



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“DISEÑO DE UN PROCESO AGROINDUSTRIAL PARA LA
OBTENCIÓN DE SOPAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE
BRÓCOLI”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR:

CRISTIAN VLADIMIR QUISHPE GUANOTUÑA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“DISEÑO DE UN PROCESO AGROINDUSTRIAL PARA LA
OBTENCIÓN DE SOPAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE
BRÓCOLI”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: CRISTIAN VLADIMIR QUISHPE GUANOTUÑA

DIRECTOR: Ing. CRISTIAN GERMAN SANTIANA ESPIN McS.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Cristian Vladimir Quishpe Guanotuña

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

Yo, CRISTIAN VLADIMIR QUISHPE GUANOTUÑA, declaro que el presente Trabajo de Titulación 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 Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de febrero de 2023



Cristian Vladimir Quishpe Guanotuña
050379269-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Trabajo Experimental “**DISEÑO DE UN PROCESO AGROINDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE SOPAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE BRÓCOLI**”, realizado por el señor: **CRISTIAN VLADIMIR QUISHPE GUANOTUÑA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dra. Marina Leonor Bonilla Lucero PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-02-24
Ing. Cristian German Santiana Espin DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-24
Ing. Luis Fernando Arboleda Álvarez MIEMBRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-24

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con toda mi humildad a mis padres Gonzalo Quishpe y Carmen Guanotuña. Gracias por su apoyo incondicional paciencia y amor durante todo este tiempo. Su constante motivación y aliento me han llevado a alcanzar este logro significativo en mi vida académica. Sin su ayuda y orientación, este trabajo no hubiera sido posible. Les agradezco con todo mi corazón espero que esta tesis les haga sentir orgullosos como le estoy yo. A mis amigos Mesías Rojas, Josué Rojas y Andrés Rojas, gracias por estar a mi lado en las buenas y en las malas y por ser mi fuente de motivación. A mis hermanos, Mélida, Everton, Cinthya, Joseph y Lourdes, gracias por ser parte de mi historia y por ayudarme a llegar hasta aquí. A mis profesores y mentores, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo, y por ayudarme crecer como profesional y como persona.

Cristian

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis profesores y mentores por brindarme su apoyo y sabiduría durante todo el proceso de investigación y redacción de esta tesis. Sus valiosos consejos y comentarios me guiaron y motivaron todo el momento. También quiero agradecer a mis familias y amigos por su apoyo incondicional y por ser mi fuente de inspiración. Sus palabras de aliento y animo me impulsaron a seguir adelante y no a desfallecer. Además, quisiera agradecer a todas las personas que participaron en mi investigación, ya sea proporcionando información, o brindando su experiencia en el campo de estudio. Sus contribuciones fueron esenciales para el éxito de este trabajo. Por último, quiero agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde realice este trabajo de investigación por proporcionarme los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo este proyecto.

Cristian

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY / ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	6
2.1 Proceso.....	6
2.1.1 <i>Proceso Agroindustrial.....</i>	<i>6</i>
2.1.2 <i>Clasificación de los procesos industriales.....</i>	<i>7</i>
2.1.3 <i>Clasificación de los procesos industriales según forma de trabajo.....</i>	<i>8</i>
2.1.3.1 <i>Procesos continuos.....</i>	<i>8</i>
2.1.3.2 <i>Procesos discontinuos.....</i>	<i>8</i>
2.1.3.3 <i>Procesos por lotes.....</i>	<i>8</i>
2.1.4 <i>Clasificación de los procesos industriales según la materia.....</i>	<i>9</i>
2.1.4.1 <i>Procesos físicos.....</i>	<i>9</i>
2.1.4.2 <i>Procesos químicos.....</i>	<i>9</i>
2.1.4.3 <i>Procesos biológicos.....</i>	<i>9</i>
2.1.5 <i>Clasificación de los procesos industriales según la tecnología.....</i>	<i>9</i>
2.1.5.1 <i>Procesos manuales.....</i>	<i>9</i>

2.1.5.2	<i>Procesos mecanizados</i>	10
2.1.5.3	<i>Procesos automatizados</i>	10
2.1.6	<i>Clasificación de los procesos industriales según la economía</i>	10
2.1.6.1	<i>Procesos de sector primario</i>	10
2.1.6.2	<i>Procesos de sector secundario</i>	11
2.1.6.3	<i>Procesos de sector terciario</i>	11
2.1.7	<i>Actividades que realizan en procesos industriales</i>	11
2.1.8	<i>Aplicación de la técnicas y actividades según el sector</i>	12
2.2	Diagrama de procesos	13
2.2.1	<i>Clasificación de los diagramas de procesos</i>	13
2.2.1.1	<i>Diagrama de bloques</i>	13
2.2.1.2	<i>Diagrama de PFD</i>	13
2.2.1.3	<i>Diagrama P&ID</i>	14
2.2.1.4	<i>Diagrama de Operaciones</i>	14
2.2.1.5	<i>Diagrama de Flujo Condicionante</i>	14
2.3	Materia Prima: El brócoli	14
2.3.1	<i>Características de brócoli</i>	15
2.3.2	<i>Taxonomía</i>	15
2.3.3	<i>Botánica general del brócoli</i>	16
2.3.4	<i>Propiedades nutricionales del brócoli</i>	16
2.4	Polvo de brócoli	17
2.5	Sopas deshidratada o instantánea	17
2.5.1	<i>Tipos y características de sopas deshidratada o instantánea</i>	17
2.5.1.1	<i>Según la NTE INEN 2602: 2012</i>	17
2.5.1.2	<i>Según la forma de presentación</i>	18
2.5.1.3	<i>Según conocidas en los mercados</i>	18
2.5.1.4	<i>Según por su densidad</i>	19
2.5.2	<i>Ingredientes y especificaciones</i>	19
2.5.2.1	<i>Ácido cítrico</i>	19
2.5.2.2	<i>Almidón de maíz</i>	19
2.5.2.3	<i>Harina de trigo</i>	19
2.5.2.4	<i>Inosinato Disódico y Glutamato monosódico</i>	20
2.5.2.5	<i>Grasa vegetal</i>	20
2.5.2.6	<i>Leche descremada en polvo</i>	20
2.5.2.7	<i>Cebolla, Perejil, Azúcar y Sal</i>	20
2.5.3	<i>Proceso de elaboración</i>	20

2.6	Importancia de agua en los alimentos	20
2.7	Técnicas de eliminación de agua en productos agroalimentarios	21
2.7.1	<i>Prensado</i>	21
2.7.2	<i>Centrifugación</i>	21
2.7.3	<i>Evaporación superficial</i>	21
2.7.4	<i>Ósmosis</i>	21
2.7.5	<i>Liofilización</i>	22
2.7.6	<i>Congelación</i>	22
2.7.7	<i>Absorción</i>	23
2.8	Proceso de deshidratación	23
2.9	Deshidratación	23
2.10	Deshidratación de alimentos	24
2.11	Importancia de deshidratación para la conservación de alimentos	24
2.12	Equipos utilizados en la deshidratación	25
2.12.1	<i>Secadores de bandejas o de armario</i>	25
2.12.2	<i>Liofilización</i>	26
2.12.2.1	<i>Etapas de liofilización</i>	26
2.12.3	<i>Adsorción</i>	29

CAPÍTULO III

3.	MACRRO METODOLÓGICO	30
3.1	Localización y duración del experimento	30
3.2	Unidades experimentales	30
3.3	Materiales, equipos e instalaciones	30
3.3.1	<i>Materia prima e insumos</i>	30
3.3.2	<i>Materiales de laboratorio</i>	31
3.3.3	<i>Equipos</i>	31
3.3.4	<i>Reactivos</i>	32
3.3.5	<i>Medios de cultivo</i>	32
3.3.6	<i>Instalaciones</i>	32
3.4	Tratamiento y diseño experimental	33
3.5	Metodología de evaluación	33
3.5.1	<i>Determinación de las variables de proceso</i>	33
3.5.2	<i>Determinación del pH</i>	34
3.5.3	<i>Determinación de acidez titulable</i>	34

3.5.4	<i>Determinación de humedad</i>	35
3.5.5	<i>Determinación de grasa (método de soxhlet)</i>	35
3.5.6	<i>Determinación de fibra cruda (método de weende)</i>	36
3.5.7	<i>Determinación de cenizas</i>	36
3.5.8	<i>Determinación de proteína (método de micro Kjeldahl)</i>	37
3.5.9	<i>Extracto libre no nitrogenado (ELnN) método por calculo</i>	38
3.5.10	<i>Análisis microbiológico de la sopa instantánea para la aceptación.</i>	38
3.5.11	<i>Calidad organoléptica de producto</i>	40
3.6	Mediciones experimentales	41
3.6.1	<i>Características del proceso de deshidratación del brócoli</i>	41
3.6.2	<i>Características fisicoquímicas de las sopas deshidratadas</i>	41
3.6.3	<i>Presencia microbiológica</i>	42
3.6.4	<i>Evaluación sensorial</i>	42
3.7	Análisis estadístico y pruebas de significancia	42
3.8	Procedimiento experimental	43
3.8.1	<i>Adquisición y preparación de la materia prima</i>	43
3.8.2	<i>Fase de deshidratación de brócoli</i>	43

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
4.1	Tiempo y peso requerido para la deshidratación de brócoli	46
4.1.1	<i>Temperatura</i>	46
4.1.2	<i>Tiempo</i>	46
4.1.3	<i>Peso y rendimiento</i>	47
4.2	Características fisicoquímicas de sopas deshidratadas de brócoli mediante dos métodos	47
4.2.1	<i>Humedad</i>	48
4.2.2	<i>Grasa</i>	49
4.2.3	<i>Fibra</i>	49
4.2.4	<i>Cenizas</i>	50
4.2.5	<i>Proteína</i>	51
4.2.6	<i>pH</i>	52
4.2.7	<i>Acidez</i>	53
4.2.8	<i>Extracto libre no nitrogenado</i>	54
4.3	Análisis microbiológico de sopas deshidratada a partir de brócoli	54

4.3.1	<i>Mohos y levaduras</i>	55
4.3.2	<i>Staphylococcus, aureus</i>	55
4.3.3	<i>Coliformes totales</i>	55
4.3.4	<i>Aerobios mesófilos</i>	56
4.3.5	<i>Salmonella y E. coli</i>	56
4.4	Evaluación sensorial de sopas deshidratadas de brócoli	56
4.4.1	<i>Color</i>	57
4.4.2	<i>Sabor</i>	57
4.4.3	<i>Olor</i>	57
4.4.4	<i>Textura</i>	58
4.5	Diseño de un proceso de agroindustrial con la utilización del software de simulación FlexSim, para la obtención de sopas deshidratadas o instantáneas	58
4.5.1	<i>Desempeño de los Equipos</i>	59
4.5.2	<i>Optimización de recursos</i>	60
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Actividades que realizan en procesos industriales.	11
Tabla 2-2:	Botánica Sistemática (brócoli)	15
Tabla 3-2:	Composición Nutricional de brócoli	16
Tabla 4-2:	Tipos de secadores empleados para alimentos líquidos y solidos	29
Tabla 1-3:	Esquema de experimento.....	33
Tabla 2-3:	Formulación para sopas deshidratadas	45
Tabla 3-3:	Parámetros e indicadores de análisis sensorial	41
Tabla 1-4:	Tiempo y peso requerido para la deshidratación de brócoli mediante dos métodos.	46
Tabla 2-4:	Características fisicoquímicas de las sopas deshidratadas de brócoli mediante dos métodos.	48
Tabla 3-4:	Análisis microbiológico de sopas deshidratadas de brócoli con diferentes métodos de deshidratación.	55
Tabla 4-4:	Valoración organoléptica de sopa deshidratara a partir de brócoli.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-2:	Clasificación de los procesos industriales	7
Ilustración 1-4:	Contenido de humedad de la sopa deshidratada con diferentes métodos de deshidratación	48
Ilustración 2-4:	Contenido de grasa de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación	49
Ilustración 3-4:	Contenido de fibra de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación	50
Ilustración 4-4:	Contenido de cenizas de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación	51
Ilustración 5-4:	Contenido de proteína de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación	52
Ilustración 6-4:	Contenido de proteína de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación	53
Ilustración 7-4:	Acidez de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación....	53
Ilustración 8-4:	Contenido de extracto libre no nitrogenado.....	54
Ilustración 9-4:	Desempeño de Equipo durante la simulación.....	59
Ilustración 10-4:	Desempeño de los operadores en proceso de producción.	60

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TIEMPOS Y PESOS OBTENIDO EN EL EQUIPO DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.
- ANEXO B:** TIEMPOS Y PESOS OBTENIDOS EN EL LIOFILIZADOR.
- ANEXO C:** VARIABLES DETERMINADAS CON LA UTILIZACIÓN DESHIDRATADOR.
- ANEXO D:** CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE BRÓCOLI A 60°C DURANTE 1050 MINUTOS
- ANEXO E:** CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE BRÓCOLI A 65°C DURANTE 820 MINUTOS
- ANEXO F:** CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE BRÓCOLI A 70°C DURANTE 460 MINUTOS
- ANEXO G:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO H:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE GRASA DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO I:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FIBRA DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO J:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CENIZAS DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO K:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FIBRA DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO L:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PH DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO M:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ACIDEZ DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO N:** RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS SOPAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE BRÓCOLI
- ANEXO O:** RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS SOPAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE BRÓCOLI MEDIANTE PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS
- ANEXO P:** DIAGRAMA DE BLOQUES
- ANEXO Q:** BALANCE DE MATERIA
- ANEXO R:** DIAGRAMA FLUJO DE PROCESO (PFD)

- ANEXO S:** CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS
- ANEXO T:** DIAGRAMA DE P&ID
- ANEXO U:** CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS
- ANEXO V:** DIAGRAMA DE OPERACIONES
- ANEXO W:** FLUJOGRAMA DE PROCESOS
- ANEXO X:** FLUJOGRAMA FÍSICO DE PROCESOS
- ANEXO Y:** DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA
- ANEXO Z:** SIMULACIÓN DEL PROCESO
- ANEXO AA:** OPTIMIZACIÓN DE UNIDADES DE PROCESO
- ANEXO BB:** PROCESO DE ELABORACIÓN DE SOPAS DESHIDRATADAS

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo el diseño de un proceso agroindustrial para la obtención de sopas deshidratadas a partir de brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*), para esto se aplicaron 10 unidades experimentales distribuidos en dos tratamientos que corresponde (secador de bandejas y liofilización) siendo tamaño de cada unidad experimental 1000g en forma de rodajas con 5 repeticiones a temperaturas de 60, 65 y 70 grados centígrados en secador de bandejas y -15 grados centígrados para liofilización obteniendo brócoli deshidratado, utilizando la prueba t'Student, que permite comparar las medias de dos grupos, siendo el mejor método el secador de bandejas para deshidratar brócoli, estableciendo parámetros como temperatura, tiempo y rendimiento, obteniéndose que al utilizar secador de bandejas se requiere un menor tiempo de 1056 minutos con temperatura de 60 grados centígrado, obteniendo un rendimiento de 11% mientras que en la liofilización 4298 minutos a -15 grado centígrado, con un rendimiento de 11,20%. El polvo obtenido de brócoli deshidratado y liofilizado se elaboró la sopa deshidratada añadiendo con diferentes ingrediente e insumos alimentarios realizando análisis bromatológicos presentado promedio de tanto en grasa 2,3 %, proteína 10,6 % y 63,24 % de extracto libre no nitrogenado. Con respecto en análisis microbiológico están por debajo de la norma INEN 2602:2011. Presentando una valoración sensorial de me gusta. mediante la utilización de diagrama como el de bloques, diagrama de flujos de proceso, diagrama P&ID, diagrama de físico y diagrama de operación se logró el diseño del proceso agroindustrial para una capacidad de producción de 500 Kg al día de sopa deshidrata de brócoli. finalmente se verificó que ambos métodos fueron aptos para el secado del brócoli. Se recomienda realizar la deshidratación por secador de bandejas es la mejor en cuanto a costo y tiempo para la elaboración de sopas deshidratadas.

Palabras clave: < BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. italica*)>, <DESHIDRATADOR DE BANDEJAS>, <LIOFILIZADOR>, <SOPAS DESHIDRATADAS>, < FLEXSIM>.



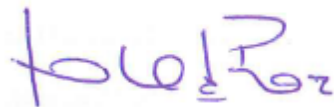
0502-UPT-DBRA-2023

ABSTRACT

The objective of this research was to design an agroindustrial process to obtain dehydrated soups from broccoli (*Brassica oleracea var*). For this purpose, 10 experimental units distributed in two corresponding treatments (tray dryer and freeze-drying) were applied, being the size of each experimental unit 1000g in the form of slices with 5 repetitions at temperatures of 60, 65 and 70 degrees Celsius in the tray dryer and -15 degrees Celsius for freeze-drying, obtaining dehydrated broccoli, using the T'student test, which allows comparing the means of two groups. The best method was the tray dryer to dehydrate broccoli establishing parameters such as temperature, time and yield. When using the tray dryer, a shorter time of 1056 minutes with a temperature of 60 degrees Celsius was required and a yield of 11% was obtained, while in freeze-drying, 4298 minutes at -15 degrees Celsius with a yield of 11.20% was obtained. With the powder obtained from dehydrated and freeze-dried broccoli, the dehydrated soup was prepared by adding different ingredients and food inputs. The bromatological analysis showed an average of 2.3% fat, 10.6% protein and 63.24% of free non-nitrogenous extract. With respect to microbiological analysis, they are below the INEN 2602:2011 standard, presenting a sensory evaluation of "I like it". By using diagrams such as block diagrams, process flow diagrams, P&ID diagrams, physical diagrams and operation diagrams, the agro-industrial process was designed for a production capacity of 500 kg per day of dehydrated broccoli soup. Finally, it was verified that both methods were suitable for broccoli drying. It is recommended that dehydration by tray dryer is the best in terms of cost and time for the production of dehydrated soups.

Keywords: <BROCOLI (*Brassica oleracea var*)>, <TRAY DEHYDRATER>, <LIOFILIZER>, <DEHYDRATED SOUPS>, <FLEXSIM>.

0502-UPT-DBRA-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

0602698904

INTRODUCCIÓN

Según (Gutiérrez, 2016: p. 1), describe que, en la dieta humana, las verduras juegan un papel muy importante por su excelente contenido en vitaminas, minerales y antioxidantes que tienen importantes funciones para la salud. Entre las verduras que se ofrecen está el brócoli, que es una gran alternativa a hora de elegir platos para nuestra mesa que, además de ser un alimento único, genera ingreso en Ecuador.

El consumo mundial per-capital de esta planta promedia los 105 kg, aunque en China el consumo ronda los 300 kg per cápita. Según las organizaciones Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la producción mundial de brócoli fue de 37.241,388 toneladas en 2018, de las cuales el 81% se concentra en tres países: China, India, México y Ecuador. A nivel nacional, Cotacachi produce cerca de 90% brócoli en todo el país, solo el 4,7% corresponde en Chimborazo y el 2,6% a Tungurahua, le sigue Imbabura, Pichincha, Azuay Cañar y Loja (INEC, 2019: p. 3).

Según (Aguilar, 2020: p. 16) menciona que los caldos y sopas son fáciles y rápidos de hacer y como bebidas calientes, son especialmente relajantes durante los meses más fríos del año. Por su saciedad y su bajo contenido calórico procedente de las grasas, son adecuadas para aquellas personas interesadas en perder peso. Por el contrario, su alto contenido en sodio los hace inadecuados para personas que necesitan limitar la sal en su dieta diaria.

Según (Torricelli, 2020: p. 10), Actualmente, las ventas globales en la categoría de sopas instantáneas han aumentado un 5,11%. El líder del mercado es Campbell's con un 15,3%. En América Latina, las ventas de esta categoría cayeron un 3,74%, con la marca Knorr a la cabeza.

Al nivel mundial la producción de sopas instantáneas oscila entre los 14 millones de toneladas, el consumo de sopas instantáneas ha incrementado significativamente cada año (Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación, 2017). En el 2016 se han registrado 22 empresas dedicadas a la elaboración de pastas y entre sus principales productos de comercialización son: spaghetti, tallarines, fettucine, coditos, macarrones. La concentración de empresas que elaboran estos productos se encuentra en las provincias de Pichincha y Guayas con 36%, Azuay 18%, Los Ríos 5%, Tungurahua 5% (Corporación Financiera Nacional, 2017: p. 9).

Según (Hipo, 2021: p. 1) menciona que el proceso de liofilización es una alternativa interesante como método de conservación de alimentos que permite prolongar la vida útil manteniendo las propiedades fisicoquímicas relacionadas con la calidad. Se trata de la eliminación del agua del

producto por sublimación del agua libre de la fase sólida, acompañada en la evaporación del agua no congelada restante.

Un secador de bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el que los sólidos, que pueden estar en forma de pastas o grumos, se colocan en grupos de bandejas, que pueden ser cuadradas o rectangulares con un tamaño de 10 a 100 mm de profundidad y de cualquier material adaptado a las condiciones corrosivas y de temperatura reinantes (Ruiz, 2016: p. 27).

Para deshidratar el brócoli se utilizó dos equipos, el secador de bandejas y liofilizar, con el fin de obtener el polvo, mediante dos métodos para la elaboración de las sopas deshidratadas. Para elaborar el producto se realizó las formulaciones de ingredientes e insumos alimentarios. Se procedió sus respectivas análisis físico químico, microbiológicas y la aceptación del producto (evaluación sensorial)

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La deshidratación, es uno de los métodos de conservación de los alimentos más utilizadas a lo largo de la historia. En la antigüedad, los alimentos como frutas, cereales, verduras, carnes y pescado se secaban mediante al sol y también probaban en los días lluviosas (Ohaco y De Michelis, 2014: p. 1). El secado consiste eliminar un cierto porcentaje de agua que contiene los alimentos, alarga vida útil de producto terminado, conserva propiedades nutricionales del alimento.

Según (Japa, 2022: p. 17), menciona que la conservación de los alimentos por secado tuvo lugar en el periodo Neolítico (6000-3000 a.C), cuando los pueblos nómadas llevaban un estilo de vida sedentario, dedicados principalmente a la ganadería y la agricultura. De igual manera, el método de secado al sol ha sido descubierto empíricamente por pueblos de Mediterráneo y Asia, así como por comunidades indígenas de las Américas, para conservar alimentos como carne, pescado, frutas, y hortalizas, de igual manera, se menciona a los pueblos indígenas de las Américas como los primeros en secar papas debido al clima frío de los Andes. Incluso en Edad de Piedra, los británicos secaban mediante la exposición del fuego.

En 1851, en una exposición en Londres, se presentaron muestras de leche en polvo, obtenida por eliminación del agua mediante calentamiento suave. En los años 1878-1882, se registraron patentes para secadores de radiación y de vacío. Sin embargo, en 1901 apareció el secador de vapor a gas, que se consideró un logro importante (Japa, 2022: p. 18).

Hoy en día existe varias alternativas para deshidratar alimentos, también varios equipos como secador de bandejas y liofilizador. Su elección depende de la naturaleza del alimento y de las características del producto que desea obtener.

La sopa deshidratada o instantánea es desarrollo más antiguo se remonta al siglo XIX, cuando la investigación de Justus Liebig comenzó probando extractos de carne, así empezó con el empresario Jullius Maggi, quien fundo la empresa que lleva su nombre. Al mismo tiempo que se desarrollaba Erbswurst (sopa de frijoles instantánea). Las investigaciones relativas a estas

sopas se centraban en la posibilidad de conservar durante periodos largos de tiempo algunos alimentos para que fueran fácilmente preparados en tiempos de guerra (Villarroel, 2012: p. 2).

1.2 Planteamiento del problema

El desconocimiento sobre las fuentes de nutrientes de brócoli impide el desarrollo y logro de buenos rendimientos y calidad. El Brócoli es una hortaliza que aporta alto contenido de fibra, cenizas y menor cantidad en proteína; además contribuye con minerales esenciales como calcio, hierro, zinc, fósforo. Desde la cosecha hasta el consumo, los productos hortícolas pueden perder en calidad tanto en cantidad, según ... (Guzmán y Meythaler, 2007: p. 12) menciona dependiendo de producto, estas pérdidas postcosecha de hortalizas y frutas estiman entre un 5% y un 25% en países desarrollados y entre un 20% y un 50% en países menos desarrollados.

Debido este problema se busca alternativa para la obtención de polvo natural, se pretende mejorar la importancia de hortalizas que posee en el Ecuador, aprovechando sus propiedades nutricionales que contiene y obteniendo nuevos productos para la industria alimentaria como la sopa deshidratada, al mismo tiempo aprovechamos muchos vegetales que son desperdiciados.

1.3 Justificación

Según (Delgado, 2020: p. 11), demuestran que el brócoli es una verdura rica en fibras, cenizas y menor cantidad en proteínas. Por lo tanto, el polvo de brócoli tiene las mismas propiedades nutricionales que puede mejorar la pasta, convirtiéndolo en un alimento ideal para los niños como para adultos.

Ecuador es uno de los mayores exportadores de brócoli, pero hay muchos desperdicios o subproductos (hojas y tallos), se pueden utilizar para la elaboración de fertilizantes orgánicos y la innovación de productos de alto valor nutricional (sopas deshidratadas); es por eso que se plantea procesar el brócoli para la obtención de sopa deshidratada como alternativa saludable para el consumo, de esta manera podemos mejorar la matriz productiva (Gutiérrez, 2016: p. 3).

Por este motivo tomo la necesidad de seleccionar esta hortaliza, es aprovechar sus propiedades nutricionales para obtener polvo con buenas propiedades funcionales y dar uso en otros productos atractivos como por ejemplo utilizar este polvo de brócoli para preparar sopas instantáneas y así satisfacer el hambre. Estas sopas en polvo o instantánea son las más representativas del mercado

ya que son alimentos instantáneos que solo se elaboran con el agregado de agua y un tiempo de preparación corto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un proceso agroindustrial para la obtención de sopas deshidratadas a partir de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*)

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar los métodos de secado (deshidratación y liofilización) para la obtención de sopas deshidratadas
- Determinar las características bromatológicas, microbiológicas y sensoriales de la sopa deshidratada de brócoli obtenida mediante dos métodos de secado.
- Diseñar un proceso industrial para la obtención de sopas deshidratadas de brócoli

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 Proceso

2.1.1 *Proceso Agroindustrial*

Según (Silva, 2013: p. 12), menciona que el proceso agroindustrial se define aquí como un subconjunto del sector manufacturero que procesa materias primas y productos intermedios para la Agricultura, la silvicultura, y la pesca. Así, el sector Agroindustrial incluye productores de alimentos, bebidas, tabacos, textiles (prendas de vestir), mueble (productos de madera), productos de papel y caucho.

Según (Azúcar, 2016: p. 4), menciona que proceso industrial es la unidad de transformación o sistema estructural que transforma una materia prima en un producto deseado se denomina proceso. Esta unidad o sistema estructural consta de módulos (equipos u operaciones unitarias) encargados de realizar una tarea específica (separación, calentamiento, reacción química, etc.). Los equipos están conectados entre sí por un flujo que los conecta para realizar las tareas asignadas lo mejor posible.

Según (Azúcar, 2016: p. 5), menciona que es un conjunto de operaciones requeridas para cambiar las propiedades de una materia prima. Las propiedades pueden tener características muy diferentes como forma, densidad, resistencia, tamaño o estética.

De acuerdo los conceptos mencionados por los autores el proceso Agroindustrial es una herramienta muy importante para la transformación de materias primas a diferentes productos.

2.1.2 Clasificación de los procesos industriales

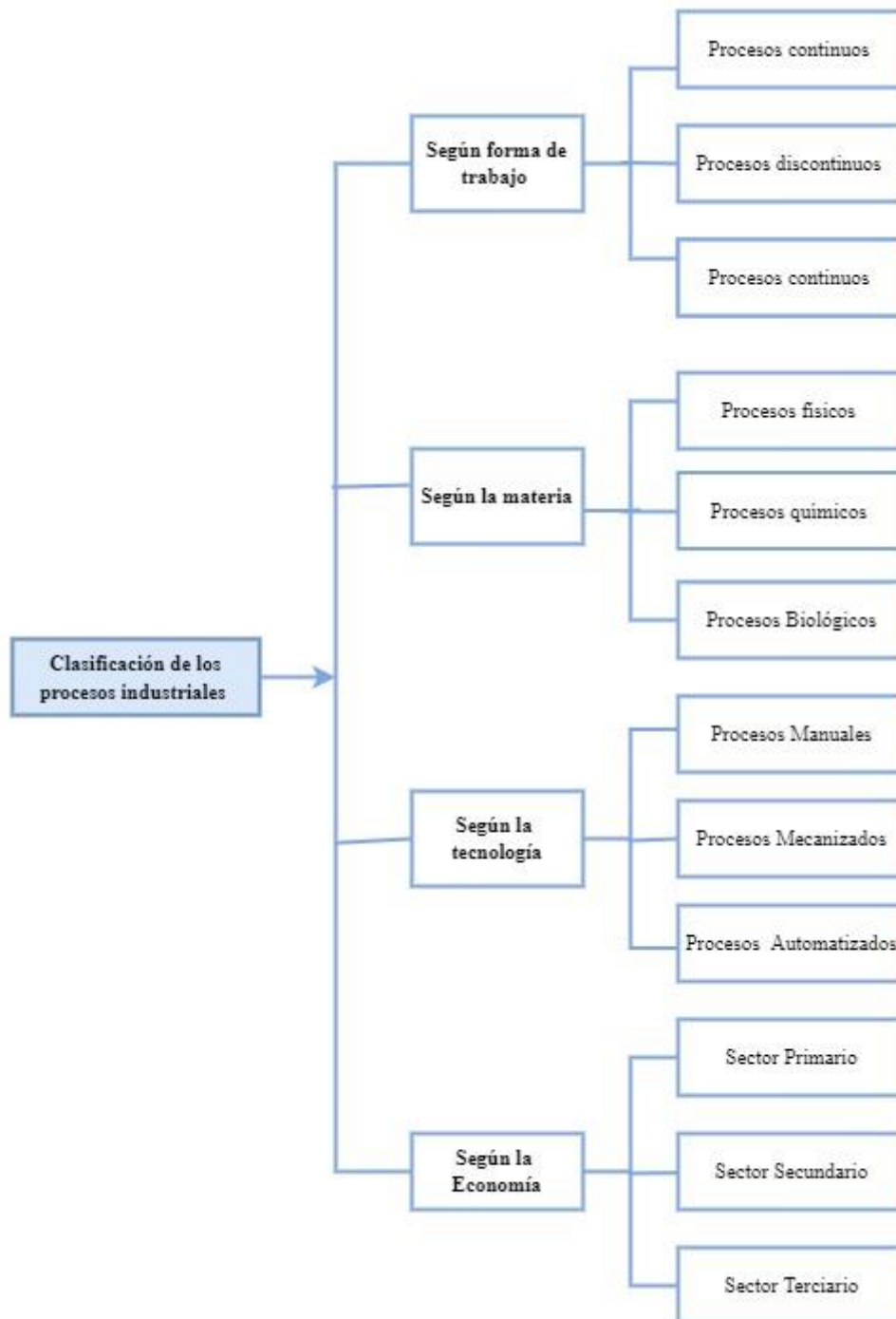


Ilustración 1-2 Clasificación de los procesos industriales
Fuente: (Azúcar, 2016)

2.1.3 Clasificación de los procesos industriales según forma de trabajo

2.1.3.1 Procesos continuos

Son aquellas en las fases de carga, cambio y descarga se realizan simultáneamente. Dependiendo del tipo de conversión y de la materia prima a procesar, la limpieza del equipo se realiza cada cierto tiempo (Dávila, 2010: p. 2).

- Se excluye la carga y descarga
- Permiten operaciones automatizadas, reduciendo la mano de obra.
- La composición del producto es más homogénea
- Tiene una mejor utilización de calor

2.1.3.2 Procesos discontinuos

Son los mismos que las operaciones continuas, excepto que los productos se cambian con frecuencia. Esto incluye paradas y arranques frecuentes (Azúcar, 2016: p. 7).

- Proceso de producción de papel a partir de papel reciclado.
- Descarga de los productos.
- Limpieza del aparato.

2.1.3.3 Procesos por lotes

Se realiza siguiendo una secuencia específica. Las materias primas se mezclan y luego se procesan de una manera específica bajo condiciones operativas específicas como la temperatura, presión, densidad, viscosidad (Azúcar, 2016: p. 7).

- Fabricación de mayonesa
- Elaboración de productos cosméticos
- Producción de alimentos

2.1.4 Clasificación de los procesos industriales según la materia

2.1.4.1 Procesos físicos

La estructura de materia no se cambia corte, pulido pintura, estirado, siempre regresa a su estado inicial o se mantiene su composición (Azúcar, 2016: p. 8).

- Estiramiento de resorte
- Molienda de grano
- Cortes de frutas y vegetales
- Empacado vacío de algún producto

2.1.4.2 Procesos químicos

La estructura molecular de materia cambia, tanto en su composición y en su estructura (Azúcar, 2016: p. 8).

- Putrefacción de cuerpo humano
- Elaboración de mermelada a base de frutas
- Producción de alcohol a partir de fermentación

2.1.4.3 Procesos biológicos

La separación de contaminantes se lleva a cabo por oxidación biológica de sustancias orgánicas. El objetivo principal del tratamiento biológico es la separación de compuestos orgánicos biodegradables de los nutrientes (Guillén, 2012: p. 10).

- Lodos activos
- Fermentación láctica (yogurt)
- Fermentación acética (vinagre)

2.1.5 Clasificación de los procesos industriales según la tecnología

2.1.5.1 Procesos manuales

Los operarios aportan la energía para realizar el trabajo (Azúcar, 2016: p. 8).

- Talado de madera
- Almacenamiento de insumos alimentarios en las bodegas
- Elaboración de quesos artesanales

2.1.5.2 Procesos mecanizados

Operación manual con un torno realizado por un mecánico como los herramientas y maquinarias (Azucar, 2016: p. 8).

- Bomba de descargue de leche
- Prensas para el queso
- Fundas plásticas para envasado de alimentos
- Mezclador y agitador para la elaboración de productos lácteos (yogurt)

2.1.5.3 Procesos automatizados

Tecnología avanzada, sin intervención humana (Azúcar, 2016: p. 8).

- Envasadora de leche en fundas
- Tratamientos térmicos para esterilización de leche
- Empacadora de alimentos

2.1.6 Clasificación de los procesos industriales según la economía

2.1.6.1 Procesos de sector primario

Son las que producen materias primas agrícolas o alimentos que no requieren procesamiento para ser consumidos (Chasipanta y Soria, 2019: p. 24).

- Producción de frutas
- Producción verduras y hortaliza
- Acuicultura y pesca de camarón

2.1.6.2 *Procesos de sector secundario*

Son las que incluye empresas que trabajan con la transformación de materias primas y aquellos que fabrican maquinaria y equipo para ser utilizados en la producción (Chaspitana y Soria, 2019: p. 28).

- Elaboración de mermeladas
- Producción de textil
- Fermentación láctica (yogurt)

2.1.6.3 *Procesos de sector terciario*

Una empresa que no produce bienes, si no que solo presta servicios (Chaspitana y Soria, 2019: p. 31).
Suministro de electricidad y agua.

- Construcción.
- Servicio en las escuelas.
- Los servicios en centro de salud.
- Actividades servicio financiero.

2.1.7 *Actividades que realizan en procesos industriales.*

Según (Ortiz, 2009: p. 24), menciona que se puede considerar como cualquier actividad en un proceso de producción o un conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan que utilizan recursos para transformar insumos en productos.

Estas operaciones o actividades pueden ser mecánicas, químicas, de montaje, manipulación, contacto humano siguen un procedimiento. Un procedimiento es una forma específica de realizar una actividad. La salida de un sistema de producción se denomina producto (Ortiz, 2009: p. 24).

Tabla 1-2 **Actividades que realizan en procesos industriales.**

Actividades	Funciones
Operación	-Indica las etapas más importantes del proceso. Agregar, modificar, ensamblar. -Ocurre cuando una de las propiedades físicas o químicas de un objeto cambia. -Son aquellas actividades que normalmente agregan valor.
Inspección	-Un objeto es examinado para verificar la cantidad y calidad de la materia prima. -En esta fase en general no agrega ningún valor. -Se separa las materias primas que están en estado de putrefacción o golpeadas. -Registros de calidad y cantidad de materia primas.

Transporte	-Es transporte es cuando un objeto se mueve de un lugar a otro. -Traslado de un lugar otro según corresponda un objeto. -Cada vez que se mueve un formulario o documento, se produce un movimiento.
Demora	-Indica retraso de dos operaciones o error inmediata. -Se retrasa cuando las condiciones impiden la ejecución inmediata del siguiente paso planificado. -Un operario permanece en una actividad hasta que se inicie o se termine la actividad
Almacenamiento	-Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén -Ocurre cuando un objeto está protegido contra movimientos no autorizados. -Protección de los maratales o insumos antes de iniciar el proceso o una actividad. -Conservación de productos finales o procesados en lugar adecuado. -Registro de información para el destino de cada objeto o productos terminados.
Combinada	-Indica la actividad de operación e inspección simultáneamente. -Esta actividad sucede cuando la forma o documento entra al proceso y al mismo tiempo puede suceder una operación.

Fuente:(Álvarez, 2018)

Realizado por: Cristian Quishpe

2.1.8 Aplicación de la técnicas y actividades según el sector

Aplicación de tecnologías clave en la producción y procesamiento de obtención de sopa deshidratada a partir de polvo de brócoli son:

Recepción de materia prima (brócoli)

- Control de calidad
- Cortado (inflorescencia y tallos)
- Pesado de materia prima
- Lavado
- Secado
- Molienda
- Pesado de polvo
- Tamizado
- Empacado
- Almacenado
- Mezclado (insumos alimentarios)
- Almacenado

2.2 Diagrama de procesos

Según (Acevedo, 2022: p. 30), menciona que consiste en un esquema de flujo de la materia prima hasta llegar el producto terminado o su almacenamiento, es muy útil para el análisis, ya que, a través de gráfico, a través de los símbolos, paso a paso se revelan cada paso en el proceso de producción. (Martínez, 2022: p.10), Apoya a la toma de decisiones de la empresa mediante el conocimiento de la situación actual de los procesos y la toma de medidas correctivas que permita la disminución de desperdicios de recursos monetarios, materiales y tiempo.

2.2.1 Clasificación de los diagramas de procesos

2.2.1.1 Diagrama de bloques.

Según (Miranda, 2020: p. 35), menciona que es la representación gráfica más simple de un proceso industrial. El diagrama consta de una serie de bloques conectados por flechas, donde cada bloque representa una operación básica (maquina) o una fase completa del proceso y las flechas representan el flujo de materia.

- Las principales etapas u operaciones se muestran en bloques.
- Las líneas de flujo se representan por flechas que indican la dirección del flujo.
- El sentido de flujo, siempre que sea posible, se direcciona de izquierda a derecha.

2.2.1.2 Diagrama de PFD.

Según (Miranda, 2020: p. 37), menciona que los diagramas de flujo muestran todos los equipos necesarios para el proceso y su disposición, las conexiones de las corrientes, los caudales y la composición de esta, y las condiciones de operación.

A todos los equipos importantes se asigna un código de equipo y un nombre que lo identifique en el proceso.

- Representación de las corrientes principales, identificadas mediante un número, y de todas las corrientes o flujos auxiliares que afecten a los equipos principales.
- Intercambio de calor.
- Tabla del balance de materia.

2.2.1.3 *Diagrama P&ID*

Según (Miranda, 2020: p. 43), menciona que los diagramas de tuberías e instrumentación muestran los detalles técnicos del proceso, es decir, la disposición de los equipos de proceso, tuberías, bombas, instrumentos, válvulas y otros accesorios. El diagrama debe incluir:

Equipos: debe mostrar todos los equipos de proceso identificados por un código.

Tuberías: incluye todas las tuberías instaladas, marcada con número de línea, así como los puntos de limpieza y muestreo.

Instrumentación: es necesario identificar todos los elementos que permitan regular cualquier proceso: indicadores, registradores, controladores. El lazo de control principal debe estar marcado con un número de identificación.

Servicios auxiliares: los accesorios que forman parte del sistema de tuberías, tales como indicadores de nivel de línea, filtros y sopladoras de vapor, se identificara, mediante un número de identificación.

2.2.1.4 *Diagrama de Operaciones.*

Según (Villaverde, 2017: p. 37), nos dice que el diagrama de operaciones de procesos es una representación gráfica de los pasos tomados durante el procesamiento de un producto o servicio utilizando los símbolos operación, verificación y combinación de pasos.

2.2.1.5 *Diagrama de Flujo Condicionante.*

Según (Jerez, 2021: p. 16), menciona que las condiciones en el diagrama de flujo están representadas por rombos y las expresiones están escritas dentro de los rombos. Por convención, el lado derecho del rombo representa el caso cuando la expresión se evalúa como verdadera (V) y lado inferior o izquierda representa la acción cuando el resultado es falso (F).

2.3 **Materia Prima: El brócoli**

Según (Delgado, 2020: p. 10), menciona que el brócoli tiene un valor nutricional y medicinal ya que es rico en vitaminas, minerales, fibra, carbohidratos y recientemente se ha estudiado para la prevención del cáncer debido a su alto valor nutricional.

El nombre científico del brócoli es (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) pertenece a las familias crucíferas y es una verdura típica de clima templado adaptable a algunas zonas semidesérticas, el Mediterráneo oriental, Europa, América Latina, Asia y Estados Unidos. La parte comestible de esta verdura es la inflorescencia inmadura (Delgado, 2020: p. 11).

Según (Gutiérrez, 2016: p. 6), menciona que el brócoli es rico en compuestos de azufre que ayudan a prevenir el cáncer, ayuda a sintetizar una proteína llamada tioredoxin que protege las células del corazón y proporciona luteína, un importante carotenoide que protege la retina, ayuda a prevenir la degeneración macular.

2.3.1 Características de brócoli

Forma: es una planta parecida a la coliflor, aunque tiene menos hojas a su alrededor. Sus tallos son menos apretados y compactos y forman una cabeza irregular, abierta y desproporcionada (Gutiérrez, 2016: p. 6).

Peso y tamaño: un buen ejemplar puede producir brotes de hasta 20 cm de diámetro y unos 2 kg de peso (Gutiérrez, 2016: p. 6).

Sabor: sabor acre pronunciado, algo más suave que la coliflor (Gutiérrez, 2016: p. 6).

2.3.2 Taxonomía

Tabla 2-2 Botánica Sistemática (brócoli)

Botánica sistemática	
Taxonomía	Clasificación
Reino	Plantae
Familia	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brásica
Especie	Oleracea
Variedad	Itálica
Nombre científico	(<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)
Nombre común	Brócoli, brécoles

Fuente: (Delgado, 2020)

2.3.3 *Botánica general del brócoli*

Según (Delgado, 2020: p. 11), Las hojas son gruesas, ligeramente coriáceas, oblongas lisas, simples, alternas, pinadas y pecioladas su color va de gris-azul al verde. El sistema de raíces es poco profundo, con una raíz principalmente prominente que se ramifica y da lugar a muchas raíces fibrosas concentradas dentro de los 30 a 40 cm del suelo.

La inflorescencia es un racimo que se alarga rápidamente con muchas flores pequeñas que se forman en el extremo. La inflorescencia produce flores bisexuales en forma de cruz con cuatro pétalos amarillos o blancos, una espiga y seis estambres. La inflorescencia ramificada comienza como una inflorescencia compacta, ligeramente en forma de cúpula, de hasta 40 cm de largo, que pierde su compacidad a medida que crece el tallo y se abren las flores. Cuando están totalmente floradas, las plantas arbustivas miden alrededor de un metro de alto y medio metros de ancho (Delgado, 2020: p. 11).

Las semillas suelen madurar entre 50 y 90 días después de la fertilización. Una planta de brócoli bien polinizada puede producir media libra de semillas (Delgado, 2020: p. 12).

2.3.4 *Propiedades nutricionales del brócoli*

Según (Delgado, 2020: p. 12) , menciona que el valor nutricional del alimento se basa en cuantificación de macromoléculas, y el brócoli contiene vitaminas A y C, potasio y fibra. Se recomienda su uso regular porque reduce el riesgo de diabetes y anemia por su contenido en hierro, así como algunos tipos de cáncer (como el de colon, mama y próstata).

Tabla 3-2 Composición Nutricional de brócoli

Compuesto	Cantidad
Calorías	28 Kcal
Agua	90,69 g
Proteína	2,98 g
Grasa	0,35
Cenizas	0,92
Carbohidratos	5,24 g
Fibra	3 g
Calcio	48 mg
Hierro	0,88 mg
Fosforo	66 mg
Vitamina C	93, 2 mg

Fuente: (Guanokuiza, 2014: p. 7)

2.4 Polvo de brócoli

Según (Delgado, 2020: p. 12), menciona que el valor nutricional del brócoli en polvo muestra un contenido proteico de 22,41%, ceniza en 12,13%, lípidos totales, 4,59%, carbohidratos totales, 65,13%, fibra cruda 11,65%.

2.5 Sopas deshidratada o instantánea

Según (Aguilar, 2020: p. 16), menciona que la sopa deshidratada o instantánea es una preparación industrial, cuyo contenido suele ser deshidratado y fácil de preparar con un tiempo máximo de cocción de 10 minutos y se prepara con agua caliente. Son ricas en proteínas y se preparan mezclando a partes iguales alimentos deshidratados con o sin adición de saborizantes, aromatizantes, grasas comestibles, cloruro de sodio, especias y sus extractos u otros alimentos permitidos por la norma vigente.

Según (Limonos y García, 2021: p. 10), menciona que estas sopas pertenecen a la gama de alimentos deshidratados más representativos y reconocidas del mercado, es decir, platos preparados que se preparan simplemente añadiendo agua y calentando brevemente. Impacto social positivo en los consumidores, especialmente en aquellos que disponen de poco tiempo para cocinar, no solo porque amplían la gama de productos nutritivos asociados a comidas saludables basadas en recetas tradicionales, sino también porque son alimentos que pueden consumir todos los miembros de la familia, se prepara rápidamente e incluso se puede añadir especias al pedido, sin riesgo alimentario y bajo coste.

2.5.1 Tipos y características de sopas deshidratada o instantánea

2.5.1.1 Según la NTE INEN 2602: 2012

- **Sopas, caldos y cremas.**

Según (NTE INEN 2602, 2012: p. 1), menciona que son productos líquidos obtenidos por ebullición de sustancias adecuadas (de origen vegetal y/o animal) o sus extractos y/o hidrolizados con agua, con o sin adición de aromas y/o aromatizantes, grasas comestibles, sal, especias y sus extractos o destilados naturales u otros productos alimenticios para mejorar su sabor, con aditivos permitidos o equivalentes para diluir mezclas de ingredientes deshidratados de acuerdo con las instrucciones de uso.

- **Caldo deshidratado**

Según (NTE INEN 2602, 2012: p. 1), menciona que es un producto constituido por una mezcla de vegetales y/o carnes y sus extractos, grasas, sales, especias, condimentos. Puede contener vegetales secos, proteínas hidrolizadas, extractos de levadura y aditivos aprobados; por lo general se presenta en forma de gránulos, polvo o moldeado en bloques, cubos, gránulos o pastas para consumirse agregando agua de acuerdo con las instrucciones de uso proporcionadas en la etiqueta. Sopas y cremas deshidratadas.

Según (NTE INEN 2602, 2012: p. 1), menciona que estos productos se elaboran con uno o más de los siguientes ingredientes: cereales y sus derivados, legumbres cocidas, legumbres secas, hongos comestibles, carnes en general, incluyendo aves, pescados y animales, mariscos, leche y sus derivados, grasas comestibles, carnes y levaduras, extractos, proteínas hidrolizadas, sales, especias, y sus extractos y aditivos permitidos.

2.5.1.2 Según la forma de presentación.

Sopas deshidratadas, instantáneas: son productos que no requieren cocción y solo se les debe agregar agua para su uso de acuerdo con las instrucciones de uso (Villarroel, 2012: p. 3).

Sopas condensadas o concentradas: son productos en forma líquida, semilíquida, o pastosa, a partir de los cuales, tras añadirles agua según las instrucciones de uso, se obtienen preparaciones alimenticias (Villarroel, 2012: p. 3).

Sopas listas para consumo: son productos que no necesitan ser recalentados para ser consumidos si así se indica claramente en las instrucciones de uso (Villarroel, 2012: p. 3).

2.5.1.3 Según conocidas en los mercados.

Sopas deshidratadas: generalmente obtenido por liofilización con todos sus ingredientes se puede utilizar para preparar este alimento con bastante rapidez y eficacia (Villarroel, 2012: p. 4).

Sopas enlatadas: se pueden espesar, se deben diluir en agua o se pueden recalentar como de costumbre: sopa de tomate, crema de champiñones, fideos con pollo minestrone (Villarroel, 2012: p. 4).

Sopas de vaso: todas las sopas en vaso son casi iguales desde punto de vista nutricional: tienen un contenido calórico importante, que oscila entre las 274 y las 334 kcal; el contenido de proteína en ello varía de 6 a 7 gramos, grasa de 10-14 gramos y carbohidratos de 40-45 gramos (Villarroel, 2012: p. 4).

2.5.1.4 Según por su densidad

Sopas claras o livianas: son los más líquidos, donde el caldo determina el sabor. Los consomés entran en esta categoría (Villarroel, 2012: p. 4).

Sopas ligadas o cremas: en estas sopas, los ingredientes cocidos (generalmente vegetales) se machacan y se mezclan con crema o adobo. En una sopa llamada velouté, se comienza con una salsa roux diluida con caldo o humo, y se le pueden agregar yemas de huevo (Villarroel, 2012: p. 4).

2.5.2 Ingredientes y especificaciones

Según (Villarroel, 2012: p. 5), menciona que para preparar este plato con bastante rapidez y eficacia se pueden utilizar sopas secas comerciales, que normalmente se obtiene deshidratando todos los ingredientes, dándoles sus propiedades nutritivas y de sabor característico, entre los que se enumeran a continuación:

2.5.2.1 Ácido cítrico

Ayuda la actividad antioxidante; deshabilita las enzimas que evitan el oscurecimiento no deseado, evita el deterioro del sabor y el color (Villarroel, 2012: p. 6).

2.5.2.2 Almidón de maíz

Cuando la suspensión agua-almidón se calienta de 55-80 °C, las partículas tienen la capacidad de absorber agua e hincharse, cuando su tamaño inicial aumenta muchas veces, forman una dispersión en el medio acuoso, a esta viscosidad máxima se le llama pasta o pegar, darle a la textura a la sopa (Villarroel, 2012: p. 6).

2.5.2.3 Harina de trigo

Esto está relacionado con la pegajosidad, elasticidad y elasticidad de la masa, contribuye al desarrollo de volumen y textura (Villarroel, 2012: p. 6).

2.5.2.4 Inosinato Disódico y Glutamato monosódico

Es una de las sales de sodio más utilizadas para realzar el sabor de muchos alimentos procesados (Villarroel, 2012: p. 6).

2.5.2.5 Grasa vegetal

Mejora el sabor y facilita la absorción de la vitamina A (Villarroel, 2012: p. 6).

2.5.2.6 Leche descremada en polvo

Se utiliza para crear una textura cremosa y también es una excelente fuente de calcio, proteína y vitamina A (Villarroel, 2012: p. 6).

2.5.2.7 Cebolla, Perejil, Azúcar y Sal

Añadidos para mantener o mejorar la calidad nutricional del producto (Villarroel, 2012: p. 6).

2.5.3 Proceso de elaboración

Según (Villarroel, 2012: p. 6), menciona que el proceso de elaboración de la sopa instantánea será de alta calidad y muy higiénico, lo que resaltará el valor nutricional de los ingredientes, además, el producto será empacado en una conveniente caja, mostrando características especiales de sus propiedades nutricionales.

El proceso comienza con la selección y pesajes de las materias primas, las cuales deben secarse para eliminar la humedad. Después del proceso de secado, el polvo se lleva para ser procesado en sopa instantánea, junto con aditivos, segmentando y pesado para mezclar y obtiene producto final donde es envasado en fundas plásticas y almacena en un lugar fresco y seco (Villarroel, 2012: p. 6).

2.6 Importancia de agua en los alimentos

Según (Becerra, 2017: p. 11), menciona que el agua es un componente clave en muchos alimentos, y cada producto tiene su propio contenido de agua único. El agua en la cantidad correcta, en el lugar

correcto y en dirección correcta tiene un gran impacto en la textura, la apariencia y el sabor de los alimentos, así como en su caducidad. Dado que la mayoría de los alimentos frescos contienen grandes cantidades de agua, se necesitan métodos de almacenamientos efectivos si se requiere un almacenamiento a largo plazo.

2.7 Técnicas de eliminación de agua en productos agroalimentarios.

Según (Fito, Andres y Barat, 2020: p. 10), menciona que la técnica de eliminación de agua en los alimentos es un proceso muy antiguo que todavía se usa para conservar los alimentos en la actualidad. Existe diferentes métodos de secado, tanto naturales como mecánico:

2.7.1 Prensado

Según (Fito, Andres y Barat, 2020: p. 10), menciona que también es conocida como compresión, es el acto de separar un líquido de un sistema dos fases liquido-sólido, comprimiendo el sistema en condiciones que permiten que el líquido entre y salga mientras el sólido permanece entre las superficies.

2.7.2 Centrifugación

Según (Fito, y Barat, 2020: p. 10), menciona que cuando se aplica una fuerza centrífuga suficientemente grande a un material húmedo, el líquido contenido en el material se moverá en la dirección de la fuerza, haciendo que el líquido y el sólido se separen.

2.7.3 Evaporación superficial

Según (Fito y Barat, 2020: p. 10), menciona que cuando el producto se expone a una corriente de aire caliente, el líquido contenido en el producto se evapora, aumentando su contenido en el aire. Esto provoca sequedad. Este es el método más utilizado, también conocido como deshidratación por aire caliente.

2.7.4 Ósmosis

Según (Fito y Barat, 2020: p. 10), menciona que cuando un producto se sumerge en una solución concentrada de sal y azúcar, el agua fluye desde el interior de las células del producto hacia la solución más densa a través de una membrana semipermeable (membrana celular). Este flujo es

causado por la diferencia en el potencial químico del agua en el alimento y en la solución circundante.

Según (López, 2017: p. 15), menciona que implica la eliminación parcial del agua de los alimentos sumergiéndolos en una solución hipertónica. Durante este proceso, el agua fluye del alimento a la solución y el soluto transfiere de la solución al alimento. También se utiliza como un paso de pretratamiento o un paso antes de secar y enfriar productos alimenticios, incluidas frutas y verduras, carnes y mariscos. El impacto positivo de la deshidratación osmótica radica en la alta calidad del producto final y el bajo consumo de energía.

2.7.5 Liofilización

Según (Fito y Barat, 2020: p. 10), menciona que, en este proceso, el líquido extraído, previamente congelado, se separa del producto que lo contiene por sublimación. Por lo tanto, comience con materiales congelados y trabaje en vacío.

Según (Eguilas y Huamán, 2020: p. 19), menciona que la liofilización es un método de conservación que prolonga la vida útil de muchos productos y tiene las siguientes diferencias:

-Elimina el aire en el proceso, evitando el deterioro por oxidación, o transformación de los alimentos.

-Los alimentos sufren cambios en la composición, textura apariencia y sabor debido al secado convencional, sin embargo, se puede realizar el secado por presión de vacío, lo que resulta en un menor daño estructural (Eguilas y Huamán, 2020: p. 19).

2.7.6 Congelación

Según (Fito y Barat, 2020: p. 10), menciona que cuando una sustancia que contiene líquido se congela, gradualmente se convierte en un sólido, lo que resulta en concentraciones de soluto que contiene o, si es una pequeña cantidad, el secado del material.

Según (Ayala y Calle, 2016: p. 32), menciona que es uno de los pocos métodos que no utilizan calor para secado, por lo que las propiedades nutricionales y comestibles de los alimentos, incluso su aspecto original, se conserva a baja altura. Dado que este proceso parece llevar mucho tiempo, se ha aplicado a productos muy caros donde la calidad es primordial.

2.7.7 Absorción

Según (Fito, y Barat, 2020: p. 10), menciona que es una operación aplicada a los gases en la que uno o más componentes de una mezcla gaseosa se disuelven en un líquido. En el caso del secado, el componente disuelto en vapor de agua debe eliminarse del gas en cuestión. Un ejemplo es el secado de un gas con ácido sulfúrico.

2.8 Proceso de deshidratación

Según (Changoluiza y Martínez, 2022: p. 8), menciona que proceso de secado o deshidratación ha sido descrito como un proceso para recuperar sustancias volátiles (vapor) para obtener alimentos secos y sólidos. La humedad aparece como un líquido dentro de la fruta o verdura, es decir en su estructura molecular.

Según (Ramos, 2019: p. 14), describe que el proceso de secado consta de varios pasos, los principales son aumentar la velocidad de secado, mantener la velocidad de secado, mantener la velocidad constante y disminuir la velocidad a medida que cambia el tiempo.

Según (Ramos, 2019: p. 14), menciona que, durante el secado por calor de alimentos húmedos, dos fenómenos ocurren simultáneamente:

- Habrá una transferencia de energía (llamada calor) del ambiente para evaporar el agua en la superficie.
- La humedad del interior se transferirá a la superficie del alimento.

2.9 Deshidratación

Según (Changoluiza y Martínez, 2022: p. 7), menciona que es un proceso de conservación de alimentos diseñado para eliminar el agua de los alimentos. Unos años más tarde, los productos con alto contenido de humedad resultaron ser los menos perecederos, por lo que este sistema de reducción de agua es una herramienta de mantenimiento y optimiza su transporte y almacenamiento. Al deshidratar las propiedades físicas de los alimentos, reduce el peso y la masa y asegura la estabilidad microbiana.

Según (Changoluiza y Martínez, 2022: p. 8), menciona que es el método más efectivo para la conservación de los vegetales, por otro lado, permite prolongar la vida útil de los productos perecederos, por otro lado, permite reducir el peso y el tamaño del producto, optimizando el

almacenamiento y mejorando la portabilidad, asegurando así la disponibilidad de alimentos durante mucho tiempo.

Según (Núñez, 2019: p. 10), Cambios en la deshidratación: físicos, químicos y sensoriales: los cambios se reflejan en el endurecimiento, la contracción y el termoplástico. Se puede observar cambios químicos en el producto final en términos de calidad, sabor, textura, viscosidad, valor nutricional, y estabilidad durante el almacenamiento.

2.10 Deshidratación de alimentos

Según (Japa, 2022: p. 17), La deshidratación o secado de los alimentos es un método de conservación que prolonga la vida útil de los alimentos al eliminar parte del agua. Es la transferencia simultánea de energía y masa. El primero se refiere a la transferencia de calor del medio al sólido húmedo para evaporar el agua de la superficie del sólido; y el segundo implica el movimiento del agua en el sólido para que el vapor de agua escape al exterior.

Según (De la Vega, 2017: p. 21), menciona que la conservación de los alimentos por deshidratación es uno de los métodos más antiguos y parece haberse originado en campo cuando los granos, el heno y otros cultivos se deshidrataban naturalmente antes de ser cosechados o dejados cerca del área del cultivo. Sus usos incluyen una amplia variedad de productos: pescado, carne, frutas, verduras, té, café, azúcar, almidones, sopas, especias, hierbas, etc. Este método se basa en el hecho de que los microorganismos que contaminan los alimentos no pueden crecer en el alimento seco.

2.11 Importancia de deshidratación para la conservación de alimentos

Según (Tello, 2017: p. 15), menciona que la recuperación rápida y las propiedades organolépticas relativamente buenas hacen que la mayoría de los productos secos sean aceptables. La conservación.

Según (Tello, 2017: p. 15), menciona que la conservación de alimentos por secado es sin duda uno de los procesos más antiguos utilizados por el hombre. De todas las formas de conservar los alimentos, el secado es más sencilla y natural, ya que lo único que tienes que hacer es cortar las verduras en trocitos pequeños y deshidratarlas.

Según (Ayala y Calle, 2017: p. 26), el método de deshidratado requiere tres parámetros principales:

- La adición de energía calienta el producto y convierte el agua en vapor.
- La capacidad del aire para absorber el vapor de agua producido por el producto. Esta capacidad depende del porcentaje de humedad y temperatura del aire.
- La velocidad del movimiento del aire en la superficie del producto debe ser alta, especialmente al comienzo del proceso de secado para eliminar rápidamente la humedad.
-

El secado debe hacerse a velocidad media para evitar que se forme moho en los alimentos, ya que estos formarían una capa dura en la superficie y a temperaturas muy altas, ya que pueden dañar o quemar el producto (Ayala y Calle, 2017: p. 26).

2.12 Equipos utilizados en la deshidratación

2.12.1 Secadores de bandejas o de armario

Según (Guadalupe, 2021: p. 38), describe que es lo suficientemente grande para contener los materiales a secar y tiene suficiente flujo de aire seco y caliente, es decir, el aire es calentado por vapor, pero no saturado, por lo que lleva suficiente agua para asegurar que el proceso de secado sea efectivo. Es importante tener en cuenta la pendiente para este tipo de secadores porque el aire si está frío o húmedo, minimizará la pendiente y reducirá la eficiencia de la secadora.

Según (Fito, y Barat, 2020: p. 23), El secado de este tipo puede ser:

- Flujo horizontal si el aire circula paralelo al lecho que se está secando.
- Flujo cruzado si la circulación de aire es perpendicular a la cama que se está secando.

Según (Fito, y Barat, 2020: p. 23), La eficiencia térmica de estos secadores suele ser 20 a 50% y puede ser inferior. El secador de bandejas es adecuado para secar lotes de productos de pequeño valor. Como regla general, se utilizan cuando la capacidad requerida no supera los 25-50 kg/h de producto seco.

En ellos se puede secar casi cualquier material, pero debido a los costos de mano de obra para la carga y descarga, su operación es costosa y de baja eficiencia. Sin embargo, la versatilidad y buena calidad comercial de los productos obtenidos los hacen aptos para el secado de productos agrícolas, como tarta de manzana, espinacas, ajo, perejil, guisantes, garbanzos, champiñones, cebollas, etc. El secador de bandejas puede funcionar en modo semicontinuo (Fito y Barat, 2020: p. 23).

Según (Guzmán y Meythaler, 2007: p. 23), menciona que son ampliamente utilizados en secadores de pequeña escala, laboratorios y plantas piloto. Es relativamente fácil establecer y controlar las condiciones óptimas de secado dentro del gabinete, adecuado para secar productos sensibles al calor en lotes pequeños. Su inconveniente es que el producto no se seca uniformemente dependiendo de su posición en la secadora, por lo que puede ser necesario rotar las bandejas durante este proceso para un secado uniforme.

2.12.2 Liofilización

Según (Japa, 2022: p. 23), señala que este proceso es importante alcanzar el punto eutéctico, que es la temperatura más baja (por debajo de 0°C) a la que se puede lograr la máxima cristalización del disolvente y el soluto. Después de alcanzar el punto eutéctico, se obtiene una estructura sólida, sin vacíos por acumulación de líquido denso, por lo que la eliminación del agua se produce únicamente por sublimación. Además, también se ha agregado que una pequeña cantidad de agua está presente cuando no está completamente congelada, lo que evita la sublimación, provoca la formación de placa y espuma, la desnaturalización de proteínas y la destrucción de la pared celular del producto, lo que resulta en la pérdida de volátiles y la mala rehidratación.

2.12.2.1 Etapas de liofilización

- **Congelación**

Según (Ocaña, 2013: p. 9), describe que esta, es una actividad preliminar y obligatoria. La duración depende de varios factores como la cantidad, la concentración y la naturaleza del producto. En general, se puede decir que una adecuada congelación es la base para la forma óptima de los productos liofilizados, conservando sus propiedades originales y rehidratándose rápidamente.

Implica la solidificación del agua en el proceso, lo que resulta en altas concentraciones de sólidos disueltos, lo que reduce la cantidad de agua libre. Aunque la temperatura disminuye, la velocidad de reacción aumenta (Ocaña, 2013: p. 9).

Puede dividirse en dos fases:

- La formación y el crecimiento de cristales de hielo.
- Bajar la temperatura al eutéctico del producto, asegurando la cristalización completa.

Los resultados obtenidos de la liofilización se ven significativamente afectados por la velocidad a la que se congela.

- La congelación rápida o ultracongelación es un proceso en el que la temperatura de los alimentos desciende hasta unos -20°C en 30 minutos.
- La congelación lenta es el proceso de alcanzar la temperatura deseada dentro de 3-72 horas, similar a la refrigeración doméstica (Ocaña, 2013: p. 9).

- **Punto eutéctico de congelación**

Según (Ocaña, 2013: p. 9), menciona que, para asegurar una perfecta congelación, es importante conocer el punto eutéctico de la solución liofilizada, determinando así la temperatura mínima a la que todos sus componentes se congelara por completo. La temperatura del material congelado debe controlarse cuidadosamente durante el proceso de sublimación.

Se debe tener cuidado al congelar material para liofilización, ya que se queda el líquido o agua por algún motivo, puede ocurrir los siguientes problemas durante la sublimación:

- Cambio químico o enzimático de la sustancia a tratar.
- Pérdida de olor volátil por evaporación libre.
- Pérdida de partículas de polvo seco agitadas por el vapor de líquido hirviendo.

- **Velocidad de congelación**

Según (Ocaña, 2013: p. 10), menciona que la velocidad de congelación ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$) de un producto o envase se define como la diferencia entre la temperatura inicial y final dividida por el tiempo de congelación. Tenga en cuenta que las temperaturas pueden variar durante la congelación en diferentes puntos de congelación.

- **Curva de congelación**

Según (Ocaña, 2013: p. 10), menciona que es una representación gráfica de un proceso típico de congelación de alimentos. El gráfico cambia según la influencia de los siguientes factores: método de congelación, tamaño, forma, composición, química y propiedades físicas del producto, tipo de empaque (o falta de empaque).

De la curva de congelación del agua pura puede determinarse tres fases:

Primera fase: en este caso, el producto a congelar se enfría, la temperatura se reduce rápidamente a la temperatura de congelación o helada, y no hay cambio de estado. Esta etapa se denomina área de preenfriamiento (Ocaña, 2013: p. 10).

Segunda fase: es el periodo de cambio de fase. Después de alcanzar el punto de congelación, no se observa cambio de temperatura, calor latente de congelación se elimina gradualmente, es decir, hay un cambio gradual en el estado de aglomeración. La curva se vuelve isotérmica (Ocaña, 2013: p. 10).

Tercera fase: este se llama la etapa de endurecimiento, cuando se logra la conversión completa del agua en hielo, la temperatura comienza a disminuir gradualmente y se estabiliza nuevamente. En los alimentos este comportamiento es tan evidente que convertir una parte de agua en hielo se asocia con un aumento en la concentración de varias sales en el agua líquida restante, lo que lleva a una disminución del punto de congelación (Ocaña, 2013: p. 11).

- **Sublimación o desecación primaria**

Según (Ocaña, 2013: p. 11) Esta es la etapa donde la mayor parte de agua libre se convierte en vapor. Los parámetros de temperatura, presión y tiempo pueden cambiar independientemente uno del otro, pero están íntimamente relacionados y no puede cambiar sin afectar otros parámetros, por lo que siempre debe ser considerado en conjunto y analizar su impacto.

El principio básico se basa en el proceso de liofilización. Es la sublimación. Similar a la evaporación, la sublimación ocurre cuando una molécula se gana suficiente energía para escapar de las moléculas circundantes. El agua se sublima de un estado sólido (hielo) a un estado gaseoso (vapor de agua) cuando las moléculas tienen suficiente energía para descomponerse libremente y estas condiciones no son ideales para la formación de líquido (Ocaña, 2013: p. 11).

- **Desorción o desecación secundaria**

Según (Ocaña, 2013: p. 12) menciona que su trabajo es eliminar el vapor de agua residual mediante la evaporación del agua descongelada asociada con el producto. Se realiza a una temperatura inferior a la temperatura de desnaturalización del producto y la humedad final es inferior al 1%.

2.12.3 Adsorción

Según (Fito y Barat, 2020: p. 10), menciona que es difícil dar una definición simple de adsorción, por lo que nos limitaremos dar un ejemplo: eliminación del agua presente en el aire utilizando adsorbentes, por ejemplo, como gel de sílice.

Tabla 4-2 Tipos de secadores empleados para alimentos líquidos y sólidos

Tipo de secador	Tipo usual de alimento
Secadores por confección de aire túnel	Piezas
Gabinete, bandeja o charola	Piezas, purés, líquidos
Banda transportador sinfín	Pures, líquidos
Elevador neumático	Piezas pequeñas, gránulos
Lecho fluidizado	Piezas pequeñas, gránulos
Aspersión	Líquidos, purés
Secadores de tambor o rodillo	Purés, líquidos
Atmosférico	Purés, líquidos
Al vacío	Purés, líquidos
Gabinete al vacío	Piezas, purés, líquidos
Banda al vacío	Purés líquidos
Liofilización	Piezas, líquidos

Fuente: (Fito y Barat, 2020: p. 10)

CAPÍTULO III

3. MACRRO METODOLÓGICO

3.1 Localización y duración del experimento

El desarrollo de esta investigación se realizó en los siguientes laboratorios: de Procesamiento de Alimentos, de Microbiología de Alimentos y de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur Km 1 ½ de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo; con una duración de 150 días.

3.2 Unidades experimentales

Se utilizaron 10 unidades experimentales, distribuidos en dos tratamientos que corresponde, al método de secado (deshidratado y liofilizado), siendo tamaño de cada unidad experimental 1000 g.

3.3 Materiales, equipos e instalaciones

3.3.1 *Metería prima e insumos*

- El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).
- Harina de chocho
- Sal
- Cebolla en polvo
- Albahaca
- Pimienta negra
- Ajo en polvo
- Orégano en polvo
- Comino
- Almidón de maíz
- Leche en polvo
- Glutamato monosódico

3.3.2 *Materiales de laboratorio*

- Cuchillos
- Tabla de picar
- Bandejas de plástico
- Bandeja de aluminio
- Papel aluminio
- Cedazo
- Jarras plástico
- Ollas
- Capsulas de porcelana
- Crisoles de porcelana
- Vasos labconco
- Espátula
- Matraces volumétricos
- Probetas
- Pipetas volumétricas
- Picetas
- Pinza de bureta
- Vaso de precipitación
- Balón volumétricas
- Balón de Kendal
- Pinzas de aluminio
- Crisoles Gooch
- Algodón
- Dedal
- Vaso de Berzellius
- Cintas para film
- Fibra de lana de vidrio
- Papel industrial

3.3.3 *Equipos*

- Deshidratador de bandejas
- Liofilizador
- Balanza analítica

- Estufa
- Mufla
- Balanza normal
- pHmetro
- Autoclave
- Cámara fotográfica
- Equipo Kjendhal
- Molino

3.3.4 Reactivos

- Ácido clorhídrico
- Ácido bórico
- Sulfato de cobre
- Sulfato de sodio
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio
- Gradilla
- Ácido sulfúrico
- Alcohol amílico
- Hexano
- Indicador mixto rojo de metilo
- Etanol

3.3.5 Medios de cultivo

- Agar EMB (*E. Coli*)
- Agar Bair Parker (*Staphylococcus. Aureus*)
- Agar Salmonella (*Salmonella*)
- Agar PCA (*Aerobios mesófilos*)
- Agar PDA (*Mohos y levaduras*)
- Agar Columbia (*Coliformes Totales*)

3.3.6 Instalaciones

- Laboratorio de procesamiento de alimentos y conservas, FCP-ESPOCH

- Laboratorio de microbiología de los alimentos, FCP-ESPOCH
- Laboratorio de bromatología y nutrición animal, FCP-ESPOCH

3.4 Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó la sopa deshidratada obtenida mediante dos métodos de secado (deshidratación y liofilización), por lo que se tuvo dos tratamientos experimentales y cada uno con cinco repeticiones, tal como se observa en la tabla 5-3.

Tabla 1-3 Esquema de experimento

Método de secado	Código	Repeticiones	TUE	Total, g/tratamiento
Deshidratación	T1	5	1000	5000
Liofilización	T2	5	1000	5000
Total sopa deshidratada, g				10000

T.U.E: Tamaño de unidad experimental, 1000 g.
Realizado por: Quishpe, Cristian. 2023

Por analizarse dos tratamientos experimentales (métodos de secado) no se utilizó un diseño experimental definido si no que corresponde a la comparación de las muestras (unidades experimentales) de dos grupos

3.5 Metodología de evaluación

3.5.1 Determinación de las variables de proceso

Se determinó peso inicial y peso final, para el rendimiento, durante la deshidratación de bandejas y liofilización de brócoli, se construyeron curvas de secado a diferentes temperaturas y el tiempo se midió mediante indicadores digitales que vienen instalados en los equipos, para medir la pérdida de peso, se utilizó una balanza analítica y se pesó las muestras en cada hora transcurrida consecutivamente, hasta obtener un peso constante. Por lo tanto, aplicamos siguiente formula:

$$\%R = \frac{Pf}{Pi} * 100$$

(Cuzco y Guambaña, 2019: p. 38)

En donde:

$\%R$ = peso final

Pf = peso inicial en gramos

Pi = peso final en gramos

3.5.2 *Determinación del pH*

Consiste en determinar la actividad de los iones de hidrógeno, medida mediante un potenciómetro mediante un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia. La fuerza electromotriz generada por el sistema de electrodos es proporcional al pH de la solución problema (Villaruel, 2012: p. 78).

Se determinó la concentración de ion de hidrogeno (pH) de las sopas deshidratadas, según la que establece la NTE INEN 389 primera revisión.

Se colocó 1 g de muestra preparada en vaso de precipitación de 100 ml, añadirle 10 ml de agua destilada y agitar suavemente hasta que se homogenice la muestra. Dejó en reposo en el recipiente preparado para que el líquido se decante. Con la ayuda de pH metro, se determinó introduciendo los electros del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra ya preparada y tener cuidado que no se toque por las paredes del vaso y esperar que pH metro se lee y se registró los resultados de cada muestra.

3.5.3 *Determinación de acidez titulable*

La acidez titulable es la cantidad de ácidos orgánicos libres presentes en una determinada cantidad de agua o líquido y se mide por el método volumétrico de neutralización de base fuertes de jugos (Cuzco y Guambaña, 2019: p. 35).

Para determinar la acidez de la sopa deshidratada, se basó en método mencionado de la NTE INEN-ISO 750:2013, se determinó la acidez colocando 1 g de muestra en vaso de precipitación de 100 ml, se añadió 10 ml de agua destilada y agitar suavemente hasta que se mezcle la muestra, se añadió entre 3 a 5 gotas de fenolftaleína y se llevó a su posterior titulación con hidróxido de sodio de 0.1 N y se registra la cantidad del volumen que se gastó. Para lo cual se utiliza siguiente fórmula:

$$\% \text{ácidez} = \frac{((VNK) NaOH * meq_{\text{ácido}})}{Vm} * 100\%$$

En donde:

V = volumen de NaOH

N = normalidad de NaOH

K = constante de NaOH

Meq_{ácido} = miliequivalente del ácido que pertenece a cada vegetal

Vm = peso de la muestra.

3.5.4 Determinación de humedad

Se determinó el porcentaje de humedad del producto basándonos en la NTE INEN 518 (1980). Inicialmente se procedió pesado la muestra 1 g, se colocó la muestra en termobalanza automático marca RADWAG MAC 50, para que la maquina se da la lectura automáticamente, se demora un cierto tiempo, esperar que la temperatura suba y la muestra se quede completamente seca.

Durante el proceso de determinación de la humedad la maquina se expresa en porcentaje, donde la humedad se entiende en siguiente formula:

$$H = 100\% - D$$

En donde:

H = humedad de la muestra en %

D = resultado obtenido, de la maquina en porcentaje

3.5.5 Determinación de grasa (método de soxhlet)

Se determinó el contenido de grasa como indica la NTE INEN 523 (1980). Como el primer paso, se procedió tarar los matrices Soxhlet en la estufa a temperatura de 55 °C durante 24 horas, se llevó a desecador para el enfriamiento de los matrices y se procede pesar para colocar las muestras. Se pesó 2 g de muestra seca y se coloca en el dedal, se cubre la muestra con algodón blanco. Se colocó el dedal dentro del porta dedal; se añadió 25 ml de hexano en el vaso previamente tarado, luego se colocó el vaso en el aparato con la ayuda de la rosca y esto se cubre con funda plástica y cinta Petro film. Se levantó las parrillas hasta que toque el vaso y se encienda el equipo, asegurar la circulación de agua en el refrigerante. Abrir la válvula de seguridad, la extracción se procede mínimo 4 horas, se bajó las varillas, se zafó anillo de la rosca y se retira el vaso conteniendo el hexano más las sustancias extraídas. Se retiró el portal dedal y se colocó el dedal a desecar en la estufa, se enfría la muestra en desecador y se guarda esta muestra para determinar el contenido de fibra. Se colocó el tubo de recuperador en la porta dedal y se coloca el vaso con la ayuda de rosca. se sube la varilla lentamente para que se calienta nuevamente para destilar el solvente en su mayor parte, se baja la varilla y se retira el vaso contenido grasa bruta, se coloca el vaso en la estufa en un tiempo de 30 min, se retiró de la estufa y se coloca en el desecador para que se enfría para su posterior pesado. Para calcular el porcentaje de la grasa se utilizó siguiente fórmula o la ecuación:

$$\%G (\%Ex. E) = \{(P1 - P)/m\} \times 100$$

En donde:

%G(%Ex.E) = grasa cruda o bruta en muestras seca expresada en porcentaje en masa.

P1 = masa del vaso más la grasa cruda o bruta extraída en g.

P = masa del vaso de extracción vacío en g.

m = masa de la muestra seca tomada para la determinación en g.

3.5.6 Determinación de fibra cruda (método de weende)

La determinación de fibra cruda se realizó según el método (AOAC). Se peso 1 g de muestra seca y desengrasada y se colocó en vaso de Berzellius con 250 ml de ácido sulfúrico 1,25%, se procedió colocar el vaso en el equipo y se agosto al condensador, subir la parrilla y se calienta hasta ebullición, mantener la ebullición por 30 min, contando a partir que empiece hervir, se retira el vaso del equipo y se esperó que se enfríe, se añadió 20 ml de NaOH 20%. Se coloco el vaso en el equipo y se ajusta en el condensador, subir la parrilla y se calienta hasta ebullición, se mantiene la ebullición 30 min exacta a partir que empieza hervir, se desconectó los vasos del equipo, se enfrió para su posterior filtrado en el crisol Gooch conteniendo capa de lana de vidrio y previamente tarado. Luego de filtrado se lavó el vaso con 250 ml de agua destilada caliente y por último se lavó con 15 ml de etanol. Se coloco el crisol de Gooch en la estufa a 105°C durante toda la noche, se enfrió en desecador para el pesado. Por último, proceso se colocó el crisol de Gooch en la mufla a 550°C por media hora, se enfría en el deseca para el pesado final.

Para calcular el porcentaje de fibra bruta se utilizó la siguiente formula:

$$\%F = \{(P1 - P)/m\} \times 100$$

En donde:

%F = fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresada en porcentaje en masa.

P1 = masa del crisol más el residuo desecado en la estufa en g.

P = masa del crisol más las cenizas después de la incineración en mufla g.

m = masa de la muestra seca y desengrasada tomada para la determinación en g.

3.5.7 Determinación de cenizas

Es la reducción de materia orgánica y agua. Es una medida de la cantidad total de minerales presentes en un alimento, como hierro, potasio, calcio, etc. Lo que es bueno para el cuerpo, pero en exceso es perjudicial (Villaruel, 2012: p. 79)..

La determinación de contenido de ceniza se realizó mediante el uso del método (AOAC 940.26). y como se nos indica NTE INEN 520:2013 primera revisión. Primer lugar se procedió tarar la capsula de porcelana en una estufa a 55°C durante 24 horas. Se colocó la capsula en desecador para el enfriamiento y se toma el peso inicial de la capsula. Se pesó 1 g de muestra y se coloca en la capsula tarada. Se procedió a colocar la capsula con la muestra sobre al mechero, para calcinar a $105 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta que el humo se quede en ausencia. Luego se colocó la capsula a la mufla e incinerar a 550°C por un lapso de 3-4 horas, hasta obtener cenizas libres de residuos carbonoso, se retiró la capsula de la mufla para colocar al desecador, se enfría y se pesa para registrar los valores que se da la balanza. Para calcular el contenido de cenizas en muestras, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$\%C = \{(m1 - m/m2 - m)\} \times 100$$

En donde:

%C = contenido de cenizas en porcentajes de masa.

m = masa de la capsula vacía en g.

m1 = masa de la capsula con la muestra después de la incineración en g.

m2 = masa de la capsula con muestra antes de la incineración en g.

3.5.8 Determinación de proteína (método de micro Kjeldahl)

El método consiste en la descomposición de la materia orgánica por medio de ácido sulfúrico concentrado a sulfato de amonio, con exceso de sosa caustica liberada amoniac, que se destila, obtenido en ácido bórico, para formar borato de amonio, equivalente al ácido clorhídrico en presencia de un indicador mixto (Esmeralda y Nazareno, 2018: p. 52).

La determinación proteica se realizó por el método (AOAC 920.152), ensayo mencionado en la NTE INEN 519 (1980-12) primera revisión. Se pesó 2 gramos de muestra y se envolvió en un papel boom blanco, se transfiere al matraz Kjeldahl. Se procedió añadir 1 gramos de sulfato de sodio; mas 25 ml de ácido sulfúrico y se agita hasta que se disuelva por completo. Se colocó el balón en el digestor y calentar hasta obtener un líquido verde esmeralda. Se enfrió el balón y su contenido, se adiciono 250 ml de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidificó, se agregó 100 ml de hidróxido de sodio al 40% y verter dejando pasar lentamente al balón de destilación. Para la destilación se colocó 100 ml de ácido bórico al 2,5% en vaso de precipitación, esperar que la destilación llegue a 200 ml para su posterior titulación. Se agrego 3-

4 gotas de indicador mixto rojo de metilo, titular con ácido clorhídrico de 0.1 N y registrar el volumen gastado (ml). Para calcular el contenido de proteína en las muestras, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%P = V \times N \times F \times 0,014/m * 100$$

En donde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

F = factor para transformar el %N en proteína, y que es específico para cada alimento

V = volumen de HCl o H₂SO₄ N/10 empleando para titular la muestra en ml.

N = normalidad de HCl

m = masa de la muestra analizada.

3.5.9 Extracto libre no nitrogenado (ELnN) método por calculo

Extracto libre no nitrogenado, de un alimento se determina restando de 100 la sumatoria de las cinco determinaciones del proximal en una muestra fresca (cenizas, fibra cruda, grasa bruta, proteína bruta y humedad).

Para calcular este contenido se utiliza la ecuación siguiente:

$$\%ELnN = 100 - \Sigma(\%H + \%C + \%F + \%G + \%P)$$

En donde:

%ELnN = porcentaje de carbohidratos digeribles.

%H = porcentaje de humedad.

%C = porcentaje de Cenizas

%F = porcentaje de fibra bruta

%G = porcentaje de grasa.

%P = porcentaje de proteína.

3.5.10 Análisis microbiológico de la sopa instantánea para la aceptación.

Para análisis microbiológico se evaluó el producto final, utilizando cajas Petri desechable. Se determinó la presencia o ausencia de *E. coli*, siguiendo el método de ensayo descrito en la NTE

INEN 1529-8, para determinar el conteo de *Staphylococcus aureus*, se basó en la NTE INEN 1529-14, para evaluar la presencia o ausencia de *salmonella*, se identificó el método de ensayo de la NTE INEN 1529-15, también para el conteo de *Aerobios mesófilos*, se determinó siguiendo el método que establece la NTE INEN 1529-5, asimismo para conteo de *Mohos y levaduras*, se siguió los métodos de ensayo que establece la NTE INEN 1529-10 y para verificar la presencia de coliformes totales, se determinó según el método de ensayo de la NTE INEN 1529-7.

Los siguientes análisis se realizó en el Laboratorio de Microbiología y Nutrición Animal. En primer lugar, se procedió a desinfectar todas las áreas y los materiales de trabajo con alcohol de 90°. Se procedió esterilizar las pipetas, tubos de ensayo y otros materiales que se va a utilizar dentro de una bolsa de tela. También se colocó 48 tubo de ensayo con agua destilada y esto se tapa con papel aluminio y se coloca en una gradilla, esto para la dilución y repetición. Las placas no se esterizaron porque vienen ya esterilizada y el uso es solo una vez son desechable.

Se procedió a preparar los medios de cultivo con los agares que corresponde a cada microorganismo, para la siembra de *E. coli*, se utilizó 34,5 g de Agar EMB y se disuelve en 750 ml de agua destilada, se homogenizó en un agitador magnético y se esteriliza en autoclave a 121°C por 15 minutos. Para siembra de *Staphylococcus aureus*, se utilizó Agar Bair Parker, de la misma forma se preparó 22,44 g de Agar, se disuelve 750 ml de agua destilada, se homogeniza en agitador magnético y se esteriliza en autoclave a 121°C por 15 minutos. Para la siembra de *salmonella*, se utilizó Agar Salmonella, asimismo de preparo 33,5 g de Agar, se disuelve en 750 ml de agua destilada, se homogeniza en agitador magnético y se esteriliza en autoclave a 121°C por 15 minutos. Para siembra y conteo de *Aerobios mesófilos*, se utilizó Agar PCA, de nuevo se preparó 34,35 g de Agar, se disuelve en 750 ml de agua destilada, se homogeniza en agitador magnético y se esteriliza en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Para la siembra de *Mohos y levaduras*, se utilizó Agar PDA, se preparó 25,35 g de Agar y se disuelve en 750 ml de agua destilada, se homogeniza en agitador magnético y se esteriliza en autoclave a 121°C por 15 minutos, por último, para la siembra de *Coliformes Totales* se utilizó 36,7 g de Agar Columbia, se disuelve en 750 ml de agua destilada y se homogeniza en agitador magnético, se esteriliza en autoclave a 121°C por 15 minutos.

Luego de preparar los agares y ya esterilizada, se procedió colocar los caldos de agares 10 ml en cada una de las cajas Petri, se enfría y se gelatiniza. Para la siembra se hizo una dilución 10^{-3} este método se basa, para poder bajar la densidad microbiana o para poder realizar una siembra directa de la muestra, lo que da buenos resultados para los recuentos microbianos. Para este proceso se pesó 1 gramo de muestra, se añadió a 9 ml de diluyente y se homogeniza en vortex por 10

segundos, es decir de cada 10 ml de esta dilución 1/10, 1 ml corresponde a la muestra. Para otra dilución 1/100 o 10^{-2} , se toma 1 ml de muestra de la dilución 1/10 o 10^{-1} , se homogeniza en vortex durante diez segundos. Para la dilución 1/1000 o 10^{-3} , asimismo se toma 1 ml de la dilución 1/100 o 10^{-2} se agita en vortex durante diez segundos, esta es la dilución que se siembra en las cajas Petri.

Para realizar la siembra de la dilución 1/1000 o expresada de otro modo la dilución 10^{-3} , las cajas Petri ya gelatinizada o enfriada, se colocó en la cámara de seguridad biológica, se levantó la tapa superior de la caja, con la ayuda de micropipeta se colocó 1 ml de la dilución 10^{-3} ya preparada, se tapó la caja Petri rápidamente para evitar una posible contaminación y se mueve la caja en sentido antihorario para que la muestra se quede uniformemente con el agar.

Para la incubación las cajas de *E. coli*; *Staphylococcus aureus*, *salmonella*, *Aerobios Mesófilos*, y *Coliformes Totales*, se incubo en una estufa a 35-45°C durante 48 horas para el conteo. Para *Mohos* y *levaduras*, se incubo en una estufa de temperatura ambiente durante 72 hora para su posterior conteo.

Para el conteo de microorganismos, se escogió las placas que estaban con colonia o con crecimientos microbiano, para ello se colocó la caja Petri invertida en el contador de colonias, que es un aparato que, mediante la iluminación y una lupa, nos permite observar con mayor nitidez las colonias y por tanto se facilita su recuento.

3.5.11 Calidad organoléptica de producto

Según (Santos, 2013: p. 32), describe que la evaluación sensorial se centra en todos los sentidos, a pesar de la creencia popular de que se trata de conocimiento. La evaluación sensorial es un análisis estandarizado de los alimentos utilizando los sentidos. La evaluación sensorial se utiliza en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, cuando se compara un nuevo producto que se ingresa al mercado, en tecnología de alimentos cuando se intenta evaluar un nuevo producto.

La evaluación sensorial se realizó a los jueces semi entrenados, los cuales se evaluaron los siguientes parámetros: color, sabor, olor, textura por lo tanto se le asignó las siguientes puntuaciones (5; Me gusta mucho, 4; Me gusta ligeramente, 3; Ni me gusta ni me disgusta, 2; Me disgusta ligeramente, 1; Me disgusta muchísimo). Antes de la evaluación las muestras se codifican en vaso desechables y presentada de forma aleatoria para evitar las confusiones en cuanto a las valoraciones de los panelistas.

La evaluación sensorial se preparó total de 10 muestras para un total de 40 encuestados, se procedió a repartir las muestras a cada panelista y con un vaso de agua como un borrador, esto se debe que cada muestra que analiza se enjuague la boca los panelistas, respectivamente se da un tiempo de 10 minutos para la evaluación y al final se retira las boletas. Los Parámetros e indicadores se les considero con en la tabla 7-3.

Tabla 2-3 Parámetros e indicadores de análisis sensorial

Parámetros	Indicadores	Puntuación
Color	Me gusta mucho	5
	Me gusta	4
	Ni me gusta ni me disgusta	3
	Me disgusta	2
	Me disgusta mucho	1
Sabor	Me gusta mucho	5
	Me gusta	4
	Ni me gusta ni me disgusta	3
	Me disgusta	2
	Me disgusta mucho	1
Olor	Me gusta mucho	5
	Me gusta	4
	Ni me gusta ni me disgusta	3
	Me disgusta	2
	Me disgusta mucho	1
Textura	Me gusta mucho	5
	Me gusta	4
	Ni me gusta ni me disgusta	3
	Me disgusta	2
	Me disgusta mucho	1

Fuente: (Santos, 2013)

Realizado por: Cristian, Quishpe, 2023.

3.6 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se consideraron fueron las siguientes:

3.6.1 Características del proceso de deshidratación del brócoli

- Temperatura (°C)
- Tiempo de deshidratación (min)
- Pérdida de peso (g)
- Rendimiento (%)

3.6.2 Características fisicoquímicas de las sopas deshidratadas

- pH
- Acidez titulable (%)
- Contenido de grasa (%)

- Contenido de proteína (%)
- Contenido de fibra bruta (%)
- Contenido de ceniza (%)
- Contenido de humedad (%)

3.6.3 *Presencia microbiológica*

- *Escherichia coli*, (UFC/g)
- *Staphylococcus aureus*, (UFC/g)
- *Salmonella*, (UFC/g)
- *Aerobios mesófilos*, (UFC/g)
- *Mohos y levaduras*, (UFC/g)
- *Coliformes totales*, (UFC/g)

3.6.4 *Evaluación sensorial*

- Color, puntos
- Olor, puntos
- Sabor, puntos
- Textura, puntos

3.7 **Análisis estadístico y pruebas de significancia**

Los resultados experimentales obtenidos de los dos grupos (deshidratación y liofilización), se analizaron mediante la prueba t' Student, que permite comparar las medias de dos grupos para aceptar o rechazar la hipótesis de trabajo, para lo cual se utiliza el siguiente propuesto matemático:

$$t'cal = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{Sd}$$

Donde:

t' cal= valor calculado de t' Student

\bar{X} = medias de cada grupo

Sd = desviacion estándar de las diferencias

Para las variables no paramétricas (análisis sensorial), se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, que se basa en el siguiente modelo matemático:

$$H = \frac{\frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{(R_i^*)^2}{n_i} - 3(n+1)}{1 - \frac{\sum_{j=1}^e (e_j^3 - e_j)}{n^3 - n}}$$

En donde:

H: Valor calculado de la prueba de Kruskal-Wallis

R_i: Sumatoria de los rangos de las observaciones del i-ésimo tratamiento.

n_i: Número de observaciones del i-ésimo grupo.

N: Número total de observaciones.

e: Número de grupos con observaciones iguales.

3.8 Procedimiento experimental

3.8.1 Adquisición y preparación de la materia prima

El brócoli se adquirió en el mercado La Condamine de la ciudad de Riobamba, se recepto previa inspección, luego se registró el peso para determinar los parámetros de rendimiento, para el proceso de sopa deshidratada.

Para deshidratar y liofilizar el brócoli se descartaron las hojas y los tallos, las inflorescencias fueron cortadas en trozos de 3 a 4 cm aproximadamente.

3.8.2 Fase de deshidratación de brócoli

Para la deshidratación del brócoli, se utilizó diferentes tipos de deshidratadores como son: secador por bandejas y liofilizador.

Para deshidratación y liofilización de brócoli primero se desinfectó toda el área de trabajo, la mesa de trabajo, y los materiales que se va a utilizar para este proceso, se empezó con la recepción de materia prima que verifica y comprueba la seguridad de la materia prima. Cada brócoli se somete a un cuidadoso proceso de control de calidad que retira cualquier material extraño que está presente en la materia prima. Los cortes se realizaron de manera transversal con una medida de entre 3 y 4 cm de ancho por corte a las inflorescencias. Se procedió a pesar utilizando una balanza analítica, así para obtener la cantidad exacta de materia prima. Para el lavado de los cortes de inflorescencia se utilizó la solución de ácido cítrico 0,01% por un minuto, este evita el

pardeamiento enzimático, además garantiza la seguridad en el proceso. Se filtró con cedazo para que el agua de la inmersión se filtre todo. Posteriormente se sometió diferentes temperaturas de deshidratación en secador de bandejas de 60°C, 65°C y 70°C, para liofilización se sometió solo una temperatura -15°C (nitrógeno líquido) y la presión interna de cámara fue de 60 Pa. Con la ayuda de balanza se registró el peso inicial de brócoli para ser sometida a cada una de las temperaturas de deshidratación. Los datos del proceso de secado se obtuvieron pesando muestras periódicamente a intervalos tiempo en (min), hasta alcanzar mayor pérdida de humedad en la materia prima y que el peso quede constante, se registró el tiempo de duración del deshidratado y liofilizado. Luego de haber obtenido brócoli deshidratado y liofilizado, con la ayudada de procesadora de alimentos se procedió la molienda con el fin de tritura y obtener partículas pequeñas (polvo). Para el tamizado se utilizó tamiz de (450 μ), este proceso se realiza con el fin de obtener el polvo muy finas y se envaso en las fundas plásticas para su posterior formulación, luego de la formulación se llevó a cabo a los análisis bromatológicos, microbiológicos y la aceptabilidad del producto (análisis sensorial). Para la deshidratación de brócoli se trabajó en base de siguiente diagrama de flujo de la figura

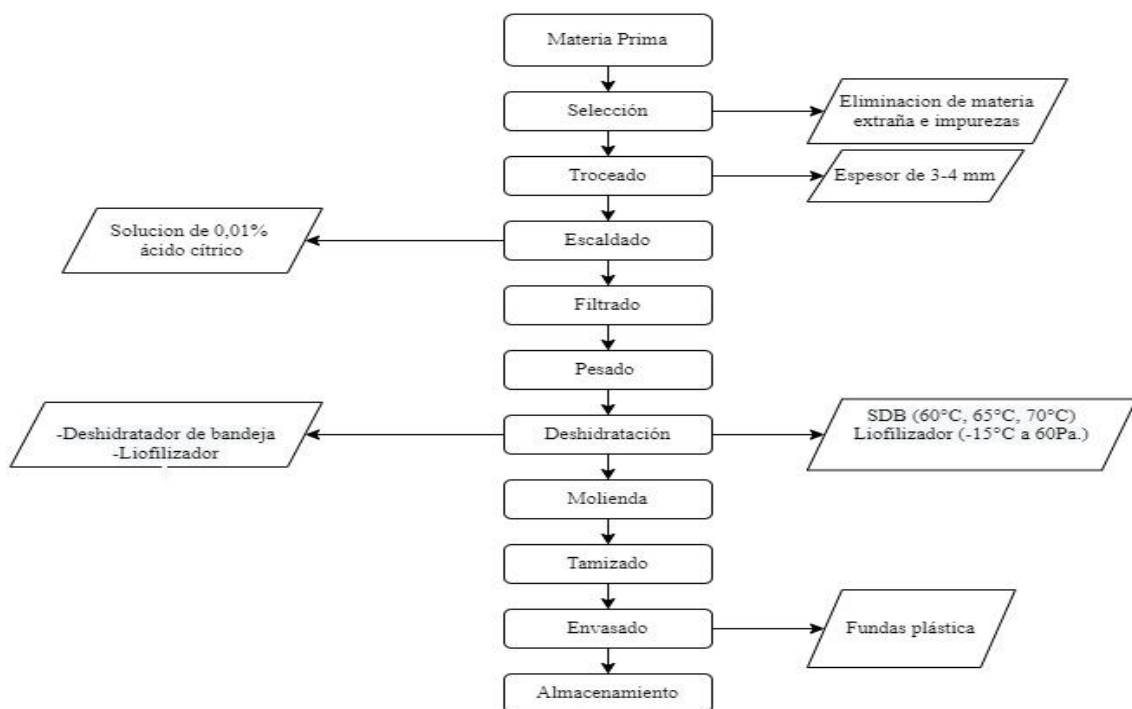


Ilustración 1-3 Diagrama de proceso para la obtención de polvo de brócoli por método de liofilizador y deshidratador de bandejas

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2022.

Una vez obtenido polvo de brócoli deshidratado y liofilizado para elaborar sopas deshidratadas se realizó las siguientes formulaciones con diferentes ingrediente e insumos alimentarios, como se indica en la siguiente tabla 6-3.

Tabla 3-3 Formulación para sopas deshidratadas

Formulaciones para sopas deshidratadas	
Ingredientes	Cantidades (%)
Polvo de Brócoli	46,20
Sal	7,70
Cebolla en polvo	1,78
Albahaca	0,08
Orégano	0,10
Ajo	1,17
Pimienta Blanca	0,036
Glutamato	0,019
Leche en polvo	21,53
Almidón	21,53
Total	100

Fuente: (Limonés y García, 2022)

Realizado por: Cristian, Quishpe, 2022.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Tiempo y peso requerido para la deshidratación de brócoli

Los resultados obtenidos de las características del proceso de deshidratación del brócoli mediante dos métodos se indica en la tabla 1-4.

Tabla 1-4 Tiempo y peso requerido para la deshidratación de brócoli mediante dos métodos.

Variables	Deshidratado en Bandejas		Deshidratado en Liofilizador		Tcal	Probabilidad
	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS		
Temperatura	60		-15			
Tiempo	1056	± 6,52	4298	± 32,52	218,58	0,0002
Peso	55,10	± 1,07	14,20	± 0,16	84,58	0,0004
Rendimiento	11,00	± 0,21	11,14	± 0,15	1,20	0,2700

Prob. > 0.05 no existen diferencias significativas

Prob. > 0.01 no existen diferencias significativas

DS: desviación estándar

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

4.1.1 Temperatura

La temperatura óptima para deshidratar el brócoli mediante secador de bandejas fue de 60°C; en cambio al entrar al liofilizador se bajó la temperatura a -15°C, temperaturas que concuerdan con los señalados (Pérez, 2013: p. 56), que menciona que al utilizar e deshidratador se puede evitar la pérdida de nutrientes cuando se utilizan temperaturas que van desde 60 a 70 °C; en cambio respecto al uso del liofilizador, (Guallpa, 2021: p. 20), describe que es una técnica valiosa dentro de la industria alimentaria ya que permite obtener productos de alta calidad, pues conserva las características fisicoquímicas y organolépticos de los alimentos y se puede emplear a temperaturas de -15 a -20 °C.

4.1.2 Tiempo

El tiempo que requirió el brócoli para deshidratarse mediante el secador de bandejas fue de 1056 ± 6,52 minutos, en cambio al utilizarse al liofilizador se requirió un mayor periodo de tiempo que fue de 4298 ± 32,52 minutos por lo que estadísticamente presentan diferencia altamente significativa ($P > 0,01$), entre estos valores, respuesta que concuerda (Maldonado y Pacheco, 2003: p. 5),

menciona que para deshidratar el brócoli en secador de bandejas se realizó un tiempo de entre 1040-1060 min, debido a su correcta convención forzada de aire caliente a 60°C, por lo que es recomendable el uso de este equipo para la deshidratación de rápida del brócoli.

Con respecto las respuesta obtenida de liofilizador concuerda con lo señalado por (Gualpa, 2021: p. 45), menciona que el liofilizador es un método que consiste en congelar el alimento para luego someterlo a un proceso de vacío, permitiendo que el agua se evapore sin pasar por el estado líquido (sublimación), se caracteriza por ser un proceso que no afecta a los nutrientes del alimento, pero tiene un costo elevado por lo que se puede combinar con otras técnicas de secado para poder hacerlo más económico, suele utilizarse en producto farmacéuticos, concentrados y café instantáneo, es por eso el tiempo de secado es muy larga que dura entre 7 a 9 días. Estableciendo por consiguiente que con la utilización de deshidratación mediante el secador de placas existirá un ahorro de tiempo considerable.

4.1.3 *Peso y rendimiento*

Al utilizar secador de placas para deshidratar brócoli, de un peso inicial de 500 g (brócoli fresco) se obtuvo un peso final de $55,01 \pm 1,07$ g; respecto al empleo de liofilizador de un peso inicial de 100 g se alcanzó un peso final de $14,20 \pm 0,16$ g; por lo que estableciendo la relación para determinar los rendimientos se establecieron respuestas estadísticamente son iguales ($p > 0,05$), ya que los valores determinados fueron de $11,00 \pm 0,21\%$ en la deshidratación de bandejas y $11,14 \pm 0,15\%$ en liofilizador. Por lo que se puede atribuir que los rendimientos obtenidos de deshidratación de brócoli son independientes de tipo de deshidratador utilizados, ya que de acuerdo a (Carolina, Llanos y Adolfo, 2015: p. 17), ambos métodos eliminan la humedad del producto para su conservación del producto por más tiempo e indica que se puede establecer rendimientos entre 1, y 15 % tanto en vegetales como en frutas.

4.2 *Características fisicoquímicas de sopas deshidratadas de brócoli mediante dos métodos.*

En la Tabla 2-4, se reportan los resultados de las características fisicoquímicas de las sopas deshidratadas de brócoli mediante dos métodos, las mismas que se analizan a continuación:

Tabla 2-4 Características fisicoquímicas de las sopas deshidratadas de brócoli mediante dos métodos.

Parámetros	Deshidratado en Bandejas		Deshidratado en Liofilizador		Tcal	Probabilidad
	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS		
Humedad (%)	7,90	± 0,22	6,10	± 1,03	3,62	0,006
Grasa (%)	2,43	± 1,07	2,17	± 1,13	0,38	0,71
Fibra (%)	10,64	± 1,40	12,66	± 3,10	1,23	0,25
Cenizas (%)	5,07	± 0,57	5,35	± 0,49	0,82	0,43
Proteína (%)	9,49	± 4,01	11,71	± 4,56	0,82	0,44
pH	5,72	± 0,16	5,66	± 0,17	0,59	0,57
Acidez (%)	0,34	± 0,09	0,36	± 0,11	0,32	0,76
ELnN (%)	64,46	± 5,06	62,02	± 4,04	0,84	0,42

Prob. > 0,05 no existen diferencias significativas

Prob. > 0,01 no existen diferencias significativas

Realizado por: Cristian, Quishpe, 2023.

4.2.1 Humedad

La humedad de las sopas deshidratadas presentaron valores de 7,90 % cuando se utilizó brócoli deshidratado y 6,10 % cuando se utilizó brócoli liofilizado (Ilustración 1-4), respuestas estadísticamente son diferentes altamente significativas ($p > 0,01$), por lo que establece que al utilizar el liofilizador la sopa elaborada con brócoli liofilizado presenta un menor contenido de humedad, lo que concuerda con lo reportado por (Matheus, 2018: p. 7), quien menciona que al liofilizar los alimentos se elimina mayor cantidad de agua, con respecto al deshidratador.

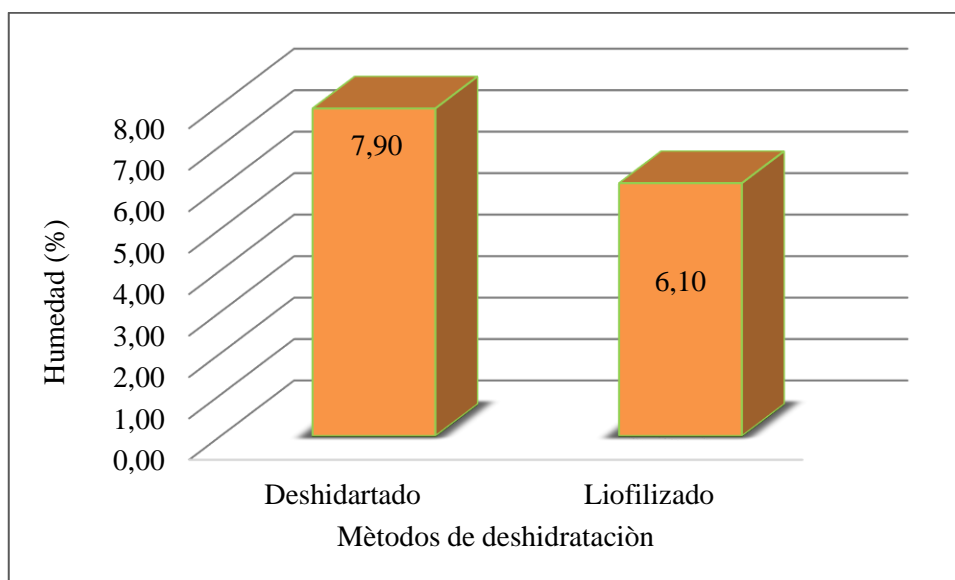


Ilustración 1-4 Contenido de humedad de la sopa deshidratada con diferentes métodos de deshidratación.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

Con respecto al secador de bandejas (Maldonado y Pacheco, 2003: p. 2), menciona que al utilizar el proceso de deshidratación de brócoli se logra productos con contenidos de humedad entre 6,49 % y 9,19 %, reporte que guarda con relación a los obtenidos en presente trabajo, además, estos resultados están dentro de los requisitos de la Norma INEN 2602: 2011 para sopas, caldos y cremas, que señala debe contener un máximo de 8 % de humedad.

4.2.2 Grasa

En cuanto a los resultados de grasa de las sopas deshidratadas presentaron valores de 2,43 % cuando se utilizó brócoli deshidratado y 2,17 % cuando se utilizó brócoli liofilizado (Ilustración 2-4), demostrando que estadísticamente no existe diferencias significativas ($p > 0.05$), por lo tanto, al utilizar brócoli liofilizado y deshidratado, no influye en el contenido de grasa de las sopas.

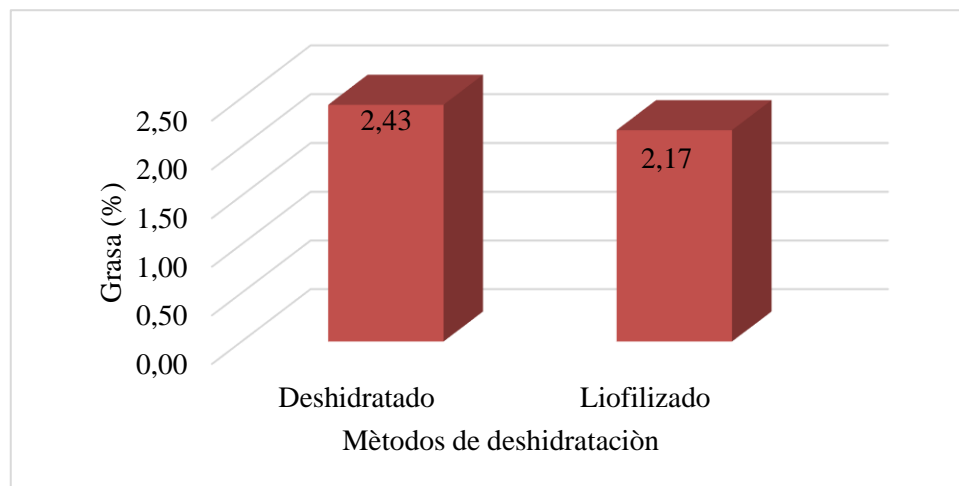


Ilustración 2-4 Contenido de grasa de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango que reporta (Aguilar, 2020: p. 50), que en su investigación denominada “Desarrollo de una sopa instantánea a partir de harinas de cáscaras de sandía (*Citrullus lanatus*) y de plátano (*Musa paradisiaca*)” obtuvo valores de 0,19 a 4,96 % de grasa.

4.2.3 Fibra

El contenido de fibra de las sopas deshidratadas, presentaron valores de 10,64 % al utilizar brócoli deshidratado, mientras que al utilizar brócoli liofilizada se obtuvo 12,16 % (Ilustración 3-4), con lo que se demostró que no existe diferencias significativas ($p > 0,05$), por lo tanto, el brócoli liofilizado y deshidratado no influye en el contenido de fibra de las sopas deshidratadas. Estos

resultados se encuentran dentro del rango reportado por (Villarroel, 2012: p. 109), quien encontró valores de 5,23 a 13,6 % de fibra en la sopa instantánea de amaranto.

Según (Santos, 2013: p. 67) menciona que la disminución del contenido de fibra depende del proceso de molienda y tamizado, posiblemente se de a la retención de fibra en la malla 200 um, sin embargo, este resulta favorable para la elaboración de sopa deshidratada.

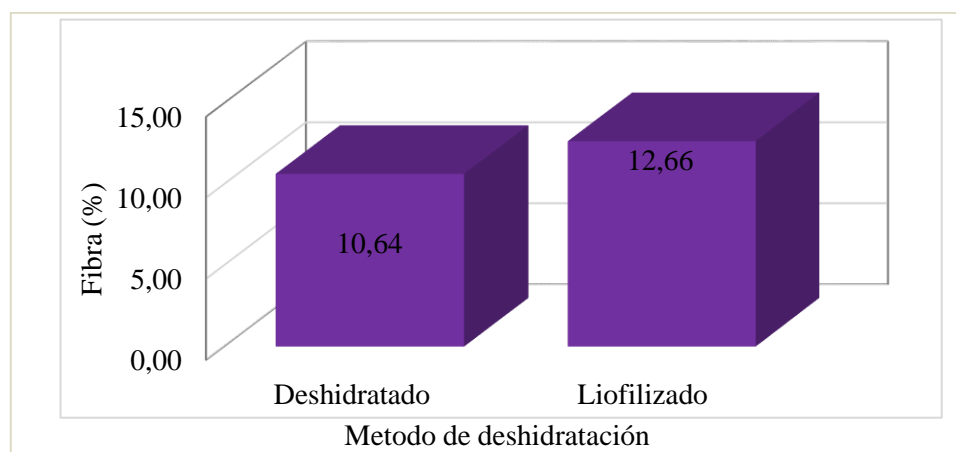


Ilustración 3-4 Contenido de fibra de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

4.2.4 Cenizas

En cuanto al contenido de ceniza de las sopas deshidratadas presentaron valores de 5,07 % cuando se utilizó brócoli deshidratada y 5,34 % cuando se utilizó brócoli liofilizado (Ilustración 4-4), lo que significa que no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), por lo tanto, al utilizar brócoli liofilizado y deshidratado, no afecta contenido de cenizas del producto. Teniendo en cuenta la investigación de (Yntusca, 2018: p. 63), los valores obtenidos son inferiores a los registrados en dicho estudio, puesto que determinó una cantidad de 6,40 % de contenido de cenizas para la sopa instantánea enriquecida con quinua; asimismo (Hinostrosa y Flores, 2016), reportaron 6.46 % de ceniza para la sopa instantánea de quinua de variedad Huaylas; mientras que (Villarroel, 2012: p. 109), obtuvo contenido de ceniza de 11 % para la sopa instantánea nutritiva a base de amaranto.

Según (Yntusca, 2018: p. 62), menciona que el menor contenido de ceniza se debe al proceso térmico que se le da en la deshidratación en el que se concentran los nutrientes, su concentración en los vegetales está en función de aspectos genéticos, almacenamiento y madurez en momento de consumo, también se pierde en el proceso de molienda de brócoli, por que quedan retenidos subproductos como el tallo, en donde se halla una parte considerable de minerales.

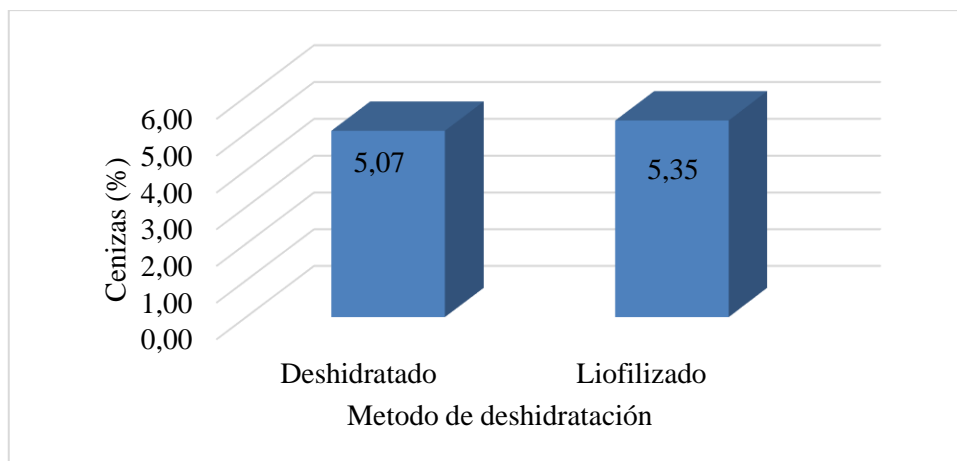


Ilustración 4-4 Contenido de cenizas de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

4.2.5 Proteína

Para el contenido de proteína de las sopas deshidratadas no registra diferencias significativas ($p > 0,05$), obteniendo valores de 9,49 % cuando se utilizó brócoli deshidratada y 11,71 % cuando se utilizó brócoli liofilizado (Ilustración 5-4), por lo que se determinó que, al utilizar con brócoli liofilizado y deshidratado, no influye en el contenido de proteína del producto.

Los resultados son similares a la investigación de (Yntusca, 2018: p. 57), quien encontró valores de 9,47 % a 12,56 % de proteínas para la sopa instantánea de quinua, asimismo (Alpusig, 2012: p. 94), quien reportó un contenido de proteínas 9,13 % para la sopa instantánea de una mezcla de cebada, quinua y trigo.

Según (Villaruel, 2012: p. 107), menciona que al deshidratar un alimento pierde su contenido de humedad, lo cual da como resultado un aumento en la concentración de nutrientes en la masa restante, las proteínas están presentes en mayor cantidad por unidad de peso en los alimentos secados o deshidratados que su contrario fresco.

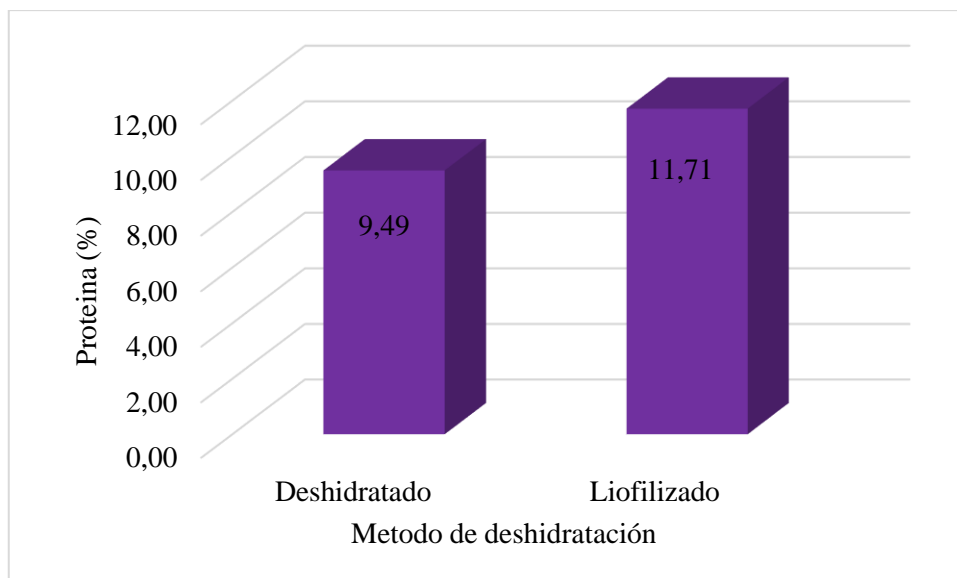


Ilustración 5-4 Contenido de proteína de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

4.2.6 pH

El pH de las sopas deshidratadas presentaron valores de 5,72 cuando se utilizó brócoli deshidratado y 5,76 cuando se utilizó brócoli liofilizado (Ilustración 6-4), por tal razón no se presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), por lo que las sopas elaboradas con brócoli liofilizado y deshidratado no altera el pH del producto por ende la acidez es depende del pH. Estos resultados concuerdan por lo expresado por (Villaruel, 2012: p. 105), que encontró valores de pH entre 5,7 a 6,38 para la sopa instantánea de amaranto, mientras que en la investigación propuesta por (Limonos y García, 2021: p. 51), demostró que su producto tiene un pH de 5,52 para la sopa deshidratada a base de harina de chocho.

Según (Santos, 2013: p. 66), menciona que las hortalizas contienen una escasa proporción de ácidos libres, encontrándose en su mayoría en forma de sales, lo que repercute en el pH, que oscilan, aproximadamente entre 5,5 a 7, es decir son menos acidas que las frutas

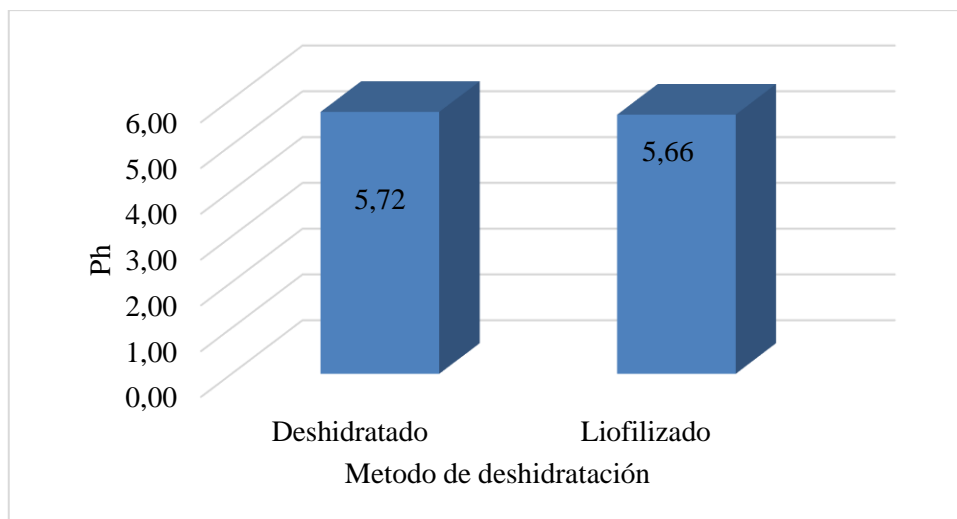


Ilustración 6-4 Contenido de proteína de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

4.2.7 Acidez

En cuanto al valor de acidez de las sopas deshidratadas presentaron valores de 0,34 % al utilizar brócoli deshidratada y 0,37% al utilizar brócoli liofilizado (Ilustración 7-4), en la cual estadísticamente no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), por ende, al utilizar el liofilizador y secador de bandejas de las sopas elaborada con brócoli liofilizado y deshidratada no altera la acidez del producto. Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares al realizado por (Limonés y García, 2021: p. 51), que obtuvo valores de acidez de 0,37 % en la sopa instantánea de chocho; sin embargo, los resultados difieren a lo señalado por (Delgado, 2020: p. 25), quien presenta un valor de acidez de 0,18 % para sopa instantánea de harina de soya, posiblemente esto se debe por la utilización de diferentes especias e insumos alimentarios.

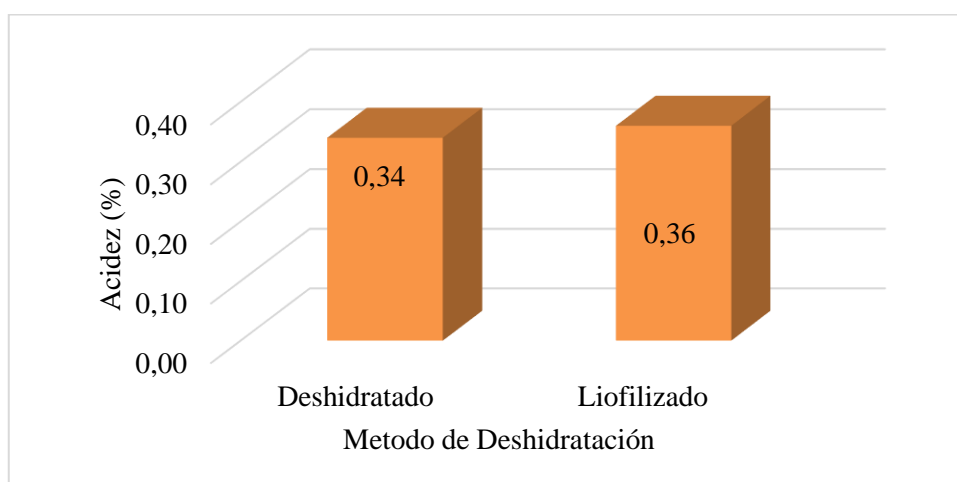


Ilustración 7-4 Acidez de sopas deshidratadas con diferentes métodos de deshidratación.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

4.2.8 Extracto libre no nitrogenado

El contenido extracto libre no nitrogenado (ELnN) de las sopas deshidratadas presentaron valores de 64,46 % cuando se utilizó brócoli deshidratado y 62,02 % cuando se utilizó brócoli liofilizado (Ilustración 8-4), en la cual no se presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), por lo que establece que al utilizar el liofilizador, la sopa elaborada con brócoli liofilizado y liofilizada no altera el contenido de extracto libre no nitrogenado (ELnN).

En la investigación realizada por (Villaruel, 2012: p. 110), presentó 42,82 % de carbohidratos en la sopa deshidratada de amaranto, resultado inferior al obtenido en la presente investigación, posiblemente esta diferencia se deba uso de almidón de maíz y leche en polvo que se añadió en la sopa deshidratada de brócoli; no obstante el estudio realizado por (Aguilar, 2020: p. 50), mostró un valor de 72,46 % de extracto libre no nitrogenado para la sopa instantánea de harina de cascara de sandia, resultado superior al de presente investigación, esto se deba por que la cascara de sandia contiene alto contenido de carbohidratos y uso de almidón para la elaboración del producto.

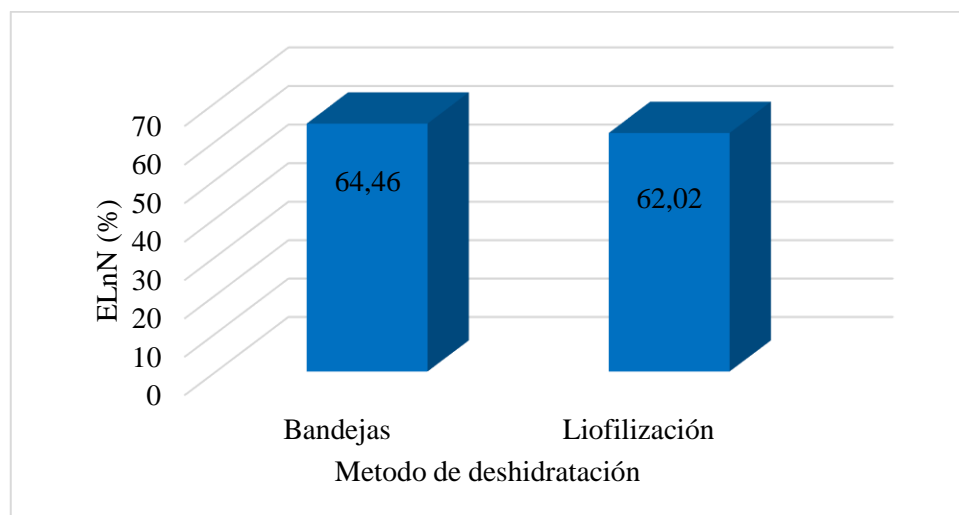


Ilustración 8-4 Contenido de extracto libre no nitrogenado.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

4.3 Análisis microbiológico de sopas deshidratada a partir de brócoli

La sopa deshidratada se siguió los límites permitidos según la norma INEN 2602: 2011 en la cual se detalla en la tabla 3-4.

Tabla 3-4 Análisis microbiológico de sopas deshidratadas de brócoli con diferentes métodos de deshidratación.

Patología	Deshidratado en bandejas		Deshidratado en liofilizador		Tcal	Prob.
	\bar{X}	DS	\bar{X}	DS		
<i>Mohos y levaduras (UFC/g)</i>	53	33,2	59	30,4	0,30	0,8
<i>Staphylococcus. Aureus (UFC/g)</i>	9	5,77	24	5,51	1,89	0,1
<i>Coliformes Totales (UFC/g)</i>	66	30,09	68	27,61	0,15	0,89
<i>Aerobios mesófilos (UFC/g)</i>	6	1,68	9	5,50	1,09	0,31
<i>Salmonella (UFC/25 g)</i>	Ausencia		Ausencia			
<i>E. Coli (UFC/g)</i>	Ausencia		Ausencia			

Realizado por: Cristian, Quishpe, 2023.

4.3.1 *Mohos y levaduras*

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico de las sopas deshidratadas de brócoli demuestran la presencia de *hongos y levaduras* de 53 unidades formadoras de colonias (UFC/g) al utilizar brócoli deshidratado y 59 UFC/g cuando se utilizó brócoli liofilizada, demuestra que no existe diferencias significativas ($p>0,05$), por lo tanto, las sopas elaborada con brócoli liofilizada y deshidratado, se encuentran dentro de los requisitos establecidos de la Norma INEN 2602:2011, sopas, caldos y cremas, sin embargo límite de aceptación mínima es 10 UFC/g y máximo 100 UFC/g.

4.3.2 *Staphylococcus, aureus*

En la tabla 3-4 se observa los análisis microbiológicos de las sopas deshidratadas de brócoli, no presenta diferencias significativas ($p>0,05$), en el recuento de *Staphylococcus, aureus* presentaron valores de 9 unidades formadoras de colonias (UFC/g) cuando se utilizó brócoli deshidratado y 24 (UFC/g) cuando se utilizó brócoli liofilizada, se puede señalar que el producto, está dentro de límite de aceptación mínima de 10 UFC/g y máxima de 100 UFC/g según las exigencias de la norma técnica INEN 2602:2011.

4.3.3 *Coliformes totales*

Los análisis microbiológicos de las sopas deshidratadas de brócoli, estadísticamente no presentó diferencias significativas ($p>0,05$), existió presencia de *Coliformes totales* con valores de 66 unidades formadores de colonias (UFC/g) al utilizar brócoli deshidratado y 68 UFC/g cuando se utilizó brócoli liofilizada, por lo que establece que el producto se encuentra por debajo de los requisitos que indica la norma técnica INEN 2602:2011, señala nivel de aceptación mínima de 100 UFC/g y máxima de 1000 UFC/g.

4.3.4 *Aerobios mesófilos*

Al evaluar el análisis microbiológico de las sopas deshidratadas se pudo evidenciar presencia de *Aerobios mesófilos*, presentaron valores de 6 unidades formadores de colonias (UFC/g) al utilizar brócoli deshidratado y 9 UFC/g cuando se utilizó brócoli liofilizada, demostrando que no existe diferencias significativas ($p>0,05$), de esta manera se puede mencionar que las sopas elaboradas con brócoli liofilizada y deshidratado se encuentra por debajo de los requisitos que establece la norma técnica INEN 2602: 2011, que señala el nivel de aceptación mínima 1×10^2 UFC/g y máximo de 1×10^4 UFC/g.

4.3.5 *Salmonella y E. coli*

Los resultados del análisis microbiológico de las sopas deshidratadas, *Salmonella* y *E. coli* presentó ausencia, se encuentra dentro de los requisitos que menciona NTE INEN 2602: 2011, indicando que debe existir ausencia. Los valores obtenidos demuestran, que fueron analizadas con una correcta higiene en todo el proceso de elaboración, lo que indica que es un producto apto para el consumo y no presenta ningún peligro para el consumidor.

4.4 Evaluación sensorial de sopas deshidratadas de brócoli

De acuerdo de las encuestas realizadas considerando los siguientes parámetros (color, sabor, olor y textura) a los cuales se les asignó una puntuación de 5 a 1 respectivamente se demuestra en la tabla 5-4.

Tabla 4-4 Valoración organoléptica de las sopas deshidratada a partir de brócoli.

Atributos de Evaluación	Métodos de secado		Hcal	Prob.
	Deshidratado	Liofilización		
Color	4	4	0,88	0,3968
	Me gusta	Me gusta		
Sabor	4	4	0,39	0,6667
	Me gusta	Me gusta		
Olor	3	3	0,01	0,9524
	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta		
Textura	4	4	3,15	0,119
	Me gusta	Me gusta		

Prob. >0.01 no existe diferencias significativas.

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

4.4.1 Color

Con respecto al color de las sopas deshidratadas no presentó diferencias significativas ($p>0.05$), según la aceptación de los catadores las sopas elaboradas con brócoli liofilizada y deshidratado, recibieron una calificación de 4 puntos sobre 5 de referencia, con la denominación de “me gusta ligeramente”, por lo que puede considerarse que el brócoli liofilizado y deshidratado utilizados estadísticamente no pierde el color de brócoli del producto.

4.4.2 Sabor

La calificación asignada al atributo sabor de las sopas deshidratadas de brócoli no presenta diferencias significativas ($p>0,05$), por cuanto las calificaciones asignadas por los evaluadores a todos los grupos asignaron la valoración de “me gusta ligeramente” que equivale 4 puntos sobre 5, ya que presenta sabor característico de brócoli.

Según la investigación realizado por (Villarroel, 2012: p. 102), menciona que las hierbas, especias y sal se incorporan a los alimentos tan solo en pequeñas cantidades, pero efectúan contribuciones importantes por lo que respecta a sabor y al olor debido a la presencia de aceites volátiles (aceites esenciales) y aceites fijos.

4.4.3 Olor

El olor de las sopas deshidratadas no presenta diferencias significativas ($p>0.05$), según la aceptación de los catadores las sopas elaboradas con brócoli liofilizada y deshidratado recibieron una calificación de 3 puntos sobre 5 de referencia y que de acuerdo a la escala hedónica les corresponde una valoración de “ni me gusta ni me disgusta” por consiguiente presentaron olor característico de brócoli en el producto.

En la investigación realizada por (Villarroel, 2012: p. 104), menciona que las hierbas, especias y sal se incorporan a los alimentos tan solo en pequeñas cantidades, pero efectúan contribuciones importantes por lo que respecta al sabor y al olor debido a la presencia de aceites volátiles (aceites esenciales) y aceites fijos.

4.4.4 Textura

La textura de las sopas deshidratadas no se vio afectada estadísticamente ($p < 0.05$), por cuanto las calificaciones asignadas por los evaluadores a todos los grupos les asignaron la valoración de “me gusta ligeramente” que equivale a 4 puntos sobre 5 de referencia, por lo tanto, el brócoli liofilizado utilizado presenta la misma característica que brócoli deshidratado.

Según (Badui, 2006: p. 84) menciona que el almidón cocido, gelatinizado y secado se hincha rápidamente en agua fría, forma una pasta estable; en un buen agente espesante y se emplea en alimentos cuyo consumo no requiere calentamiento prolongado.

Según (González, 2020: p. 19), menciona que cuando la suspensión agua-almidón se calienta de 55-80 °C, las partículas tienen la capacidad de absorber agua e hincharse, cuando su tamaño inicial aumenta muchas veces, forman una dispersión en el medio acuoso, a esta viscosidad máxima se le llama pasta o pegar, darle a la textura a la sopa.

4.5 Diseño de un proceso de agroindustrial con la utilización del software de simulación FlexSim, para la obtención de sopas deshidratadas o instantáneas.

Para la identificación de diferentes variables y desarrollo de procesos productivos de la elaboración de sopa deshidratada se utilizaron diferentes diagramas de proceso: Diagrama de flujo (identificación de variables, temperatura, tiempo, humedad, y volumen) nos permitió realizar el balance de peso, ; Diagrama de flujo de proceso (Establecer bombas, maquinaria, válvulas, tanques y filtros dentro del proceso productivo, y a la vez codificarlos e identificarlos); Diagrama P&ID se aplicó para identificar controles e indicadores de cada proceso teniendo en cuenta el nivel, temperatura y presión; Diagrama de representación física (permite observar la maquinaria de la planta, es más explicativo y fácil de entender); Diagramas físicos Flor Sheets (establece el diseño de la planta y la línea de producción y trabajo de operadores y supervisor.

4.5.1 Desempeño de los Equipos

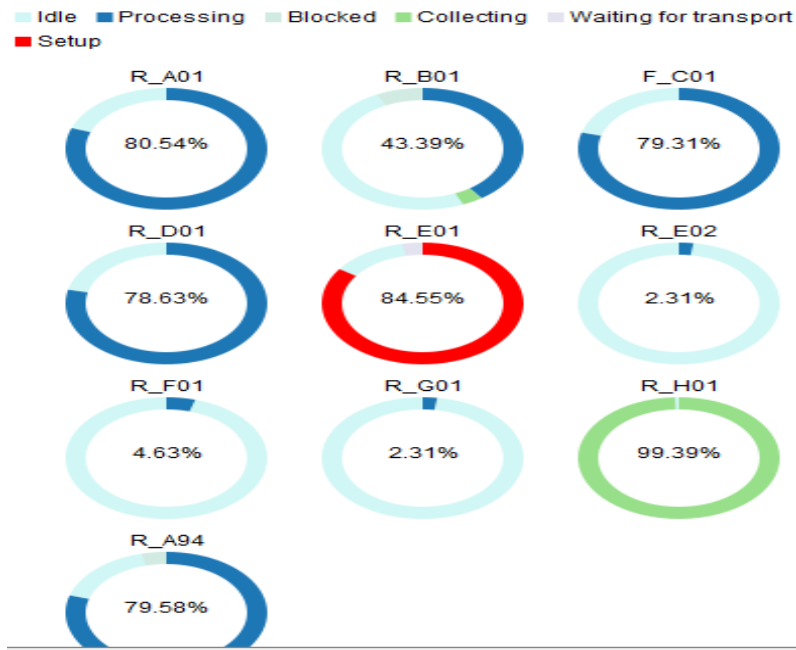


Ilustración 9-4 Desempeño de Equipo durante la simulación

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

Como se puede observar en la figura 9-4, se detalla los rendimientos que desempeña cada equipo dentro de la empresa procesadora de sopas deshidratada, por lo tanto indica que hay equipos subutilizados como es caso la segunda deshidratación con un rendimiento de 2,31%, seguido de la cortadora de hortalizas con un rendimiento de 43,39%, además el equipo de molienda tiene un rendimiento muy bajo de 4,63% y por último el tamizado tiene un rendimiento de 2,31% y con una espera de recepción del 84.54%, en cuanto a las maquina desinfectadora o escaldado solo alcanza 79,31% de rendimiento similar al molino el cual tiene un rendimiento de 78.63% durante las horas de trabajo, teniendo conocimientos de estos aspectos a continuación se proponen las siguientes optimizaciones.

Es importante enfocar rendimientos de equipos en caso de envasadora y el segundo deshidratador y tamizador no alcanza ni el 5% de su rendimiento durante horas de trabajo o proceso de productos, por ende, se recomienda utilizar un solo deshidratador y envasado. En caso de deshidratador durante este proceso se ocasiona cuello de botella en la producción es una punta que ralentiza todo el proceso de trabajo e impide o interrumpe el flujo de producción. Por lo general, el problema se debe a la falta de conocimiento del proceso, que repercute directamente en su ejecución. Como es el caso del molino y la tamizadora, por ende, para la optimización de este proceso se podría adquirir una deshidratadora de mayor capacidad, o a su vez dos deshidratadoras, debido a que y tranquilamente las máquinas que la subsiguen estarían en la capacidad de soportar dos deshidratadoras o más.

4.5.2 Optimización de recursos

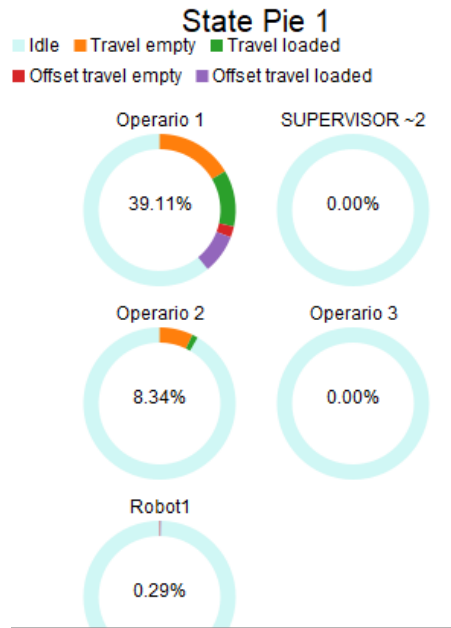


Ilustración 10-4 Desempeño de los operadores en proceso de producción.
Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

En la figura 10-4 se observa el desempeño que tiene cada operario y el robot en la procesadora de sopas deshidratadas. El operario 1 se encarga de pasar la materia prima y se encarga de pasar a otros procesos, su jornada laboral es del 39,11%. El operario dos se procede colocar las hortalizas troceadas y desinfectadas en los secadores de bandejas, el mismo operador se encarga de retirar brócoli deshidratada, su jornada laboral es de 8,34% debido a espera durante la deshidratación, el operador 3 controla el envasado y empaclado de producto terminado, es el mismo encargado de almacenar y transportar el producto por lo tanto su rendimiento no se supera ni 1%, en el caso de robot es el encargado de colocar los envases en la envasadora tampoco supera 1% de su jornada laboral. Teniendo cuenta estos datos se procede ver otras soluciones.

Para la optimización de los operadores, como se indica en la figura 10-4 operador 2, 3 y robot 1 son los que menos trabajan, por lo tanto, para optimizar fuentes de energía, tiempo y recursos es necesario despedir uno de los operarios en este caso operario 2 ya que su rendimiento laboral no llega ni el 1%o también sacar el robot de área de envasado y llevarla hacia área de deshidratado donde se aprovecha al máximo su trabajo en un caso extremo. El rendimiento laboral del operario aumentase cuando se remueve a otro lugar al robot. Si desea una mayor optimización en cuanto al empaque, coloque uno o dos robots en la empacadora y estos robots encargaran de colocar los envases y entregar los productos terminados al almacén, optimizando así el tiempo, recursos, eficiencia, economía y energía.

CONCLUSIONES

Para la deshidratación de brócoli en secador de bandejas se requiere un tiempo de 1056 minutos a 60 °C, obteniendo un rendimiento del 11%, mientras que en la utilización de liofilización se requirió 4298 minutos mayor tiempo a -15°C, obteniendo rendimiento de 11%.

La sopa deshidratada de brócoli utilizando dos métodos de deshidratación presentan promedio de tanto en grasa 2,3 %, proteína 10,6 % y 63,24 % de extracto libre no nitrogenado, sin que este resultado altera por el tipo de deshidratador utilizado. La presencia microbiológica de las sopas deshidratadas de brócoli, están por debajo de norma INEN 2602:2011 por lo que se considera apto para consumo humano, ya que adicionalmente los catadores o análisis sensorial determino una muy buena aceptación ya que señalaron en categoría, me gusta.

Mediante la utilización de diagrama como el de bloques, diagrama de flujos de proceso, diagrama P&ID, diagrama de físico y diagrama de operación se logró el diseño del proceso agroindustrial para una capacidad de producción de 500 Kg al día de sopa deshidrata de brócoli.

RECOMENDACIONES

Elaborar sopa instantánea utilizando brócoli deshidratado mediante secador de bandejas, por que debido a su menor tiempo de duración para la deshidratación y bajo costo para la elaboración de sopas deshidratadas.

Utilizar diagrama obtenido por FlexSim ya que permite simular mejor en el tiempo, maquinarias, y operario para el proceso de obtención de sopas deshidratadas.

Incentivar el consumo de sopas deshidratadas de brócoli, ya que posee alto contenido proteico y bajos en grasa lo que beneficiará la salud de los consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, Jhon. Manufactura esbelta para la optimización de los procesos postcosecha en una empresa florícola [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2022. pp. 1-260. [Consulta: 2022-12-12]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36622>

AGUILAR, Víctor. Desarrollo de una sopa instantánea a partir de harinas de cáscaras de sandía (*Citrullus lanatus*) y de plátano (*Musa paradisiaca*) [En Línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Santiago de Guayaquil, Ecuador. 2020. pp. 1-125- [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15512/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-69.pdf>

ALPUSIG, María. Desarrollo y evaluación de la elaboración de una sopa instantánea a partir del arroz de cebada (*hordeumvulgare*) tostada y sin tostar con dos concentraciones de harina (quinua (*chenopodiumquinowilld*) y trigo (*triticumaestivum*), y dos saborizantes artificiales (res y pollo) en “cereales la pradera” en el periodo 2012 [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. 2012. pp. 1-143. [Consulta: 2023-02-09]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2649/1/T-UTC-00185.pdf>

ALVAREZ, Luisita. Propuesta de un plan de mejora de la producción en la empresa de confecciones lalangué s.a. para reducir las devoluciones [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú. 2018. pp. 1-142. [Consulta: 2022-12-20]. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1178/1/TL_AlvarezGonzagaLuisitaEstefani.pdf

AYALA, Nancy, & CALLE, Adriana. Aplicación de técnicas de deshidratación, maceración y escaldado, para la conservación de manzanas red deliciosas, flor de mayo y emilia. universidad de cuenca facultad de ciencias de la hospitalidad carrera de gastronomía [en línea] (Trabajo de Titulación). (Licenciatura en Gastronomía) Universidad de Cuenca, 2017. pp. 1-124. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25845/1/Proyecto de Intervención.pdf>

AZÚCAR, Limón. Procesos Industriales. Barcelona-España: Debate, 2016, pp. 1-62.

BADUI, S. *Química de los alimentos*. México. Cuarta Edición. 2006, pp. 1-738. Disponible en: www.pearsoneducacion.net

BECERRA, Emily. Agua y actividad de agua. Facultad de Ingeniería de Procesos [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Agustín, Perú. 2017. pp. 1-92. [consulta: 2022-12-16] Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3291/IAbecue03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHANGOLUIZA, Willington, & MARTÍNEZ, Deivy. Implementación de una máquina deshidratadora de insumos vegetales para el sector agroalimentario del cantón la maná [En línea] (Trabajo de Titulación). (ingeniería) Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. 2022. pp. 1-109. [Consultado: 2022-12-16]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8462/1/UTC-PIM-000421.pdf>

CHASPITANA, Cristian, & SORIA, Ricardo. Los sectores productivos y su incidencia en la creación de dinero endógeno en el ecuador [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. 2019. pp. 1-106. [Consulta: 2022-12-09]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20003/1/CD-9440.pdf>

CUZCO, Tanya, & GUAMBAÑA, Sonia. Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (*Arracia xanthorrhiza*) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad de Cuenca, Ecuador. 2019. pp. 1-79. [Consulta: 2022-12-27]. Disponible en: [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33534/1/Trabajo de Titulación.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33534/1/Trabajo%20de%20Titulaci%20n.pdf)

DA SILVA, Carlos. *Agroindustrias y desarrollo* [En línea]. Roma-Italia: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2013. [Consulta: 2022-12-05]. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/innovacion/lecturas/Adicional/20%20-%20Oda%20Silva%20et%20al.pdf>

DE LA VEGA, Francisco. Diseño y construcción de un deshidratador de plátano mediante el aprovechamiento de energía solar pasiva para los laboratorios de la Facultad Ingeniería Civil y Mecánica [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2017. pp. 1-113. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25559/1/Tesis%20I.%20M.%20382%20-%20De%20la%20Vega%20S%c3%a1nchez%20Francisco%20Franco.pdf>

DELGADO, Deisy. Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (*Brassica oleraceae var. italica*) [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. 2020. pp. 1-63. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6504/1/ELABORACI%C3%93N%20DE%20PASTA%20ALIMENTICIA%20CON%20SUSTITUCI%C3%93N%20PARCIAL%20DE%20HARINA%20DE%20BR%C3%93COLI%20%28Brassica%20oleraceae%20var.%20italica%29.pdf>

EGUILAS, Yolanda. y HUAMÁN, Elizabeth. Evaluación de la vida útil de rodajas de palta Hass (*Persea americana* Mill.) liofilizadas y empacadas en dos diferentes envases [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Barranca, Perú. 2020. pp. 1-132. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: <https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/70/TESIS%20Eguilas%20Caushi%20c%20Yolanda%20Maracruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ESMERALDA, Jenniffer. y NAZARENO, Jenniffer. Estudio bromatológico de la especie ecuatoriana arazá (*Eugenia stipitata*) de diferente origen geográfico [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad de Guayaquil. 2018. pp. 1-94. [Consulta: 2022-12-28]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33634/1/BCIEQ-T-0307%20Esmeralda%20Gamboa%20Jenniffer%20Gabriela%3b%20Nazareno%20Arroyo%20Jenniffer%20Isabel.pdf>

FITO, Pedro, & BARAT, José. *Introducción al secado de alimentos por aire caliente* [en línea]. Valencia-España. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2020. [consulta: 2022-12-16] Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/129677>

GONZALEZ, Humberto. Efecto de la adición de diferentes cantidades de almidón de maíz en la densidad de las sopas instantáneas. facultad de ciencias químicas y de la salud. carrera de ingeniería en alimentos [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad de técnica de Machala, Ecuador. 2020. pp. 1-46. [Consulta: 2023-02-02]. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16339/1/E11015_GONZALEZ%20VALAREZO%20HELMER%20MOISES.pdf

GUADALUPE, Michelle. Influencia de la deshidratación osmótica de las Habas frescas (*Vicia faba* L.) sobre el tiempo de secado [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias, Ecuador. 2021. pp. 1-89. [Consulta: 2022-12-22]. Disponible en: [http://181.198.35.98/Archivos/GUADALUPE TAPIA MICHELLE STEFANIE.pdf](http://181.198.35.98/Archivos/GUADALUPE_TAPIA_MICHELLE_STEFANIE.pdf)

GUALLEPA, Andrea. Evaluación del proceso de liofilización en fresa (*fragaria ananassa*) para su aplicación en la industria alimentaria [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2021. Pp. 1-59. [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/15528/1/27T00481.pdf>

GUANOQUIZA, Nelly., 2014: p. Crema instantánea de hortalizas con adición de hígado de pollo para mejorar su calidad nutricional [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador. 2014. pp. 1-125. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <https://1library.co/document/qvjvo9gq-crema-instantanea-hortalizas-adicion-higado-mejorar-calidad-nutricional.html>

GUANOTUÑA, Marlene. Tecnología de procesamiento postcosecha y el tiempo de vida útil del Brócoli (*Brassica oleracea*) en la empresa provefrut de la provincia de Cotopaxi [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2007. pp. 1-73. [Consulta: 2022-11-28]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3417/3/PAL129.pdf>

GUTIÉRREZ, Yamilé. Elaboración de un dip vegetal a partir de sub - productos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) y zanahoria (*Daucus carota*), como alternativa para el consumo [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Católica De Santiago De Guayaquil, Ecuador. 2016. pp. 1-106. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5437/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-4.pdf>

GUZMÁN, Enrique, & MEYTHALER, Jorge. Diseño y Construcción de un Horno de tipo Poliédrico inclinado para secado de frutas por Condensación, con una Capacidad máxima de 55 Kg. para el Laboratorio de Energías Renovables – FIME [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador. 2007. pp. 1-245. [Consulta: 2022-12-18]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/627/T-ESPE-014804.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUILLÉN, HUGO. Procesos biológicos [En línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad Autónoma De Chiapas, México. 2012. pp. 1-77. [Consulta: 2022-12-09]. Disponible en: <http://www.cecodes.net/Apuntes/PROCESOS%20BIOL%C3%93GICOS.pdf>

HIPO, Paulina. Estudio de una mezcla de sacarosa más mora (*rubus glaucus*) liofilizada para su aplicación en la industria alimentaria [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, Ecuador. 2021. pp. 1-64 [Consulta: 2023-02-13]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/15529/1/27T00482.pdf>

JAPA, Lida. Efectos de los métodos de deshidratación de frutas sobre sus propiedades nutricionales y sensoriales [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2022. pp. 1-81. [Consulta: 2022-12-17]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640>

JEREZ, Mauro. Optimización de tiempos de producción en la fabricación de asientos de pasajeros y conductor para buses de servicio interprovincial, en la empresa IMEISA de la ciudad de AMBATO [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2021. pp. 1-119. [Consulta:2022-12-13]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32137/3/Tesis%20I.%20M.%20618%20-%20Jerez%20Guevara%20Mauro%20Alexander.pdf>

DAVILA, KARLA. Procesos en la ingeniería industrial [En línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad Santiago de Chile. 2010. pp. 1-8. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: https://mega.nz/file/YN0ykIJJ#1a3WUeSHZUK-XpE_qqK37vhE53kN8toklgqg1OooU1g

LIMONES, Karen, & GARCÍA, María. Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador. 2021. pp. 1-107. [Consulta: 2022-12-14]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/15964>

LÓPEZ, Yveth. Estudio de la cinética de deshidratación osmótica para la conservación de lisa (*Mugil cephalus*) [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. pp. 1-154. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: <https://1library.co/document/yr3d97vy-estudio-cinetica-deshidratacion-osmotica-para-conservacion-mugil-cephalus.html>

MALDONADO, R. & PACHECO. “Curvas de deshidratación del brócoli (*Brassica oleraceae* L var. *Italica* Plenck) y coliflor (*Brassica oleraceae* L var. *Botrytis* L)”. Sefarad [En línea], 2003, (Venezuela) p. 378-384. [Consulta: 15 enero 2023]. ISSN 0378-7818. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037878182003000300005&lng=es&nr m=iso&tlng=es

MARTÍNEZ, Bryan. Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el proceso de elaboración de calzado casual de hombre en la empresa calzado kf barona [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad técnica de Ambato, Ecuador. 2022. pp. 1-107. [Consulta: 2022-12-12]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36629/1/t2136id.pdf>

MATHEUS, Danella. Impacto de las condiciones de liofilización del puré de naranja en el tiempo de proceso [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Politécnica de Valencia, España. 2018. pp. 1-16. [Consulta: 2023-02-02]. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110580/Matheus%20-%20IMPACTO%20DE%20LAS%20CONDICIONES%20DE%20LIOFILIZACI%C3%93N%20DEL%20PUR%C3%89%20DE%20NARANJA%20EN%20EL%20TIEMPO%20DEL%20PROCESO..pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20presi%C3%B3n%20de%20la%20c%C3%A1mara%20de%20liofilizaci%C3%B3n%20tambi%C3%A9n%20afecta%20al,se%20trabaja%20a%20temperaturas%20bajas.>

MIRANDA, Rubén. Diseño e integración de procesos químicos. [en línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2020. [Consulta: 11 diciembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/133352>

NTE INEN 2602, 2012: Sopas, caldos y cremas. Requisitos. [en línea]. S.I.: Disponible en: <http://181.112.149.204/buzon/normas/2602.pdf>

NUÑEZ, Ana. Conservación de Carnes por Deshidratación. Ventajas y Desventajas Examen [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2019. pp. 1-77. [Consulta: 2022-12-22]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34929/1/AL%20820.pdf>

OCAÑA, Eder. Obtención de uva liofilizada [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad central del Ecuador. 2013. pp. 1-107 [Consulta: 2022-12-20]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1401/1/T-UCE-0008-%2006.pdf>

OHACO, Elizabeth, & DE MICHELIS, Antonio. Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. [En línea], 2014, (Argentina), pp. 1-38. [Consulta: 2022-11-28]. ISSN 1667-4014. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf

ORTIZ, Marco. Optimización de la producción, en el proceso de mezclado de la línea de caucho, en la empresa plasticaucho industrial S.A [En línea] (Trabajo de Titulación). (ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2009. pp. 1-197. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/308/1/85T00130.pdf>

PÉREZ, Vladimir. Proceso y fabricación de subproductos del brócoli y su implementación parcial en un producto de panificación [En Línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. pp. 1-110. [Consulta: 2023-01-16]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1290_Q.pdf

RAMOS, Roger. Evaluación de la cinética de secado de una variedad de durazno (*Prunus persica*), utilizando el secador solar técnico y la aplicación de diferentes niveles de metabisulfito de sodio en la comunidad de luribay provincia José Ramón [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 2019. pp. 1-120. [Consulta: 2022-12-17]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22203/T-2676.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RUIZ, Rocío. Diseño de un secador de bandejas para la deshidratación de plátano en la Parroquia Veracruz del Cantón Pastaza. [en línea], (Trabajo de titulación). (Ingeniería) *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador*. 2016. pp. 1-113 [Consulta: 2023-02-13]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5677>

SANTOS, Martha. Elaboración y control de calidad de un suplemento nutricional instantáneo en polvo a base de fréjol rojo (*Phaseolus vulgaris*) y pasas [en línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. 2013. pp. 1-119. [Consulta: 2023-01-03]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3088>

TELLO, O. Propuesta para la implementación de una planta procesadora de piña (Ananás comosus) deshidratada como alternativa de consumo de alimentos naturales en el cantón Quevedo provincia de Los Ríos [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 2017. pp. 1-119. [Consulta: 2022-12-17]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3456/1/T-UTEQ-0048.pdf>

TORICELLI, G. El factor imagen del brand equity en la relación a intención de compra de la categoría de sopas instantáneas en supermercados de lima metropolitana. universidad peruana de ciencias aplicadas facultad de negocios [en línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima-Peru. 2020. pp. 1-99. [Consulta 2023-02-13]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624735/Cieza_EA.pdf?sequence=4&isAllowed=y%0Ahttps://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624735

VÁSQUEZ, Diana; HINCAPIÉ, Gustavo; MARTÍNEZ, Castrillón; & SERPA, Angélica. “Comparación de dos técnicas de deshidratación de guayaba-pera (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria”. Sefarad [En línea], 2015, (Colombia), p. 1-12 [Consulta: 01 febrero 2023]. ISSN 1794-4449. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69542290002>

VILLARROEL, Carlos. Elaboración y Control de Calidad de una Sopa Instantánea Nutritiva a Base de Amaranto (*Amaranthus spp.*) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2012. pp. 1-220. [Consulta: 2022-12-14]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2603>

VILLAVARDE, Iván. Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la Productividad del área de despacho de electro en la empresa TIENDAS POR DEPARTAMENTO RIPLEY S.A. SUCURSAL MEGAPLAZA, Independencia [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Cesar Vallejo, Perú. 2017. pp. 1-135. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12633/Villaverde_TIR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

YNTUSCA, Haydeé. Determinación de las características tecnológicas, fisicoquímicas y microbiológicas de las sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional José María Arguedas, Perú. 2018. pp. 1-113. [Consulta: 2023-01-17]. Disponible en:

http://181.176.178.114/bitstream/handle/123456789/338/Haydee_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y


D.B.R.A.
Ing. C. ~~Castillo~~



ANEXOS

ANEXO A. TIEMPOS Y PESOS OBTENIDO EN EL EQUIPO DESHIDRATADOR DE BANDEJAS.

DESHIDRATADOR DE BANDEJAS							
Temperaturas	60 °C		65 °C		70 °C		
Repetición	Masa final/g	Tiempo (min)	Masa final/g	Tiempo (min)	Masa final/g	Tiempo (min)	
R1	53,72	1050	55,13	800	55,13	460	
R1	54,13	1060	55,09	820	55,03	470	
R2	56,04	1055	55,02	835	54,99	465	
R3	56,03	1050	55,18	825	54,43	460	
R4	55,13	1065	54,83	820	54,72	475	

Realizado por: Cristian, Quishpe, 2023

ANEXO B. TIEMPOS Y PESOS OBTENIDOS EN EL LIOFILIZADOR.

LIOFILIZADOR		
Temperatura	-15°C a Pa.	
Repetición	Masa final/g	Tiempo (min)
R1	14,33	4260
R1	14,09	4265
R2	14,42	4320
R3	14,09	4325
R4	14,09	4320

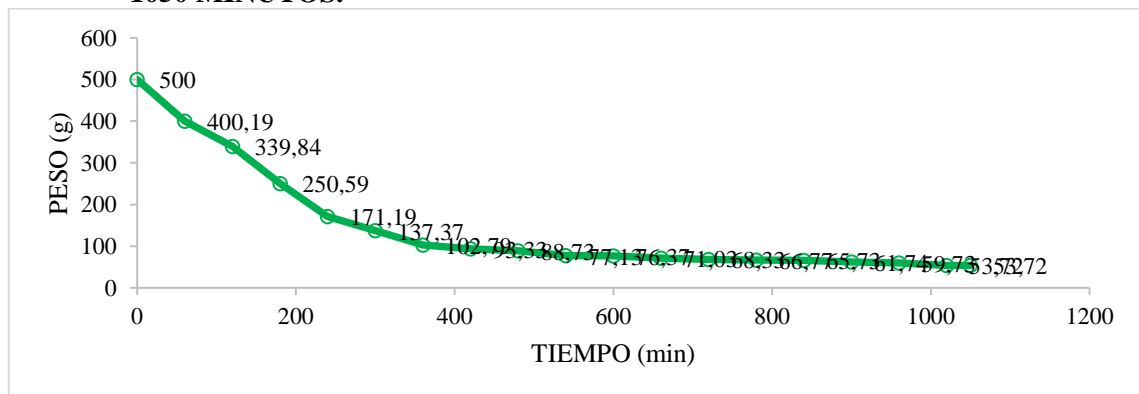
Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

ANEXO C. VARIABLES DETERMINADAS CON LA UTILIZACIÓN DESHIDRATADOR.

Hortaliza	Temperatura °C	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida de peso (g)	Perdida de humedad (g)	kWh
Brócoli	60 °C	500 g	55,01	444,99	444,99	3,94

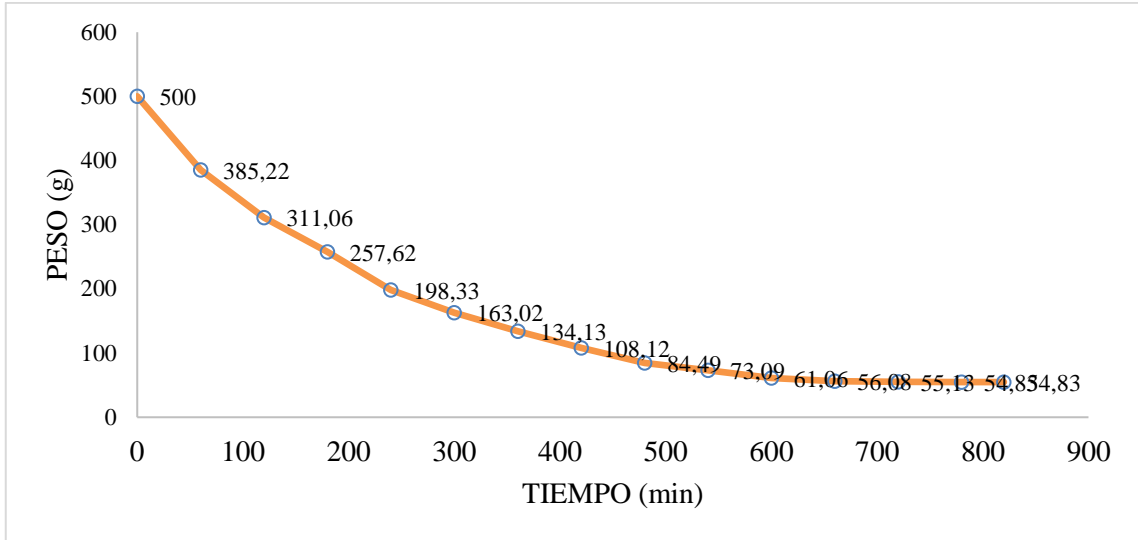
Elaborado por: Quishpe, Cristian: 2023

ANEXO D. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE BRÓCOLI A 60°C DURANTE 1050 MINUTOS.



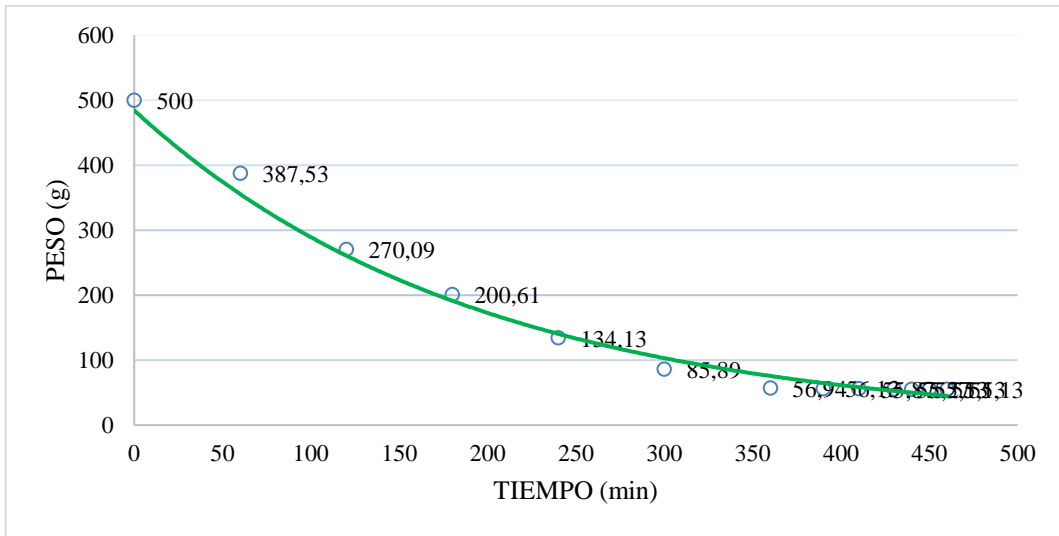
Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO E. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE BRÓCOLI A 65°C DURANTE 820 MINUTOS.



Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

ANEXO F. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE BRÓCOLI A 70°C DURANTE 460 MINUTOS.



Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO G. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMEDAD DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI.

VALORES DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Repeticiones	Tratamiento	Secador de Bandeja (%)	Liofilización (%)
	R1		8,00
R2		8,31	4,90
R3		8,10	5,30
R4		7,10	7,20
R5		8,00	6,10
Promedio		7,90	6,10

Realizado por: Cristian, Quishpe, 2023.

ANEXO H. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE GRASA DE SOPA

VALORES DE CONTENIDO DE GRASA		
Repeticiones	Tratamiento	
	Secador de Bandeja (%)	Liofilización (%)
R1	0,59	0,42
R2	2,60	1,92
R3	2,92	2,65
R4	2,75	2,39
R5	3,32	3,47
Promedio	2,43	2,17

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO I. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FIBRA DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI.

VALORES DE CONTENIDO DE FIBRA		
Repeticiones	Tratamiento	
	Secador de Bandeja (%)	Liofilización (%)
R1	11,02	15,93
R2	11,47	14,65
R3	11,89	10,79
R4	10,50	14,30
R5	8,31	7,62
Promedio (%)	10,64	12,66

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

ANEXO J. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CENIZAS DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI.

VALORES DE CONTENIDO DE CENIZAS		
Repeticiones	Tratamiento	
	Secador de Bandeja (%)	Liofilización (%)
R1	4,89	5,01
R2	4,40	4,65
R3	5,75	5,63
R4	4,73	5,77
R5	5,57	5,66
Promedio (%)	5,07	5,35

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

ANEXO K. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FIBRA DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI.

VALORES DE CONTENIDO DE PROTEÍNA		
Repeticiones	Tratamiento	
	Secador de Bandeja (%)	Liofilización (%)
R1	2,39	3,67
R2	10,63	12,52
R3	11,42	13,94
R4	10,87	13,72
R5	12,16	14,70
Promedio (%)	9,49	11,71

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

ANEXO L. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PH DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI.

VALORES DEL pH			
Repeticiones	Tratamiento	Secador de Bandeja (%)	Liofilización (%)
	R1		5,91
R2		5,68	5,67
R3		5,48	5,39
R4		5,80	5,85
R5		5,75	5,65
Promedio (%)		5,72	5,66

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

ANEXO M. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ACIDEZ DE SOPA DESHIDRATADA A PARTIR DE BRÓCOLI.

VALORES DE ACIDEZ			
Repeticiones	Tratamiento	Secador de Bandeja (%)	Liofilización (%)
	R1		0,22
R2		0,29	0,36
R3		0,42	0,39
R4		0,43	0,50
R5		0,35	0,39
Promedio (%)		0,34	0,36

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023

ANEXO N. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS SOPAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE BRÓCOLI.

Patología	Método de secado				Tcal	Probabilidad
	Deshidratado		Liofilizado			
	X	DS	X	DS		
<i>mohos y levaduras (UFC/g)</i>	53	33,25	59	30,42	0,30	0,8
<i>Estafilococos, Aureus (UFC/g)</i>	9	5,77	24	5,51	1,89	0,1
<i>Coliformes Totales (UFC/g)</i>	66	30,09	68	27,61	0,15	0,89
<i>Aerobios mesófilos (UFC/g)</i>	6	1,68	9	5,50	1,09	0,31
<i>Salmonella (UFC/25 g)</i>	Ausencia		Ausencia			
<i>E. Coli (UFC/g)</i>	Ausencia		Ausencia			

Elaborado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO O. RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS SOPAS DE DESHIDRATADAS A PARTIR DE BRÓCOLI MEDIANTE PRUEBA KRUSKAL-WALLS.

Método de secado	Repeticiones	Color	Sabor	Olor	Textura
Deshidratado	R1	3,6	3,25	3,38	3,63
	R2	3,8	3,38	3,38	3,75
	R3	3,8	3,13	3,50	3,75
	R4	3,6	3,13	3,38	3,63
	R5	3,8	2,75	2,75	3,75
Liofilizado	R1	3,4	3,38	3,38	3,38
	R2	3,3	3,25	3,38	3,25
	R3	3,4	3,38	3,50	3,50
	R4	3,3	3,25	3,38	3,38
	R5	3,4	3,38	3,63	3,25

Realizado por: Quishpe, Cristian, 2023.

Puntuación	Atributo
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Color	Deshidratado	5	3,70	0,20	3,60	0,88	0,3968
Color	Liofilizado	5	3,54	0,13	3,60		

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
sabor	Deshidratado	5	3,53	0,11	3,50	0,39	0,6667
sabor	Liofilizado	5	3,45	0,22	3,50		

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
olor	Deshidratado	5	3,30	0,24	3,38	0,01	0,9524
olor	Liofilizado	5	3,38	0,09	3,38		

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Textura	Deshidratado	5	3,70	0,07	3,75	3,15	0,1190
Textura	Liofilizado	5	3,55	0,17	3,63		

BOLETA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Evaluador **Fecha**

Producto: Sopa Deshidratada a partir de Brócoli

Instrucciones: Frente a usted se presenta las muestras, por favor, observe y pruebe cada una de ellas de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado en el que le gusta o le disgusta marcando con una “X” en el código correspondiente.

A1: Deshidratado por bandejas

C1: Deshidratado por liofilización

A1 B0

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

A1 B1

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

A1 B2

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

A1 B3

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

A1 B4

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

Muchas gracias

BOLETA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Evaluador Fecha

Producto: Sopa Deshidratada a partir de Brócoli

Instrucciones: Frente a usted se presenta las muestras, por favor, observe y pruebe cada una de ellas de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado en el que le gusta o le disgusta marcando con una “X” en el código correspondiente.

A1: Deshidratado por bandejas

C1: Deshidratado por liofilización

C1 D0

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

C1 D1

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

C1 D2

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

C1 D3

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

C1 D4

Puntuación	Atributo	Color	Sabor	Olor	Textura
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta ligeramente				
3	Ni me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta ligeramente				
1	Me disgusta muchísimo				

Muchas gracias

	<i>%Humedad SB</i>	<i>%Humedad L</i>
Media	7,90	6,10
Varianza	0,22	1,03
dS	0,47	1,01
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	0,62	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	3,62	
P(T<=t) una cola	0,00	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,01	
Valor crítico de t (dos colas)		2,31

	<i>%GRAS</i>	
	<i>A SB</i>	<i>%GRASA L</i>
Media	2,43	2,17
Varianza	1,14	1,27
Ds	1,07	1,13
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	1,21	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	0,38	
P(T<=t) una cola	0,36	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,71	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

	<i>%FIBRA SB</i>	<i>%FIBRA L</i>
Media	10,64	12,66
Varianza	1,97	11,54
dS	1,40	3,40
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	6,75	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	-1,23	
P(T<=t) una cola	0,13	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,25	

Valor crítico de t (dos colas)	2,31
--------------------------------	------

	<i>%CENIZAS</i> <i>SB</i>	<i>%CENIZAS</i> <i>L</i>
Media	5,07	5,35
Varianza	0,33	0,24
dS	0,57	0,49
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	0,28	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	-0,82	
P(T<=t) una cola	0,22	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,43	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

	<i>%PROTEIN</i> <i>A SB</i>	<i>%PROTEIN</i> <i>A L</i>
Media	9,49	11,71
Varianza	16,11	20,81
dS	4,01	4,56
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	18,46	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	-0,82	
P(T<=t) una cola	0,22	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,44	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

	<i>pH SB</i>	<i>pH L</i>
Media	5,72	5,66
Varianza	0,03	0,03
dS	0,16	0,17
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	0,03	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	0,59	

P(T<=t) una cola	0,29
Valor crítico de t (una cola)	1,86
P(T<=t) dos colas	0,57
Valor crítico de t (dos colas)	2,31

	%ACIDEZ	
	SB	%ACIDEZ L
Media	0,34	0,36
Varianza	0,01	0,01
dS	0,09	0,11
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	0,01	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	-0,32	
P(T<=t) una cola	0,38	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,76	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

	%ELnN SB	%ELnN L
Media	64,46	62,02
Varianza	25,59	16,34
dS	5,06	4,04
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	20,97	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	0,84	
P(T<=t) una cola	0,21	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,42	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Tiempo (D)	Tiempo (L)
Media	1056,00	4298,00
Varianza	42,50	1057,50
dS	6,52	32,52
Observaciones	5,00	5,00

Varianza agrupada	550,00
Diferencia hipotética de las medias	0,00
Grados de libertad	8,00
Estadístico t	-218,58
P(T<=t) una cola	0,00
Valor crítico de t (una cola)	1,86
P(T<=t) dos colas	0,00
Valor crítico de t (dos colas)	2,31

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

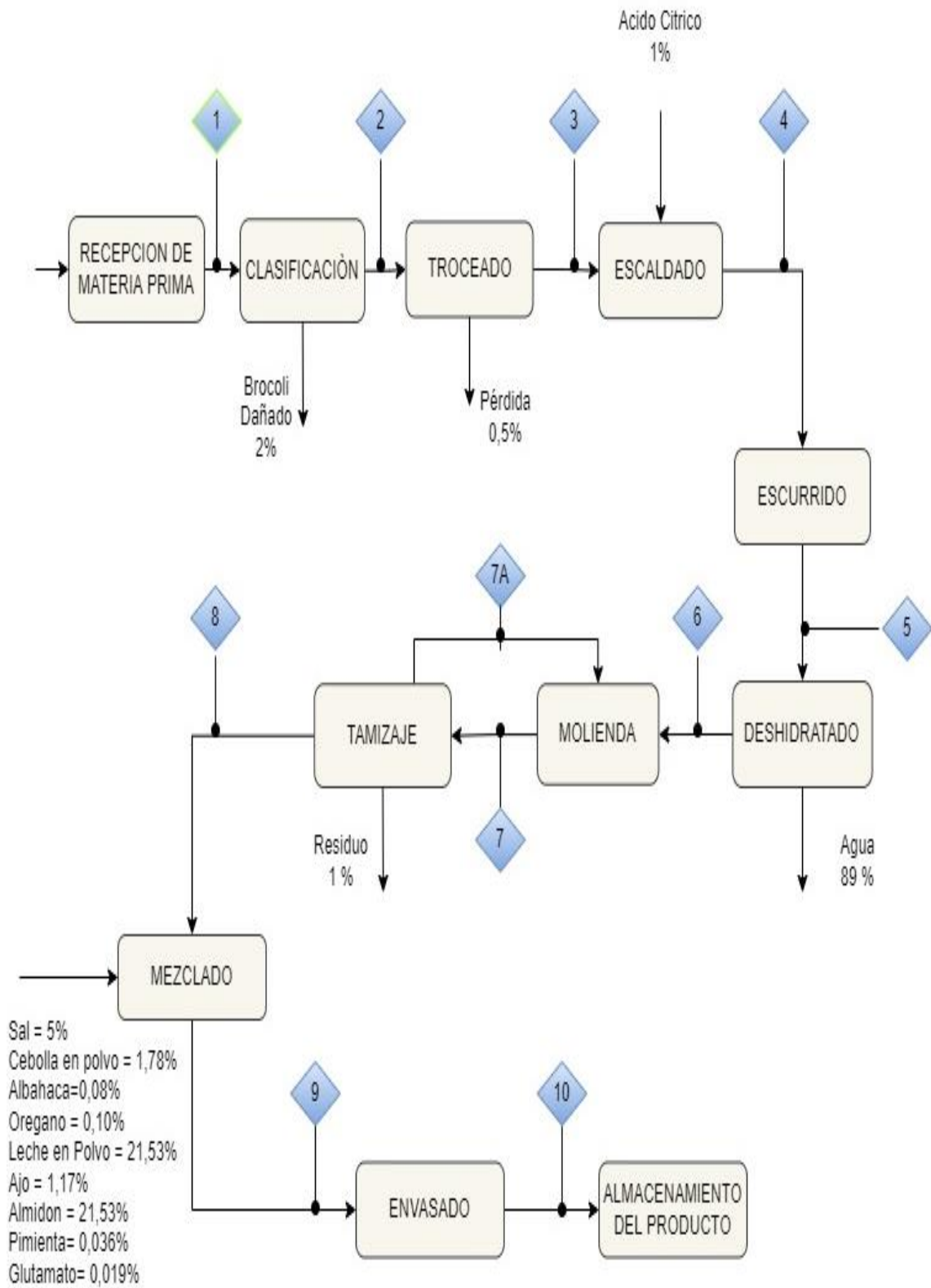
	<i>Masa final</i>	<i>Masa final</i>
Media	55,01	14,20
Varianza	1,14	0,03
dS	1,07	0,16
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	0,58	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	84,58	
P(T<=t) una cola	0,00	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,00	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>%RB</i>	<i>%RL</i>
Media	11,00	11,14
Varianza	0,05	0,02
dS	0,21	0,15
Observaciones	5,00	5,00
Varianza agrupada	0,03	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	8,00	
Estadístico t	-1,20	
P(T<=t) una cola	0,13	
Valor crítico de t (una cola)	1,86	
P(T<=t) dos colas	0,27	
Valor crítico de t (dos colas)	2,31	

ANEXO P.

DIAGRAMA DE BLOQUES



ANEXO Q. BALANCE DE MATERIA.

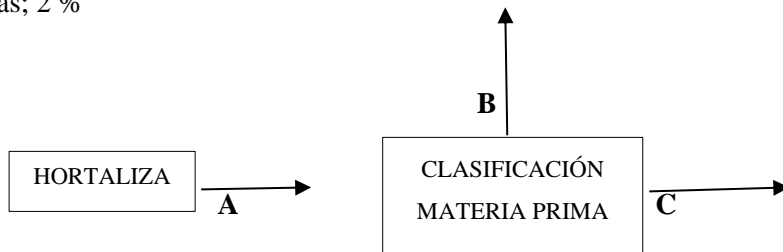
Hortaliza	Recepción		Desecho	Deshidratación	Producto terminado	Total
Brócoli	Entrada	500 kg				500 kg
	Salidas		25 kg	420 kg	55 kg	

DATOS GENERALES

Brócoli= 500 kg
 Sólidos= 9% } 500 kg

Selección y clasificación de materia prima

Perdidas; 2 %



BRÓCOLI

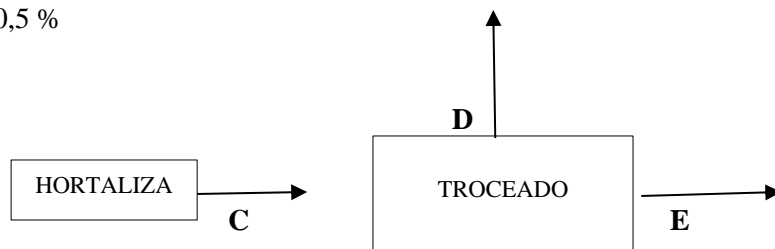
$$A=B+C$$

$$500 \text{ Kg/día} = 10 \text{ kg/día} + C$$

$$C= 490 \text{ Kg/día}$$

Troceado

Perdida 0,5 %



BRÓCOLI

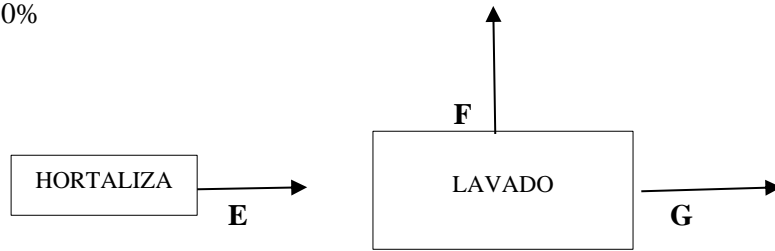
$$C=D+E$$

$$490 \text{ Kg/día} = 2,45 \text{ kg/día} + E$$

$$E= 487,55 \text{ Kg/día}$$

Escalado o lavado

Perdida: 0%



BRÓCOLI

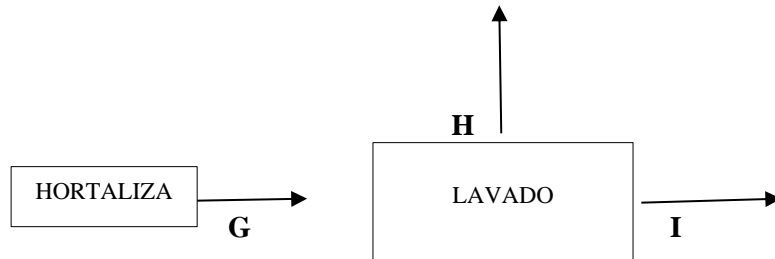
$$E = F + G$$

$$490 \text{ Kg/día} = 2,45 \text{ kg/día} + G$$

$$G = 487,55 \text{ Kg/día}$$

Escurreo

Perdida: 0%



BRÓCOLI

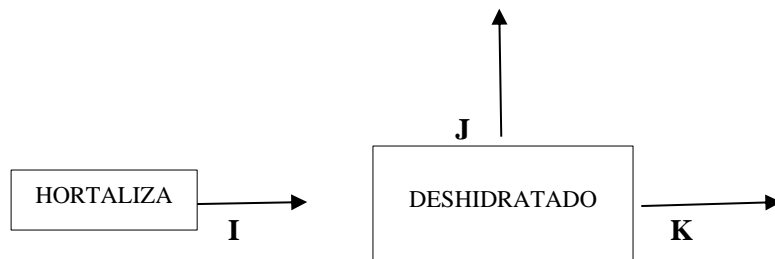
$$G = H + I$$

$$490 \text{ Kg/día} = 2,45 \text{ kg/día} + G$$

$$G = 487,55 \text{ Kg/día}$$

Deshidratado

Perdida: 89%



BRÓCOLI

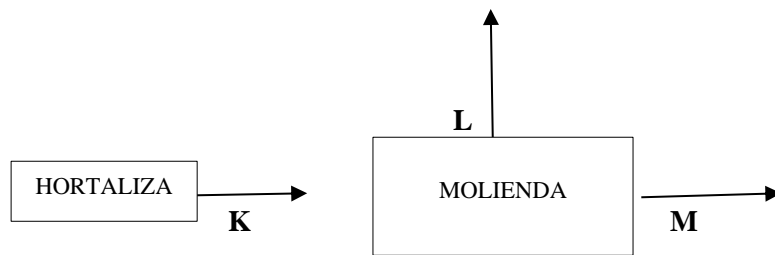
$$I = J + K$$

$$487,55 \text{ Kg/día} = 420 \text{ kg/día} + G$$

$$G = 67,55 \text{ Kg/día}$$

Molienda

Perdida: 0 %



BRÓCOLI

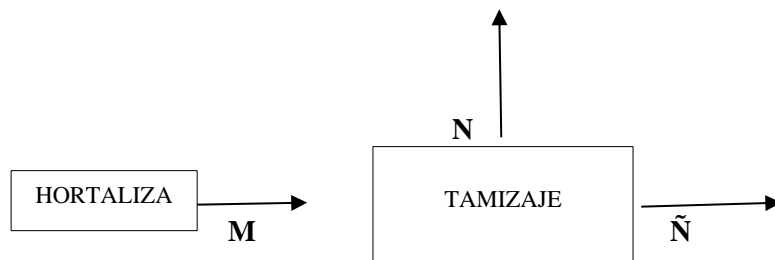
$$K=L+M$$

$$67,55 \text{ Kg/día} = 0 \text{ kg/día} + G$$

$$G= 67,55 \text{ Kg/día}$$

Tamizaje

Perdida: 1%



BRÓCOLI

$$M=N+\tilde{N}$$

$$67,55 \text{ Kg/día} = 0,67 \text{ kg/día} + G$$

$$G= 66,88 \text{ Kg/día}$$

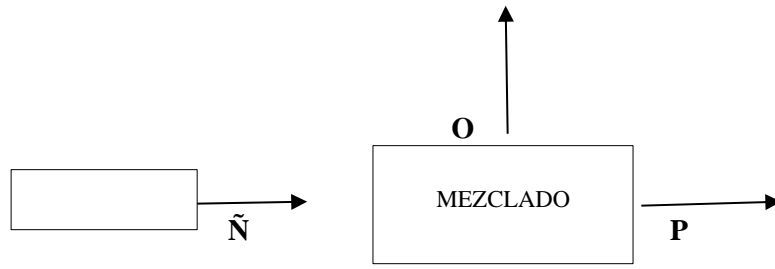
Formulación o mezclado de ingredientes

Aumento:

Polvo de brócoli= 55 kg

Ingredientes	Formulación (%)	Formulación (Kg)
Brócoli	46,20	30,80
Sal	5	1,54
Cebolla en polvo	1,78	0,55
Albahaca	0,08	0,02
Orégano	0,10	0,31
Leche en polvo	21,53%	6,63
Ajo	1,17	0,36
almidón de maíz	21,53	6,63
Pimienta	0,036	0,01
Glutamato	0,019	0,005
Total	100%	46,855

Realizado por: Cristian, Quishpe, 2023.



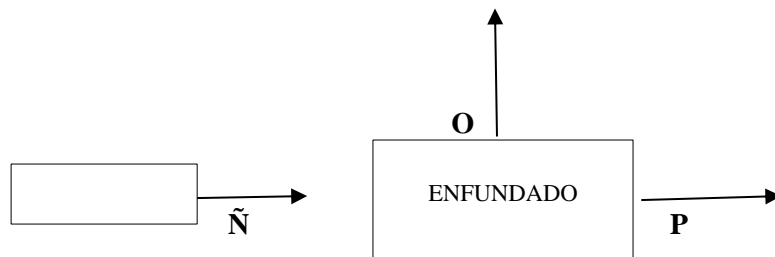
BRÓCOLI

$$\tilde{N} = O + P$$

$$111,15 \text{ Kg/día} = 1,15 \text{ Kg/día} + P$$

$$P = 110 \text{ Kg/día}$$

Enfundadas en sobre



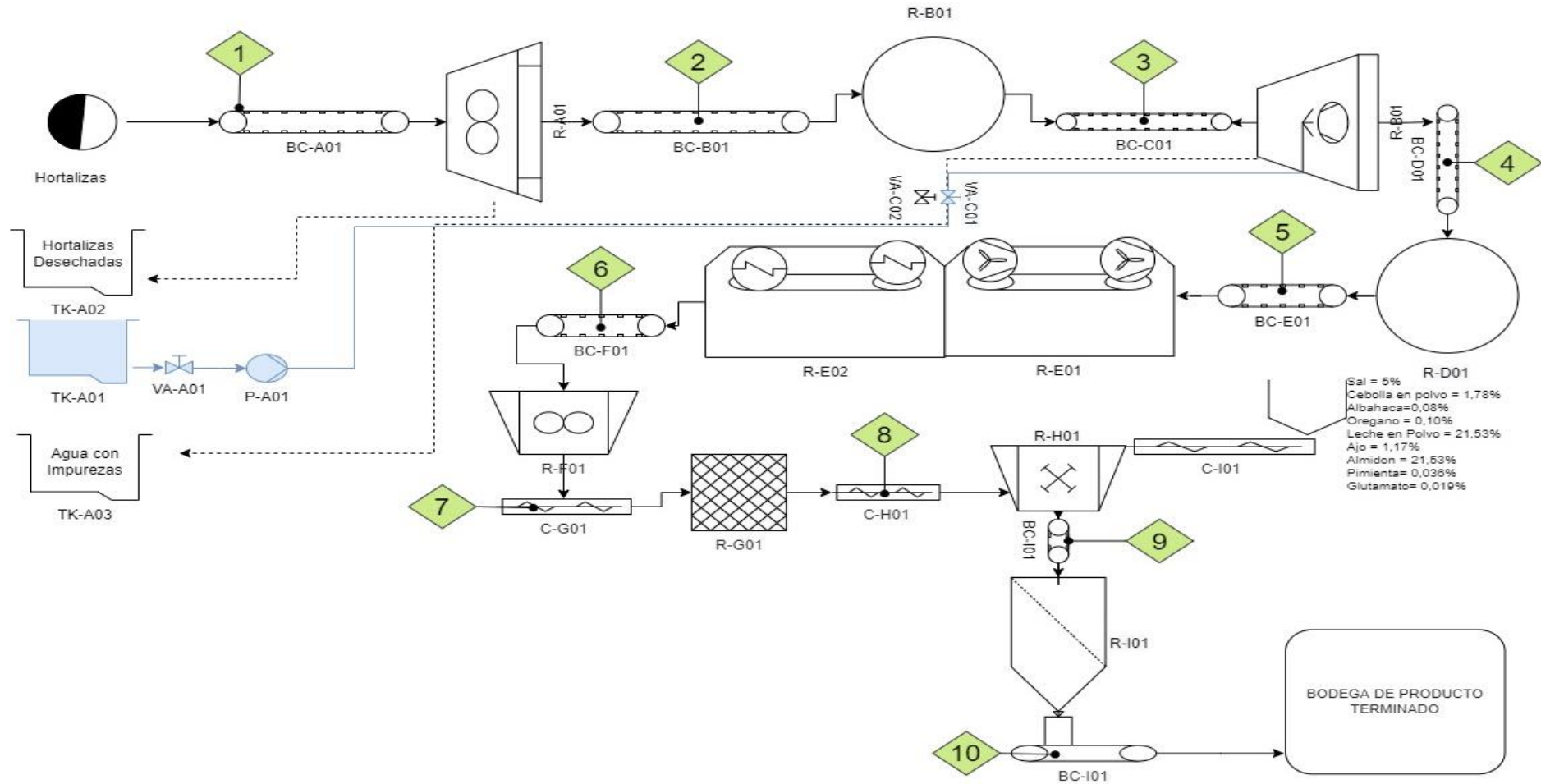
BRÓCOLI

$$\tilde{N} = O + P$$

$$111,15 \text{ Kg/día} = 1,15 \text{ Kg/día} + P$$

$$P = 110 \text{ Kg/día}$$

ANEXO R. DIAGRAMA FLUJO DE PROCESO (PFD)



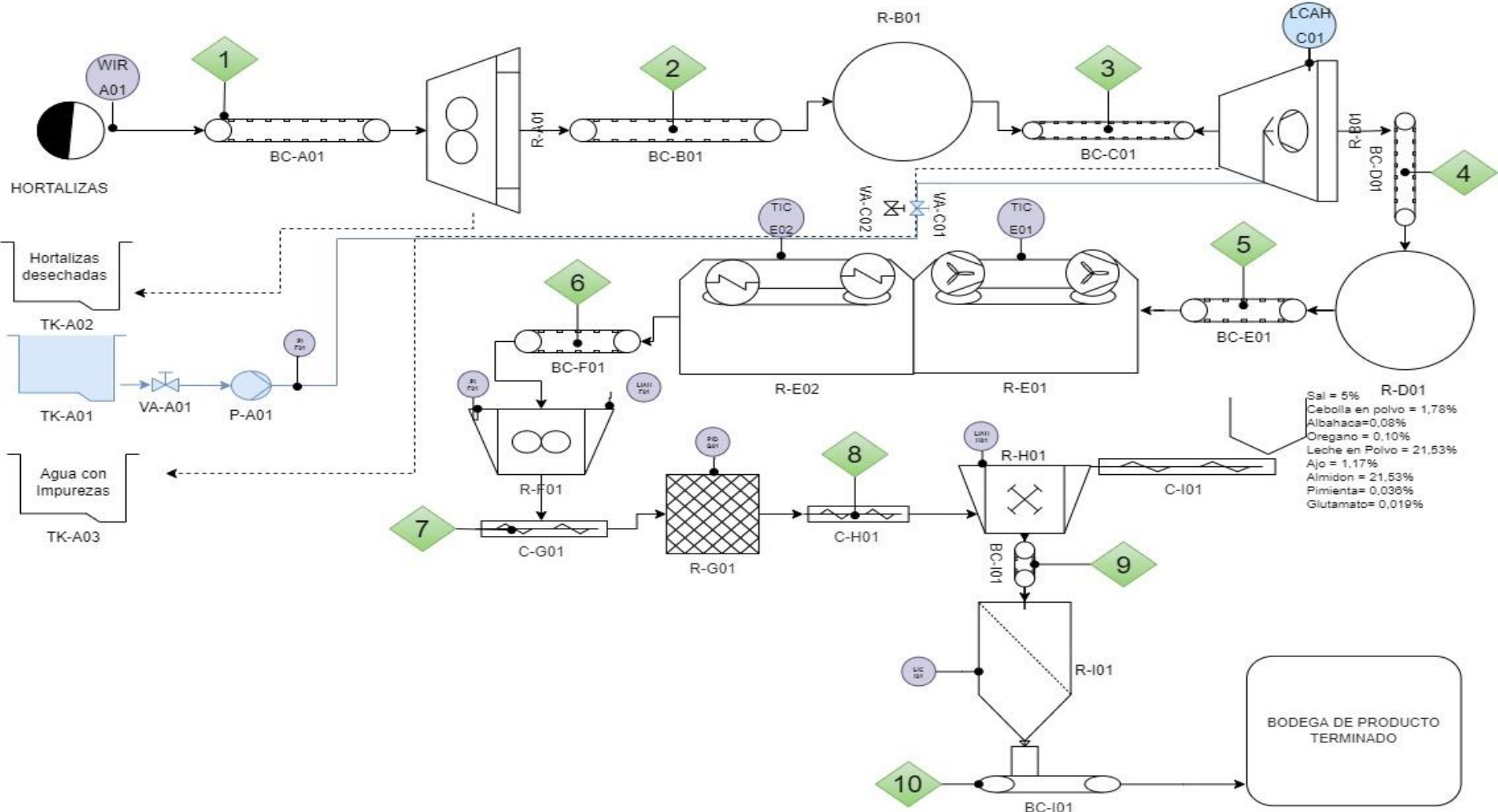
Elaborado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO S. CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.

CODIGO	IDENTIFICACION DEL EQUIPO
BC-A01	Banda Transportadora n°1 en el área A
R-A01	Maquina seleccionadora de Fruta n°1 en el área A
BC-B01	Banda Transportadora n°1 en el área B
R-B01	Lavadora de Frutas n°1 en el área B
TK-A01	Tanque de agua n°1 en el área A
TK-A02	Tanque de frutas desechadas n°2 en el área A
TK-A03	Tanque de agua con impurezas n°3 en el área A
VA-A01	Válvula de Globo de Agua, para lavadora de frutas n°1 en el área A
P-A01	Bomba de Agua Lavadora -n°1 en el área A
VA-B01	Válvula de Globo de Agua- Lavadora n°1 en el área B
VA-B02	Válvula de agua residual n°2 en el área B
BC-C01	Bandas Transportadoras n°1 en el área C
F-C01	Desinfectadora de frutas n°1 en el área C
BC-D01	Bandas Transportadoras n°1 en el área D
R-D01	Cortadora de frutas n°1 en el área D
BC-E01	Bandas Transportadoras n°1 en el área E
R-E01	Deshidratador de bandejas n°1 en el área E
R-E02	Enfriador de deshidratados n°2 en el área E
BC-F01	Bandas Transportadoras n°1 en el área F
R-F01	Molino n°1 en el área F
C-G01	Transportador n°1 en el área G
R-G01	Tamizador n°1 en el área G
C-H01	Transportador n°1 en el área H
R-H01	Maquina enfundadora de té n°1 en el área H
BC-I01	Bandas Transportadoras n°1 en el área I
R-I01	Maquina empacadora de n°1 en el área I
BC-J01	Bandas Transportadoras n°1 en el área J

Realizado por: Cristian, Quishpe. 2023.

ANEXO T. DIAGRAMA DE P&ID



Elaborado por: Quishpe, Cristian, 2023.

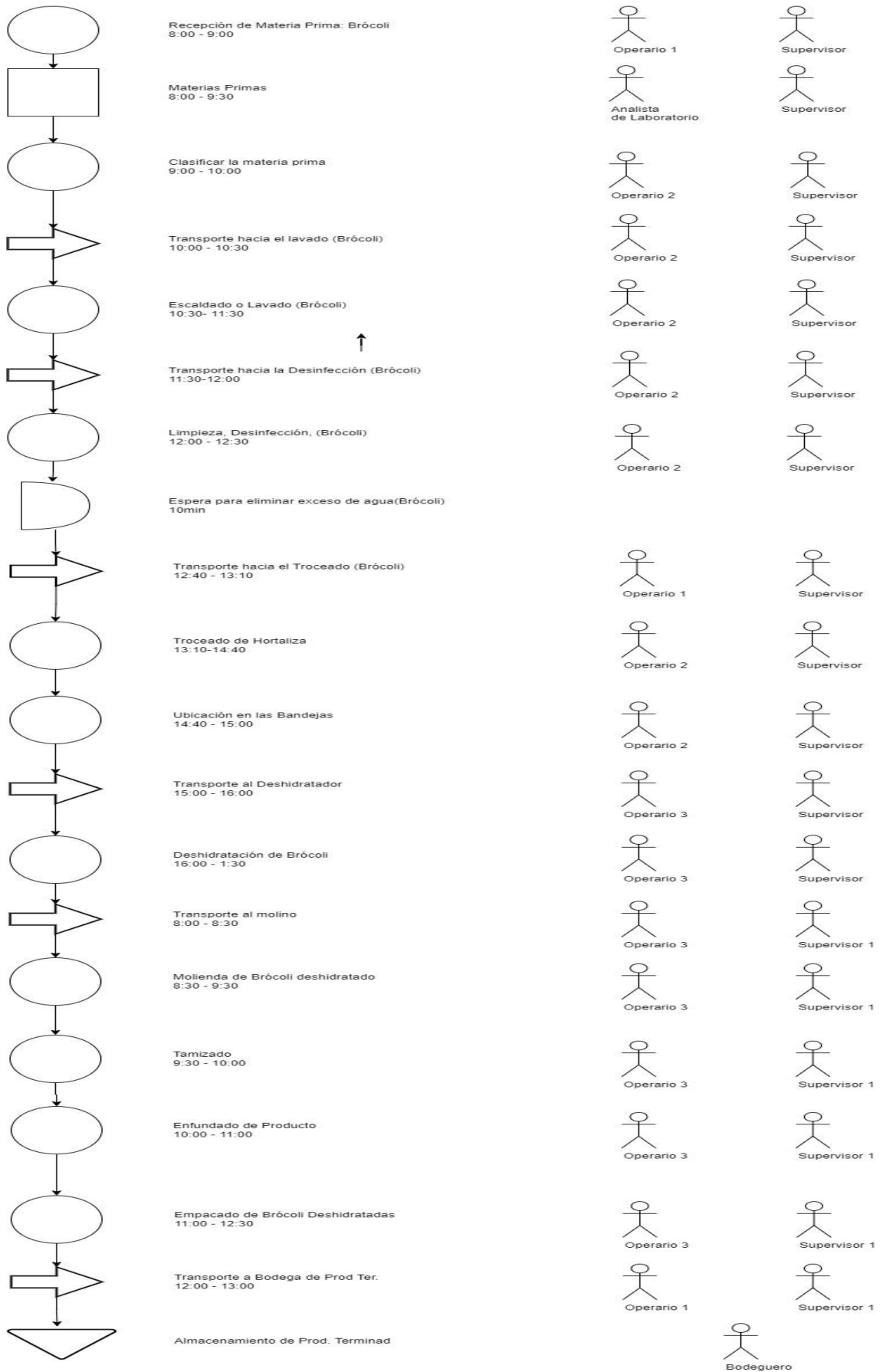
ANEXO U. CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN PARA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.

CODIGO	IDENTIFICACION DEL EQUIPO
WIR	Registrador indicador de Peso
NC	Maquina seleccionadora de Fruta nº1 en el área A
LC	control de nivel
PI	Indicador de presión
TIC	Control indicador de temperatura
TIC	Control indicador de temperatura
LIC	Control indicador de nivel
PI	Indicador de presión
PI	Indicador de presión
LIC	Control indicador de presión

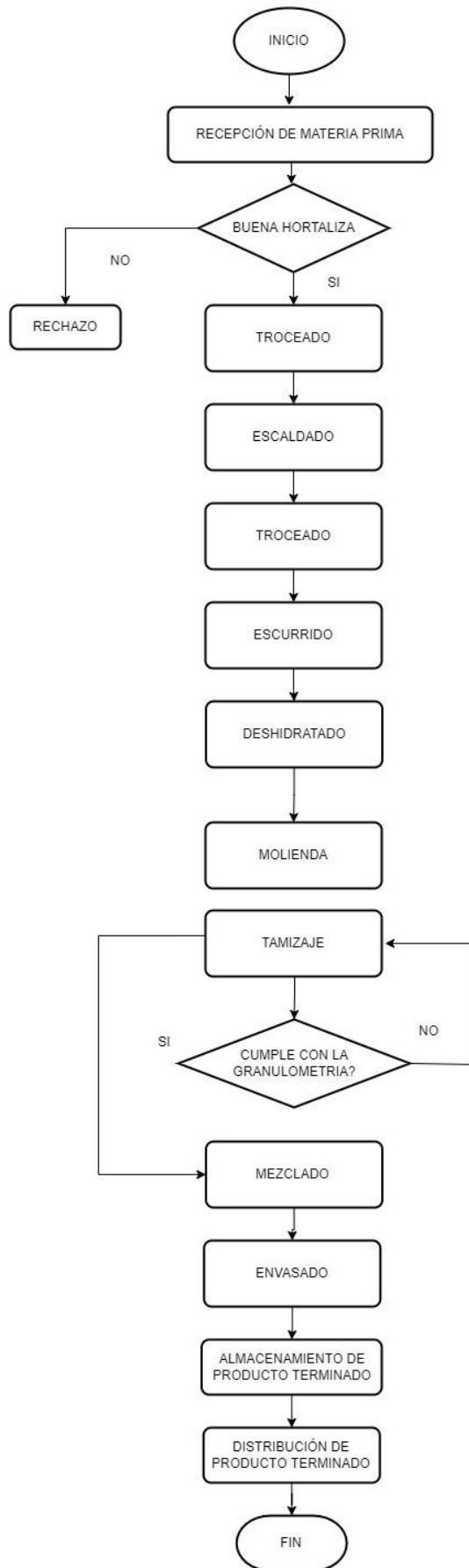
Realizado por; Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO V.

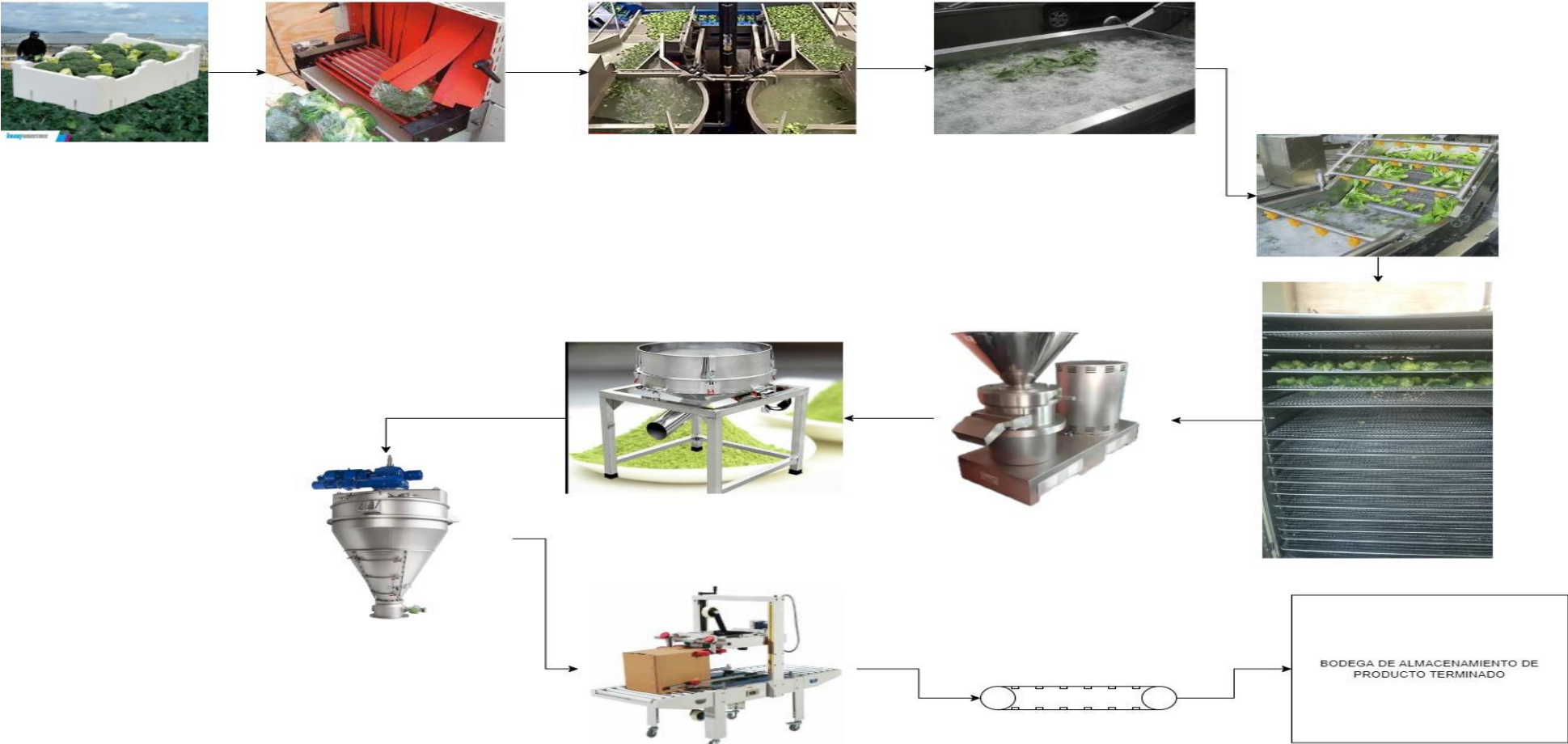
DIAGRAMA DE OPERACIONES



ANEXO W. FLUJOGRAMA DE PROCESOS

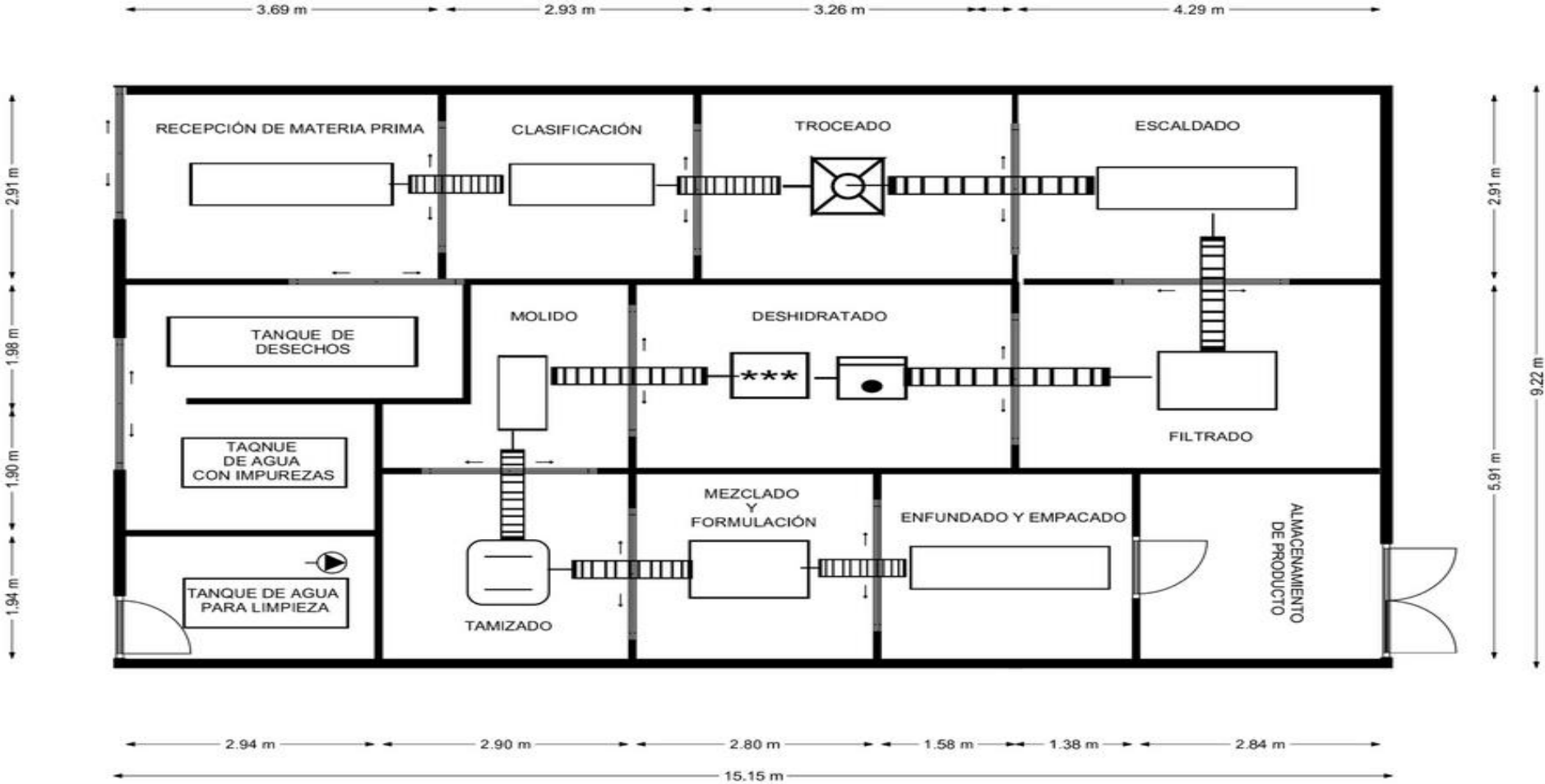


ANEXO X. FLUJOGRAMA FÍSICO DE PROCESOS



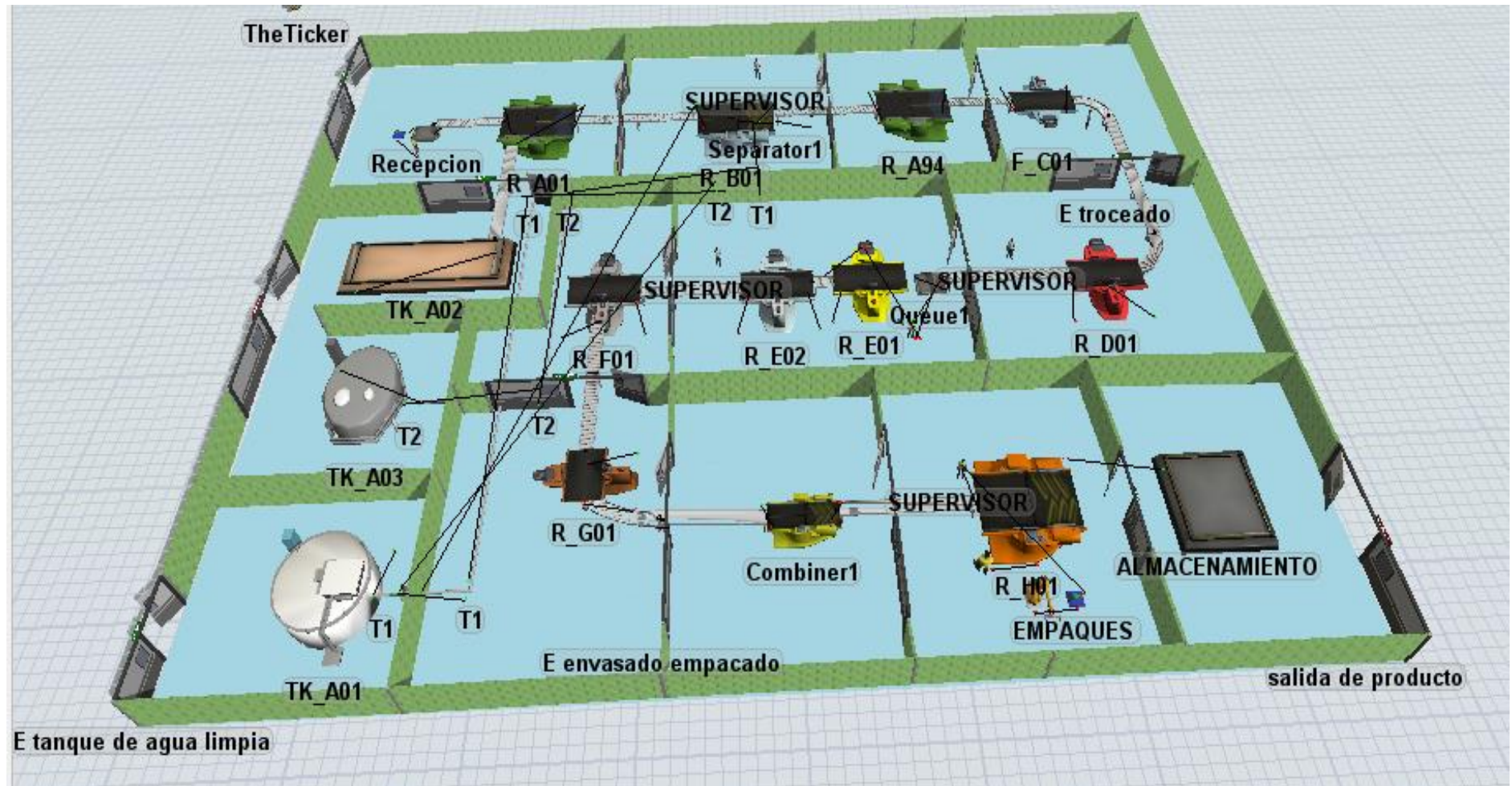
Elaborado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO Y. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



Elaborado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO Z. SIMULACIÓN DEL PROCESO



Elaborado por: Quishpe, Cristian, 2023.

ANEXO AA. OPTIMIZACIÓN DE UNIDADES DE PROCESO

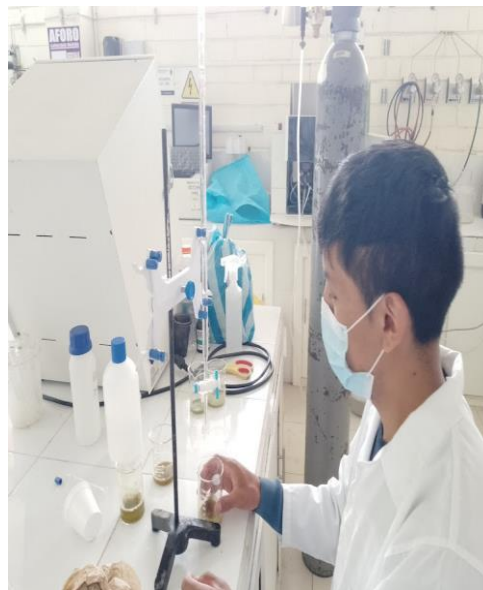
Fuentes de energía	Uno de los aspectos es la optimización de energía ya que ciertos equipos y maquinaria no están trabajando al 100%, pero consumiendo energía todo el proceso, mediante sensores ayuda a dar una comunicación entre equipos, para saber en qué momento la maquina deja de operar y así poder tener un auto apagado.
Tiempos	-Es importante contar con una planificación y control de tiempo de maquinaria que labora, para lidiar con situaciones de emergencias. - Determinar el tiempo de duración que trabaja la maquinaria y así poder dar el mantenimiento.
Recursos	-Evaluar las condiciones para llevar a cabo el plan de parada industrial mantenimiento preventivo en los equipos. - Determinar las épocas en el año, en las cuales las materias primas son más accesibles, las mismas que se puede adquirir y almacenar para su posterior procesamiento.
Materia Prima	- EL brócoli es la materias prima más producida, la sobreproducción es notable, por ende, es necesario contar con una bodega de almacenamiento, o conservar la materia prima mediante la congelación, ya sea para una situación de elaboración de productos bajo pedido, o a su vez para aumentar la producción. - El uso de técnicas de reciclaje, recogida de aguas de la misma empresa y darles un tratamiento principalmente la del área de lavado

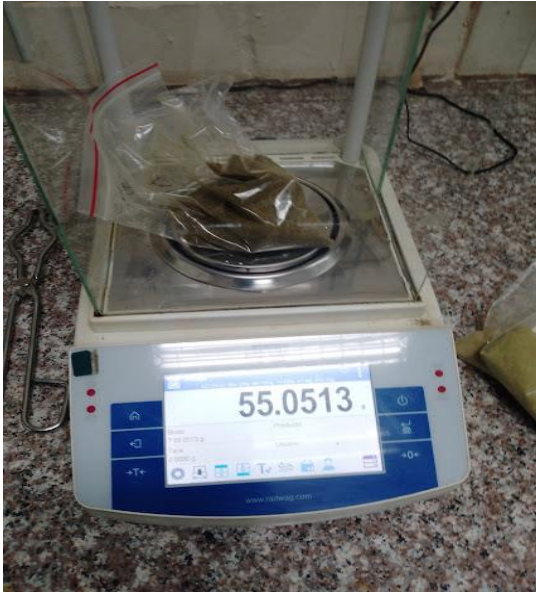
Realizado por: Cristian, Quishpe, 2023.

ANEXO BB. PROCESO DE ELABORACIÓN DE SOPAS DESHIDRATADAS











UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13 / 03 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres-Apellidos: Cristian Vladimir Quishpe Guanotuña
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniero en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.
Ing. Cristhian Fernando Castillo



0502-UPT-DBRA-2023