23,9865	26,589	22,7564	24,8477	23,4531

	<i>Muestra peso (g)</i>	1,0004	1,0012	1,0012	1,0034	1,0023
	<i>Cápsula +Muestra</i>	24,9869	27,5902	23,7576	25,8511	24,4554
	<i>Cápsula más cenizas (g)</i>	24,0077	26,6084	22,7783	24,8694	23,4734
	<i>Cenizas Total (%)</i>	2,12	1,94	2,19	2,16	2,03

Muestras expresadas en base seca*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Cristian Antoni Neppas Caza

Dirigido por: B.Q. Alicia Zavala

ANEXO N: DATOS MICROBIOLÓGICOS

HOJA DE RESULTADO DE ANALISIS

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PARÁMETROS	MICROBIOLÓGICOS
CÓDIGO	TD (deshidratada), TL (líoofilizada)
MUESTRA	Manzana y Fresa (líoofilizada Y deshidratada)
NOMBRE DE LA MUESTRA	Deshidratación y líoofilización
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS EN EL LABORATORIO	24/04/2022 10/08/2022
ANÁLISIS SOLICITADO	<i>Deshidratación de la fresa y manzana, Escherichia coli, Salmonella</i>

2. Procedimiento

- **Deshidratación de las muestras y toma de variables de proceso**

Se deshidrataron las muestras de manzana y fresa, en las que se establecieron curvas de secado, y toma de energía, y siembra de microorganismos

- **Traslado de muestras**

En el caso de las muestras líoofilizadas se, trasladaron del laboratorio de Bromatología

3. RESULTADOS

Tabla 1: Resultado de las Curvas de Secado a diferentes temperaturas de la manzana deshidratada

60°C		55°C		50°C	
Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)
0	250,00	0	250,034	0	250,034
60	131,775	60	126,402	60	123,402
120	66,146	120	61,571	120	57,571
180	44,909	180	42,967	180	39,967
240	41,38	240	39,768	240	36,768

270	40,888	270	39,152	270	36,152
300	40,611	300	37,768	300	35,768
330	40,42	330	37,643	330	35,643
360	40,281	360	37,529	360	35,529
375	40,223	375	37,477	375	35,477
390	40,163	390	37,429	390	35,429
405	40,153	405	37,375	405	35,375
420	40,161	420	37,329	420	35,329

Realizado por: Neppas Cristian
Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP
Tello

Fuente:
Dirigido por: Ing. Luis

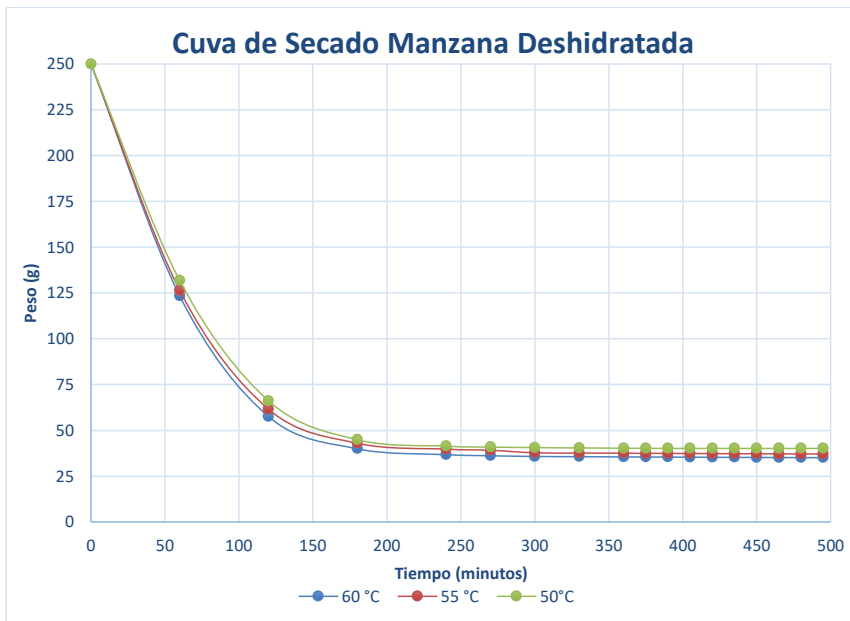


Tabla 2: Resultado de las Curvas de Secado a diferentes temperaturas de la Fresa deshidratada

60°C		55°C		50°C	
Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)	Tiempo (min)	PESO(g)
0	250,00	0	250,00	0	250,00
60	131,279	60	138,676	60	141,676
120	61,821	120	65,576	120	68,576
180	37,623	180	39,009	180	40,009
240	33,403	240	35,018	240	36,018
270	32,8	270	34,309	270	35,309
300	32,525	300	34,297	300	35,297
330	32,356	330	34,291	330	35,291
360	31,293	360	34,287	360	35,287
375	31,208	375	34,283	375	35,283

390	31,108	390	34,277	390	35,277
405	31,008	405	34,273	405	35,273
420	30,998	420	34,272	420	35,272

Realizado por: Neppas Cristian
Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP
Tello

Fuente:
Dirigido por: Ing. Luis

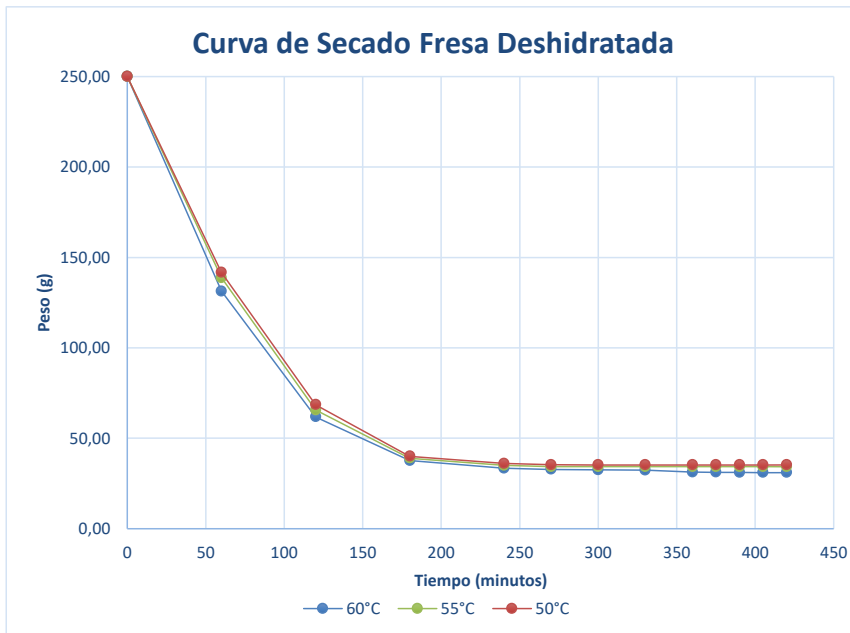


Tabla 3: Energía tomada por parte de la deshidratación de la manzana y fresa

MANZANA			FRESA		
		Energía			Energía
1-2 hora	KWH	0,67	1-2 hora	KWH	0,6
	Kvarin	0,58		Kvarin	0,56
	Kvarch	0,00		Kvarch	0,00
3-4 horas	KWH	0,59	3-4 horas	KWH	0,51
	Kvarin	0,58		Kvarin	0,48
	Kvarch	0,00		Kvarch	0,00
4-5 horas	KWH	0,59	4-5 horas	KWH	0,51
	Kvarin	0,58		Kvarin	0,48
	Kvarch	0,00		Kvarch	0,00
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
Energía Total (kW)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64

Manzana					
Energía Total (kW)					
Fresa	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06

Realizado por: Neppas Cristian
Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP
Tello

Fuente:
Dirigido por: Ing. Luis

FÓRMULA

$$\frac{UFC}{g} = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias por placa} \times \text{factor de dilución}}{\text{ml de muestra sembrada}}$$

Tabla 4: Resultados de *E. Coli* en la deshidratación de la manzana y fresa

TD (Deshidratación)	MUESTRAS (REPETICION 1)				
	Repetición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
MUESTRAS (REPETICION 2)					
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Realizado por: Neppas Cristian
Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP
Tello

Fuente:
Dirigido por: Ing. Luis

Tabla 5: Resultados de *Salmonella* en la deshidratación de la manzana y fresa

TD (Deshidratación)	MUESTRAS (REPETICION 1)				
	Repetición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
MUESTRAS (REPETICION 2)					
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Realizado por: Neppas Cristian
Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP
Tello

Fuente:
Dirigido por: Ing. Luis

Tabla 6: Resultados de *E. Coli* en la Liofilización de la manzana y fresa

TL (Liofilización)	MUESTRAS (REPETICION 1)

	Repetición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
MUESTRAS (REPETICION 2)					
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Realizado por: Neppas Cristian
Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP
Tello

Fuente:
Dirigido por: Ing. Luis

Tabla 7: Resultados de *Salmonella* en la Liofilización de la manzana y fresa

TD (Deshidratación)	MUESTRAS (REPETICION 1)				
	Repetición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
MUESTRAS (REPETICION 2)					
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Realizado por: Neppas Cristian
Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP
Tello

Fuente:
Dirigido por: Ing. Luis

Tabla 8: Cuadro de resumen de los análisis microbiológicos

DESHIDRATACION	Repeticiones				
	Repetición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>
Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
LIOFILIZACION	Repeticiones				
	Repetición 1 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 2 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 3 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 4 <i>UFC. g⁻¹</i>	Repetición 5 <i>UFC. g⁻¹</i>

Manzana	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Fresa	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Realizado por: Neppas Cristian

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas FCP

Dirigido por: Ing. Luis Tello

ANEXO O: ANALISIS DE LA DESHIDRATACIÓN Y LIOFILIZACIÓN DE LA MANZANA Y FRESA

Tabla 34-4: Análisis de la deshidratación y liofilización de la manzana y fresa

Materia Prima	Cantidad	Manzana		Fresa	
		Deshidratada	Liofilizada	Deshidratada	Liofilizada
	gramos				
Frutas	250	0,38	0,38	0,25	0,25
Envases		0,08	0,08	0,08	0,08
Energía		0,06	0,58	0,10	0,29
Total, egresos		0,51	1,038	0,43	0,62
Cantidad obtenida, g		34,71	34,71	34,71	34,71
Costos de producción, dólar /g		0,51	1,04	0,43	0,62
Precio de venta por g		0,017	0,017	0,017	0,017
Total, ingreso		0,59	0,59	0,59	0,59
Beneficio costo		1,15	0,57	1,38	0,95

Realizado por: Neppas, Cristian, 2022

CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA