



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios

DISEÑO DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE AGUAYMANTO BASADO EN SIMULACIÓN POR SUPERPRO DESIGNER

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero

Agroindustrial y Agronegocios

FRANK LUIS ROMERO OREJON

(0000-0003-1913-4888)

Asesor:

Luis Alberto Olivera Montenegro

(0000-0002-0151-7031)

Lima – Perú

2022

JURADO DE LA SUSTENCIÓN ORAL

.....

Presidente

.....

Jurado 1

.....

Jurado 2

Entregado el: _____

Aprobado por:

.....

Graduando: Frank Luis Romero Orejon

.....

Asesor de Tesis: Luis Alberto Olivera Montenegro

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERÍA

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Frank Luis Romero Orejon, identificado con DNI N° 75930384 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada: “DISEÑO DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE AGUAYMANTO BASADO EN SIMULACIÓN POR SUPERPRO DESIGNER”.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de nuestra autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen nuestro aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, 15 de abril de 2021

.....

Frank Luis Romero Orejon

DNI N° 75930384

Epígrafe

*“Whatever People Say I Am, That's What
I'm Not”*

(Alexander D. Turner)

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres y hermana, quienes guiaron y formaron la persona que soy ahora. Son mi inspiración y sin su apoyo incondicional no se hubiese podido culminar este proyecto. También se lo dedico a mis inseparables compañeras, Zoe y Chata.

Agradecimientos

Esta tesis se lo logró gracias al apoyo constante de mis padres y hermana, quienes me guiaron por el camino correcto y formaron la persona que soy ahora. Gracias a mis amigos por brindarme su apoyo y buenos momentos durante este proceso. De igual manera, agradecerle a mi asesor Dr. Luis Olivera, por su respaldo y dedicación para el término de esta investigación. Por último y no menos importante, quiero agradecerme por creer en mí y no rendirme, por hacer este arduo esfuerzo y no tener días libres.

Resumen

El presente trabajo muestra un estudio de diseño de planta deshidratadora de aguaymanto. El objetivo principal es determinar la viabilidad económica y tecnológica para el procesamiento de aguaymanto mediante la deshidratación por microondas a vacío. La investigación buscará determinar el mercado disponible en el extranjero e identificar los requerimientos tecnológicos para implementar la planta procesadora. Asimismo, el impacto social de esta investigación es presentar una alternativa para las problemáticas de sobre producción de aguaymanto o reaprovechamiento de bayas descalificadas para la exportación. La investigación está respaldada por información recopilada de fuentes científicas (Scopus, ScienceDirect y SpringerLink) y softwares como draw.io, MS Project, Quick Pallet Maker y Superpro Designer.

Se concluyó que la localización idónea para establecer la planta procesadora era Comas (Lima) y el área de construcción sería 1400 m². La tecnología de secado por microondas a vacío, teóricamente, obtuvo resultados superiores en valor nutricional y características reológicas en comparación con el secado por convección y osmosis. Además, se determinó que el proyecto es económicamente viable con resultados VAN de \$ 8,572,749 y ROI de 44.68 %.

Abstract

The present work shows a design study of an aguaymanto dehydration plant. The main objective is to determine the economic and technological feasibility for the processing of aguaymanto by vacuum microwave dehydration. The research will determine the available market abroad and identify the technological requirements to implement the processing plant. Likewise, the social impact of this investigation is to present an alternative for the problems of overproduction of aguaymanto or reuse of disqualified berries for export. The research is supported by information collected from scientific sources (Scopus, ScienceDirect, and SpringerLink) and software such as draw.io, MS Project, Quick Pallet Maker, and Superpro Designer.

It was concluded that the ideal location to establish the processing plant was Comas (Lima) and the construction area would be 1400 m². Vacuum microwave drying technology, theoretically, obtained superior results in nutritional value and rheological characteristics compared to convection and osmosis drying. In addition, it was determined that the project is economically viable with NPV results of \$8,572,749 and ROI of 44.68%.

Índice de contenidos

I.	Introducción	1
II.	Problema de investigación.....	2
	Planteamiento del problema.....	2
	Formulación del problema.....	5
	Problema principal	5
	Problemas secundarios	5
	Justificación de la investigación.....	5
III.	Marco referencial.....	7
	Antecedentes.....	7
	Marco teórico.....	9
	Generalidades del aguaymanto.....	9
	1. Descripción.....	9
	2. Beneficios.....	13
	3. Producción nacional	15
	Tendencias de consumo a nivel mundial.....	18
	Proceso de deshidratación	22
	1. Concepto.....	22
	2. Aguaymanto deshidratado.....	33

Método sinérgico o Método de Gibson y Brown	36
3. Factores críticos.....	36
4. Factores objetivos.....	37
5. Factores subjetivos	37
Método de Guerchet	38
1. Superficie estática	39
2. Superficie de gravitación.....	40
3. Superficie de evolución.....	41
Método SLP de localización	42
1. Fase I - Ubicación	43
2. Fase II - Plan de diseño general	43
3. Fase III - Plan de diseño detallados.....	43
4. Fase IV - Instalación	44
Tamaño de la planta	45
1. Relación tamaño – Mercado.....	45
2. Relación tamaño – Recursos productivos	45
3. Relación tamaño – Localización	46
4. Relación tamaño – Tecnología.....	47
IV. Objetivos de la investigación.....	48

Objetivo general.....	48
Objetivos específicos.....	48
V. Metodología.....	49
Tipo y diseño de investigación.....	49
Tipo de investigación.....	49
Diseño de investigación.....	49
Variables de la investigación.....	51
VI. Procedimiento y Método de análisis.....	52
Estudio de mercado.....	52
Análisis de la demanda.....	53
1. Demanda actual.....	54
2. Características de la demanda actual.....	57
3. Proyección de la demanda.....	58
Análisis de la oferta.....	59
1. Oferta actual.....	59
2. Característica de la oferta actual.....	62
3. Proyección de la oferta.....	65
Estructura del mercado.....	67
1. Brecha demanda oferta.....	67

2. Evidencia del mercado	68
Estudio técnico.....	70
Tamaño.....	70
1. Factores condicionantes del tamaño.....	70
2. Capacidad de producción de la propuesta productiva.....	72
Localización	72
1. Justificación de la localización.....	73
2. Macrolocalización	74
3. Microlocalización.....	80
Proceso de producción	85
1. Tecnología.....	85
2. Análisis de producción.....	96
3. Requerimiento de mano de obra, máquinas y equipos.....	110
4. Diseño y distribución de planta.....	114
Organización y gestión.	122
Estructura de la organización	122
1. Aspecto organizacional	122
2. Servicio de terceros	126
Calendario.....	127

Esquematzación del proyecto por software.	128
Flujo de proceso en Superpro Designer	129
Balance de equipos y mano obra.....	132
Evaluación económica.....	133
Estudio de sensibilidad.....	138
VII. Resultados y Discusión.....	140
Presentación de resultados.	140
Discusiones.	141
VIII. Conclusiones y Recomendaciones.....	146
Conclusiones.	146
Recomendaciones.	146
IX. Referencias	147

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación Taxonómica	11
Tabla 2. Composición del Aguaymanto Fresco (100 g)	12
Tabla 3. Composición del Aguaymanto Deshidratado (100 g)	34
Tabla 4. Marcas de Aguaymantos Deshidratados en el Mercado Extranjero.....	35
Tabla 5. Valores "K" para Diferentes Industrias	41
Tabla 6. Código Arancelario para Aguaymanto y Derivados.....	52
Tabla 7. Resumen de Ponderación de Factores para la Macrolocalización.....	78
Tabla 8. Calificación de Factores para la Macrolocalización.....	78
Tabla 9. Puntuación de Macrolocalización - Método de Factores Ponderados.....	79
Tabla 10. Resumen de Ponderación de Factores para la Microlocalización	83
Tabla 11. Calificación de Factores para la Microlocalización	84
Tabla 12. Puntuación de Microlocalización - Método de Factores Ponderados	84
Tabla 13. Propiedades Químicas en las Diferentes Tecnologías de Secado.....	92
Tabla 14. Parámetros de Color en las Diferentes Tecnologías de Secado.....	93
Tabla 15. Tabla Resumen de Tecnologías de Deshidratación.....	94
Tabla 16. Programa de Producción Proyectado.....	101
Tabla 17. Programación Mensual de Producción en Toneladas.....	103
Tabla 18. Programación Mensual de Requerimiento de Materia Prima en Toneladas	103

Tabla 19. Descripción de Maquinarias o Equipos.....	111
Tabla 20. Requerimiento de Mano de Obra.....	112
Tabla 21. Tabla de Valor de Proximidad.....	116
Tabla 22. Razones para el Grado de Cercanía.....	116
Tabla 23. Grado De Vinculación Entre Áreas Operativas.....	117
Tabla 24. Resumen de las Áreas de la Planta Deshidratadora.....	121
Tabla 25. Descripción de Puestos.....	124
Tabla 26. Remuneraciones del Personal de Trabajo.....	125
Tabla 27. Actividades y Fases para el Primero Año del Proyecto.	127
Tabla 28. Reporte de equipos por Superpro Designer.....	132
Tabla 29. Resumen ejecutivo por Superpro Designer	134
Tabla 30. Resumen de Estimación del Capital Fijo.....	135
Tabla 31. Resumen de costo operacional por Superpro Designer	136
Tabla 32. Resumen de Costo de Materiales por Superpro Designer	137
Tabla 33. Resumen de Evaluación de Escenarios	138

Lista de figuras

Figura 1. Imágenes y Tomogramas de Zanahorias Deshidratada.....	9
Figura 2. Fruta de Aguaymanto.....	10
Figura 3. Principales Zonas de Producción de Aguaymanto 2019.....	16
Figura 4. Evolución de la Producción de Aguaymanto 2015-2019 en el Perú.....	17
Figura 5. Evolución de la Producción de Aguaymanto 2015-2019 por Región.....	18
Figura 6. Porcentaje de Presentaciones de Aguaymanto Exportado	21
Figura 7. Exportación de Aguaymanto por País Destino	22
Figura 8. Secador de Bandeja o Gabinete	27
Figura 9. Secador de Túnel.....	28
Figura 10. Sistema de Liofilización	30
Figura 11. Deshidratador de Microondas a Vacío.....	32
Figura 12. Superficie Estática	39
Figura 13. Superficie de Gravitación.....	40
Figura 14. Superficie de Evolución	42
Figura 15. Fases de la Planificación Sistemática del Diseño	44
Figura 16. Esquema de Investigación.....	50
Figura 17. Mapa de Alemania y Ciudades Principales.....	53
Figura 18. Demanda Actual Estimada.....	56

Figura 19. Consumo de Frutos Secos	56
Figura 20. Estimación Demandante Futura	58
Figura 21. Estimación de la Cantidad Demandada Futura.....	58
Figura 22. Oferta Internacional Aguaymanto Deshidratado (Miles de US\$).....	60
Figura 23. Oferta de Aguaymanto Deshidratado en Alemania	61
Figura 24. Exportación Histórica de Aguaymanto Deshidratado en Alemania	62
Figura 25. Tabulación de datos para fórmula de mínimos cuadrados	63
Figura 26. Proyección de la Oferta.....	65
Figura 27. Tendencia de la Oferta de Aguaymanto Deshidratado	66
Figura 28. Brecha de Mercado en Alemania.....	68
Figura 29. Análisis de Partidas Aduaneras Alemania	69
Figura 30. Justificación de la Localización de la Propuesta.....	73
Figura 31. Resultado de la Ponderación de Factores de Localización – Método Factores Ponderados	77
Figura 32. Resultado de la Ponderación de Factores de Localización – Método Factores Ponderados	82
Figura 33. Aguaymanto Deshidratado por Aire Caliente	86
Figura 34. Albaricoque Deshidratado por Osmosis	87
Figura 35. Aguaymanto Deshidratado por Microondas a Vacío.....	88

Figura 36. Cinética de Secado por Convección de Aguaymantos con Diferentes Pretratamientos	90
Figura 37. Deshidratador de Túnel a Vacío.....	95
Figura 38. Flujograma de Producción	100
Figura 39. Aguaymanto Deshidratado por Microondas a Vacío.....	106
Figura 40. Prototipo de Envase Doypack para Aguaymanto Deshidratado	107
Figura 41. Resumen del Proceso de Producción	108
Figura 42. Detalles del Empaque Primario, Cajas y Paletizado	109
Figura 43. Paletizado de Aguaymanto Deshidratado	110
Figura 44. Diagrama de Interrelaciones de Muther para planta deshidratadora de aguaymanto.....	117
Figura 45. Relación de Cercanías para planta deshidratadora de aguaymanto	119
Figura 46. Layout para Planta Deshidratadora de Aguaymanto.....	120
Figura 47. Organigrama de la Empresa.....	123
Figura 48. Diagrama de Gantt para el Primero Año del Proyecto.	128
Figura 49. Flujograma de Proceso por Superpro Designer	130
Figura 50. Diagrama de Gantt de aguaymanto deshidratado por Superpro Designer	131
Figura 51. Reporte de Operarios por Actividad por Superpro Designer.....	133
Figura 52. Costo Operacional representado en Porcentaje.....	137
Figura 53. Presentación de resultados	140

Lista de anexos

Anexo 1. Ficha Técnica Aguaymanto Deshidratado.....	156
Anexo 2. Cálculo de las Áreas Requeridas por Ambiente	157
Anexo 3. Fases del Proyecto por Ms Project	164
Anexo 4. Evaluación Económica Escenario Inicial en Superpro Designer	165
Anexo 5. Evaluación Económica Escenario 2 en Superpro Designer.....	166
Anexo 6. Evaluación Económica Escenario 3 en Superpro Designer.....	167
Anexo 7. Evaluación Económica Escenario 4 en Superpro Designer.....	168
Anexo 8. Evaluación Económica Escenario 5 en Superpro Designer.....	169

I. Introducción

La presente investigación de tesis describe el análisis de factibilidad para una planta procesadora de aguaymanto. Aprovechando la gran exposición del aguaymanto a nivel nacional e internacional, la investigación tiene como objetivo determinar la viabilidad económica y tecnología de planta deshidratadora de aguaymanto mediante el secado por microondas a vacío.

El trabajo comienza explicando la problemática y la oportunidad que tiene el aguaymanto en el país. Asimismo, se detalla las nuevas tendencias de consumo de los compradores con un estilo de vida más saludable. Estos optan por alimentos con alto niveles nutricionales y sabores agradables. Por este motivo se requieren tecnologías menos dañinas para los compuestos bioactivos y estructura del alimento.

El siguiente capítulo presenta los antecedentes, marco teórico, las generalidades del aguaymanto, referencias técnicas y metodológicas que sirven como guía para el desarrollo de la investigación. Asimismo, se procede a presentar el objetivo general y los objetivos específicos.

La investigación continua con la presentación de la metodología a desarrollar y el método de análisis. En este capítulo se presentan los análisis de mercado y técnico de la planta procesadora. El primero se basó de la publicación “*Pauta metodológica para la elaboración de Planes de Negocio de aguaymanto en el marco de la Ley PROCOMPITE*” del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR). Asimismo, el análisis técnico presentará información recopilada de fuentes científicas y el apartado económico estará sustentado por el software Superpro Designer.

Finalmente, se presenta los capítulos de presentación de resultados, discusiones de los mismo y se describen las conclusiones. También se detallan las recomendaciones para el proyecto.

II. Problema de investigación

Planteamiento del problema.

En los últimos 5 años la producción nacional de aguaymantos se ha incrementado de manera exponencial. De acuerdo con el último informe del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) para el 2019 la producción alcanzó las 1,607 toneladas. Creciendo casi un 5% con respecto al año anterior. Para el mismo año el área de aguaymanto rodeaba las 331 hectáreas mientras que para el 2015 solo era de 100 hectáreas. De la misma manera, el rendimiento por hectárea ha mejorado. Pasando de un rendimiento promedio nacional de 4.7 T/ha en 2018 a 5.2 T/ha en 2019 (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

Carlos Rodríguez, director ejecutivo de Cultivida, indicó que para el 2020 las áreas de aguaymanto en territorio peruano ya alcanzan las 500 hectáreas, siendo las principales zonas de producción La Libertad, Lambayeque, Áncash, Lima, Ica. Asimismo, pronostica que en el corto plazo se pueda llegar a las 800 hectáreas (Cultivida, 2020).

El mercado de aguaymanto en el extranjero también ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos años. Datos recopilados de ADEX Data Trade (2020) de la partida arancelaria 0810.90.5000 correspondiente a “UCHUVA (UVILLAS) (PHYSALIS PERUVAIANA) FRESCA” pasaron de US\$ 250.000 en el 2015 a US\$ 3.460.000 en el 2019. Entre los principales 5 mercados de exportaciones de aguaymanto están Estados Unidos, Alemania, Países Bajos, Canadá y Japón.

Miguel Bentín, el director de Proarandanos, señala que el tipo de clima, dentro de la costa peruana, permite tener temporadas inusualmente largas que permite al Perú ser un proveedor consistente. Además, señala que este factor también favorece a los aguaymanto

debido a que les otorga una vida postcosecha más extensa (Revista agroexportaciones & Medio Ambiente, 2020). De acuerdo con calendario de producción de aguaymantos, hay cosecha durante todo el año en diferentes partes del país. Siendo los meses de mayor cosecha desde setiembre hasta diciembre.

Perú en la actualidad es el segundo exportador de aguymanto en frescos a nivel mundial, solo detrás de Colombia. Esto se ha logrado debido a la calidad del producto y el reconocimiento dentro mercados importantes como el estadounidense y Alemán. Sin embargo, es necesario avanzar hacia productos más elaborados. Sierra exportadora indica que en los mercados internacionales el precio de un producto deshidratado puede triplicarse frente a un producto en fresco (Agraria Agencia de Noticias, 2015). Aprovechar la ventana de las ventas de aguymantos en frescos para producir aguymantos deshidratados se ve como una buena alternativa para exportaciones.

No obstante, se presentan algunos peligros para las exportaciones de aguaymanto tanto en el campo de cosecha como en las exportaciones. Un problema común es al extraer el aguaymanto del pedicelo debido a que puede presentarse algunas heridas que de alguna manera puede ser fuente de mermas. Al no poder ser exportadas como aguaymanto en frescos es posible para pasen a la planta deshidratadora para reutilizar este producto.

La sobreproducción también puede significar un reto para las exportaciones de aguaymantos. Chile presentó casos de sobreoferta de arándanos para exportaciones durante la temporada de 2015. Esto se generó como consecuencia de la concentración de fruta durante los primeros meses del año, provocando que los precios al momento de vender se reduzcan (Rojas, 2016). Los cambios climáticos también afectan la producción de

aguaymantos, las lluvias intensas pueden generar problemas de pudrición. Esto se debe a la proliferación del hongo de la botrytis Asimismo, cuando deja de llover es necesario dejar de cosechar y como consecuencia se produce una sobre maduración de la fruta. Esta provoca que los aguaymantos ya no sean aptos para el mercado extranjero (Rojas, 2016).

Utilizar métodos alternativos de secado para las bayas también es una oportunidad que en la actualidad empresas están tomando. Cuando se revisa los principales portales de supermercados, las frutas secas son en un casi 90% deshidratados por métodos convencionales como aire caliente u osmodeshidratación. Nuevas tecnologías como microondas o liofilización pueden generar productos novedosos de mejor calidad sensorial y mejor conservación de compuestos nutricionales propios de las frutas (Guo et al., 2017; Li et al., 2020; Taghinezhad et al., 2020; Wojdyło et al., 2019).

De acuerdo con el portal virtual de Whole Foods (2021), las tendencias del 2021 en adelante se enfocarán en bocadillos y alimentos básicos nuevos refiriéndose a snacks, bollos de panqueques o sopas instantáneas. El estudio identifica que los consumidores, debido a la nueva normalidad causada por el SARS-CoV-2, buscan opciones de refrigerios para mantenerse al día. Además, la nueva generación de consumidores sigue la tendencia “coger y llevar” y las opciones de barras de granola y mini bolsas de pretzel ya quedaron atrás. De este modo, existen investigación enfocadas a desarrollos de snack mediante la deshidratación por microondas donde las matrices conservan sus compuestos fenólicos, actividad antioxidante y color. Entre estas se ejemplifican con las frutas de jujube, chips de membrillo y películas comestibles de frambuesas (Ozcelik et al., 2019; Turkiewicz et al., 2019; Wojdyło et al., 2019).

Por estos motivos, es necesario realizar un estudio que determine la viabilidad de la instalación de una planta deshidratadora de aguaymantos, ante posibles escenarios donde se requiera procesar aguaymantos en sobreproducción o rechazo para la exportación con el fin de darle un reaprovechamiento y valor agregado como nuevo producto.

Formulación del problema.

Problema principal

¿Cuál es la factibilidad tecnología y económica de desarrollar el diseño de una planta deshidratado de aguaymanto en Lima?

Problemas secundarios

- ¿Cuáles son las dimensiones del mercado de aguaymanto deshidratado en el mercado local?
- ¿Cuánta es la disponibilidad de aguaymanto en el mercado local para una planta deshidratadora?
- ¿Cuál serán los requerimientos técnicos para una planta deshidratadora de aguaymanto?
- ¿Cuáles serán los parametros de calidad para la obtención de un aguaymanto deshidratado?
- ¿Cuál será la factibilidad económica de desarrollar una planta deshidratadora de aguaymanto?

Justificación de la investigación.

El trabajo de investigación se centrará en determinar la viabilidad tecnología y económica de desarrollar una planta deshidratadora de aguaymanto con el fin de

reaprovechar los frutos que se puedan encontrar como sobreproducción en temporadas altas o como alternativa para aguaymanto que no logren clasificar para exportación.

Miguel Bentín indica que en la temporada 2019/2020 se produjo toneladas de aguaymanto y se proyecta que para el 2021 se llegue a las 500.000 (Revista agroexportaciones & Medio Ambiente, 2020). La exitosa adaptación del cultivo de aguaymanto y la experiencia de la industria peruana seguirá promoviendo el desarrollo del fruto en el país. Es por esta razón que diversificar los productos en base al aguaymanto e incrementar la oferta es un objetivo necesario.

Esta investigación busca beneficiar a productores y exportadores de aguaymanto que distinguen al aguaymanto deshidratado como una alternativa de ventas para el mercado nacional e internacional. El aguaymanto al ser reconocido internacionalmente como un alimento con alto valor nutricional puede encajar en la demanda de mercados como Estados Unidos, Holanda, Alemania, Reino Unido, entre otros.

Mediante la planta deshidratadora de aguaymanto se busca disminuir riesgos que otros países productores tuvieron que sobrellevar en temporadas pasadas. Caso en Chile que por los constantes cambios climáticos han tenido mayor producción de arándanos, pero menor calidad de producto. Como consecuencia se tuvo que derivar la producción de arándanos a venta locales con precios por kilo de tan solo 1.8 a 2.1 dólares (Rojas, 2016).

III. Marco referencial

Antecedentes.

En la investigación de Asioli et al. (2019) sobre preferencias y actitudes de los consumidores europeos por fresas orgánicas deshidratadas por microondas o aire caliente determinaron que existe una tendencia por consumir frutos secos por tecnologías tradicionales. Los autores determinaron que los adultos mayores presentan cierto rechazo por tecnologías novedosas a pesar de ser informados sobre las ventajas de la deshidratación por microondas. Por otro lado, se demostró que los jóvenes y los adultos-jóvenes son quienes tienen mayor preferencia por bayas secadas por microondas. Los autores recomiendan el uso de la deshidratación por microondas para bayas por su alta conservación de compuestos bioactivos y propiedades sensoriales, sin embargo, la información de beneficios y procesamiento de esta nueva tecnología debe ser mejor difundida en empaques o publicidad para obtener mayor aceptación entre los nuevos consumidores.

Staniszewska et al (2019) analizaron diferentes tipos de deshidratados para arándanos rojos enteros. Se comparó tratamientos iniciales como sonicación, aire caliente, osmosis, liofilización y microondas. Además, se reemplazó el aire caliente por microondas a vacío en la etapa final de secado. Los autores determinaron que el uso de microondas en lugar de aire caliente puede reducir los tiempos de secado de 740 – 950 minutos a 80 – 493 minutos. Los parámetros de tratamiento por microondas fueron 800 W, 5.33 W/g y presión absoluta de 5 kPa. Además, utilizando este tipo de deshidratación se encontraron menores pérdidas de compuestos bioactivos y actividad antioxidante durante el procesamiento. En términos de apariencia general, se determinó que la combinación de secado por aire caliente

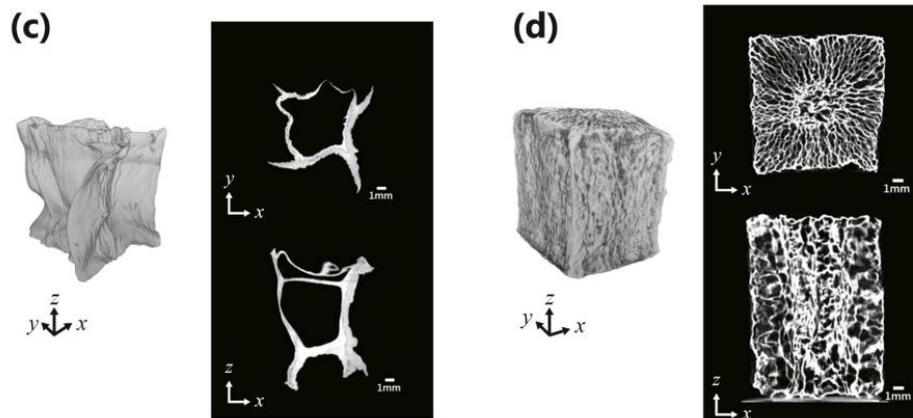
combinado con osmodeshidratación y microondas a vacío en la etapa final resulta en frutas secado con resultados satisfactorios. Las muestras de arándanos rojos no sufren cambios indeseables en cuanto a su estructura original y el color también se conservan en comparación con los otros métodos.

Ando et al. (2019) investigaron sobre el pretratamiento de congelación-descongelación y secado al vacío por microondas en zanahoria. Los autores determinaron que el pretratamiento aumentó la velocidad de secado, asimismo aumentó la velocidad de transferencia de humedad del tejido debido al daño a la estructura celular durante la congelación. Lo más destacable en esta investigación es la observación estructural mediante tomografía computarizada de rayos X que demostró que el pretratamiento también fue eficaz para prevenir la deformación estructural durante la deshidratación. La muestra deshidratada no pretratada se caracterizó por una región densa en la superficie y una gran cavidad central (Fig. 2c). La humedad interna se evapora rápidamente desde el interior del tejido durante la deshidratación, aumentando la presión interna y da como resultado una deformación estructural. Tal deformación debido a diferencias de presión se produce fácilmente en el tejido donde muchas células pequeñas están dispuestas densamente como se ve en el tejido de zanahoria porque la humedad evaporada tiene dificultad para atravesar el tejido y conduce al aumento de la presión interna. Por el contrario, en las muestras con pretratamiento, la contracción se inhibió notablemente en comparación con otras muestras y se mantuvo una forma favorable. Esto se debe a que la estructura se formó debido al calentamiento y evaporación desde el interior del tejido bajo irradiación de microondas, lo que resultó en la expansión de la estructura interna, además

de la mitigación de las diferencias de presión entre el interior y el exterior debido al daño tisular causado por el pretratamiento.

Figura 1.

Imágenes y Tomogramas de Zanahorias Deshidratada.



Fuente: Extraído de Ando et al (2019). Nota: muestras de (c) secado por microondas a vacío a 300W sin pretratamiento y (d) Secado por microondas a vacío a 300W previamente liofilizado.

Marco teórico.

Generalidades del aguaymanto

1. Descripción

El aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) es conocido internacionalmente como Cape gooseberry o goldenberry. En países limítrofes como Colombia y Ecuador se le conoce como uchuva y o uvilla, respectivamente. Se cree que el aguaymanto se originó en la región de los andes peruanos y ecuatorianos de América del Sur (Bazalar Pereda et al., 2019).

Al igual que otros miembros del género *Physalis*, la fruta viene envuelta en un colmillo que se vuelve parecido al papel al madurar. El fruto es una baya globular de color dorado, de 1,25 a 2,5 cm de diámetro y un peso de 4 a 10 g (Figura 2). Esta fruta puede ser consumida en fresco y se utiliza para postres y conservas, pero también se deshidrata (Shenstone et al., 2020).

Figura 2.

Fruta de Aguaymanto



Fuente: Extraído del portal El Comercio “VIU” (2015)

Como se muestra en la tabla 1, los aguaymantos son miembros de la familia *Solanacea*, género *Physalis*. El género *Physalis* está compuesto por goldenberries, groundcherry, tomatillo y muchas especies silvestres relacionadas. Este género es muy diverso y contiene alrededor de 85 especies, que se encuentran principalmente en los trópicos a gran altura, pero también en las regiones templadas y boreales (Shenstone et al., 2020).

Tabla 1.*Clasificación Taxonómica*

Rango	Nombre científico
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
Supervisión	<i>Spermatophyta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Genero	<i>Physalis L.</i>
Especie	<i>P. peruviana L.</i>

Fuente: Extraído de Natural Resources Conservation Service (USDA-NRCS, 2021).

Los aguaymantos se caracterizan por ser una baya pequeña con forma de esférica, de color dorado. Estas bayas han sido examinadas especialmente por ser una gran fuente de antioxidantes, debido a que incluyen una cantidad variada de sustancias bioactivas, provenientes de grupos flavonoides y ácidos fenólicos con propiedades funcionales potenciales (Nocetti et al., 2020).

La composición principal del aguaymanto fresco presentes en una porción (1 copa, 148 g) se muestra en la tabla 2. Los principales nutrientes son carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Asimismo, el consumo de 100 gramos de aguaymantos frescos puede proporcionar hasta 1/3 de la ingesta diaria recomendada de vitamina C y además esta

fruta es muy baja en grasas y no contiene colesterol. También se puede destacar cantidades sustanciales de algunas vitaminas, minerales y fibra (Nocetti et al., 2020).

Tabla 2.

Composición del Aguaymanto Fresco (100 g)

Composición	Cantidades
Agua	78.90 %
Carbohidratos	16.00 %
Proteínas	0.80 %
Grasas	0.16 %
Cenizas	1.01 %
Energía (100g)	77 kj
Fibra	4 % - 5 %
Vitamina C (100g)	20 – 43 mg

Fuente: Extraído de Nutritional and Antioxidant Properties of *Physalis peruviana* L. Fruits (Bazalar Pereda et al., 2019).

Al aguaymanto se le considera una planta recientemente domesticada y en los últimos años la superficie cultivada se ha incrementado considerablemente como resultado de la alta demanda del fruto por sus propiedades organolépticas y nutritivas. Es una planta que se caracteriza por tener una alta vida productiva de alrededor de 20 años o más con buen manejo y bajo condiciones óptimas de clima y suelo (INTAGRI, 2017).

Las variedades de la especie *Physalis Peruviana* se encuentran en función a los ecotipos en relación con el tamaño, color y forma del fruto, de la flor, altura y tamaño de la planta. Existen 3 tres ecotipos cultivados con mayor frecuencia procedentes de Kenia, Sudáfrica y Colombia. Las variedades de los dos primeros países tienen un peso de 6 a 10 gramos en promedio, mientras que los de ecotipo colombiano son más pequeños y pesan

entre 4 y 5 gramos. En el Perú existen seis ecotipos: Urquiaco (Cajamarca), Agocucho (Cajamarca), Huancayo 1 y Huancayo 2 (Junín), Cajabamba (Cajamarca) y Eru (Cajabamba) (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

2. Beneficios

Diferentes reportes científicos detallan la composición química del extracto del aguaymanto y destacan la presencia de diferentes compuestos químicos, como withanólidos, saponinas, quercetinas, di y tri glicósidos (L. A. Puente et al., 2011). Algunos de los cuales han demostrado ser hipoglucémicos, antioxidantes y efectos antiinflamatorios, junto con una actividad antiproliferativa significativa contra líneas celulares de cáncer de pulmón, células de cáncer de colon, células de leucemia mieloide crónica y otras, incluidas líneas celulares de próstata, renales, colorrectales y mamarias (Nocetti et al., 2020).

Alto contenido de antioxidantes

Las aguaymantos son ricos en antioxidantes que protegen y reparan el daño causado por los radicales libres, que son moléculas vinculadas al envejecimiento y enfermedades, como el cáncer. Hasta la fecha, los estudios han identificado 34 compuestos únicos en los aguaymantos que pueden tener beneficios para la salud (M. Ramadan et al., 2015).

Se ha demostrado que los compuestos fenólicos en los aguaymantos bloquean el crecimiento de las células de cáncer de mama y de colon en estudios in vitro (M. Ramadan et al., 2015). En otro estudio, se descubrió que los extractos de bayas doradas frescas y

deshidratadas aumentan la vida de las células al tiempo que previenen la formación de compuestos que causan daño oxidativo (Areiza-Mazo et al., 2018).

Asimismo, la piel de estas bayas tiene casi tres veces la cantidad de antioxidantes que su pulpa y los niveles de antioxidantes están en su punto máximo cuando las frutas están maduras (Etzbach et al., 2018).

Beneficios antiinflamatorios

Las bayas de oro son parte de la familia de las solanáceas, un grupo de plantas que contienen esteroides naturales llamados withanólidos. Estos esteroides pueden ayudar a calmar la inflamación en la artritis crónica, enfermedades autoinmunes y algunas enfermedades neurodegenerativas (Cassoobhoy, 2020).

Mediante el extracto del zumo de aguaymanto se puede evaluar que los withanólidos pueden tener efectos antiinflamatorios en el cuerpo, protegiendo potencialmente contra el cáncer de colon (Sang-Ngern et al., 2016). En otra investigación, a partir del extracto de la cáscara del aguaymanto se redujo la inflamación en ratones con enfermedad inflamatoria intestinal. Además, los ratones tratados con este extracto tenían niveles más bajos de marcadores inflamatorios en sus tejidos (Castro et al., 2015).

Estimula el sistema inmunológico

El nivel significativo de vitamina C en una sola porción de aguaymantos hace que esta sea una fruta muy importante para el sistema inmunológico. Una taza (140 gramos) proporciona 15,4 mg de esta vitamina: el 21% de la IDR para las mujeres y el 17% para los hombres (Van Ballegooijen et al., 2017).

La vitamina C estimula la producción de glóbulos blancos y tiene ciertas propiedades antioxidantes, además es un componente clave en la producción de colágeno. Esto es lo que el cuerpo necesita para reparar y producir células, tejidos, órganos y vasos sanguíneos (M. F. Ramadan & Morsel, 2003).

3. Producción nacional

El aguaymanto es un fruto que se cultiva en el Perú desde tiempo ancestrales y fue uno de lo más venerados durante el incanato por sus propiedades nutricionales. Además, la forma de perla con un intenso color amarillo denotaba una alta atracción. En la actualidad la producción de aguaymanto se puede encontrar en Amazonas, Apurímac, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Huánuco, Huancavelica, Junín, Lambayeque, Pasco, Cajamarca, Lima, Cusco y Moquegua (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

Este fruto es un cultivo que se desarrolla muy bien en altitudes altas, entre 1,800 y 2,800 m.s.n.m. con temperaturas entre 13° y 15°C. No se recomienda que la planta este expuesta a temperaturas extremas; si las temperaturas son muy altas puede perjudicar la floración y fructificación, mientras que las temperaturas por debajo a 10°C evitan que prospere su crecimiento (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

Durante los últimos años, la producción, cosecha y rendimiento han crecido de manera constante y significativa. Para el 2019 se registró un aproximado de 311 hectáreas de aguaymanto con una producción de 1607 toneladas de acuerdo con los reportes de las Direcciones Regionales (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

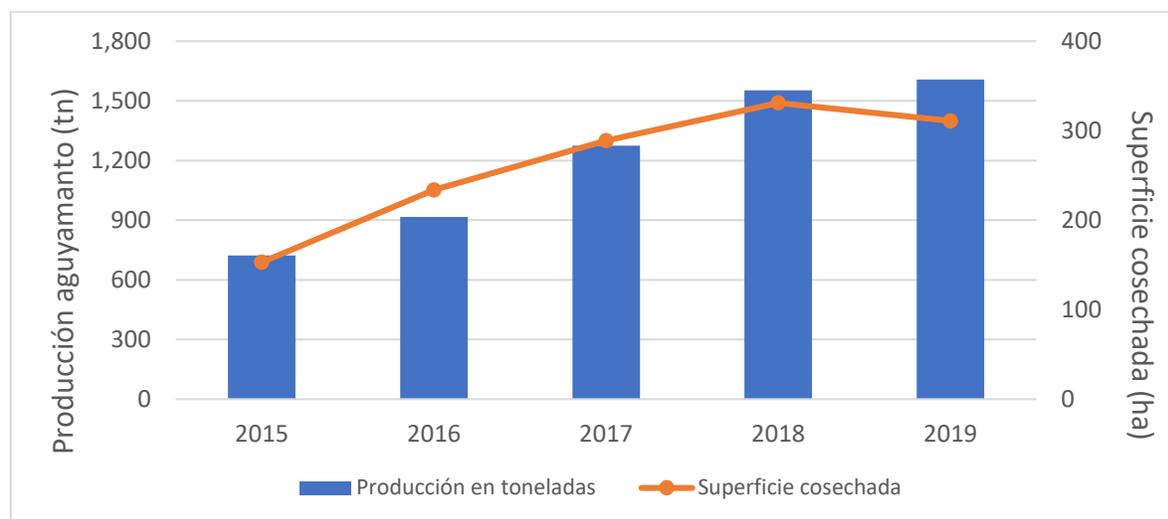
Figura 3.*Principales Zonas de Producción de Aguaymanto 2019*

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3 se presenta las 5 regiones de mayor producción de aguaymanto en Perú, donde destacan Lambayeque y Huánuco que sobrepasan las mil toneladas de producción por año. Asimismo, el reporte de Sierra y Selva exportadora indica que en la actualidad ya hay zonas de producción en Ayacucho, Moquegua y Puno; sin embargo, no disponen de la información oficial.

Figura 4.

Evolución de la Producción de Aguaymanto 2015-2019 en el Perú



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar el crecimiento constate que ha tenido la producción de aguaymantos y de la misma manera se puede observar las superficies de cosecha. En 2015 se contaba con 153 hectáreas en todo el país mientras que en 2019 se alcanzó las 310 hectáreas. Es probable que se alcancen las 400 hectáreas en todo el Perú para el 2022, incluyendo departamentos como Piura, Arequipa y La Libertad (Figura 4).

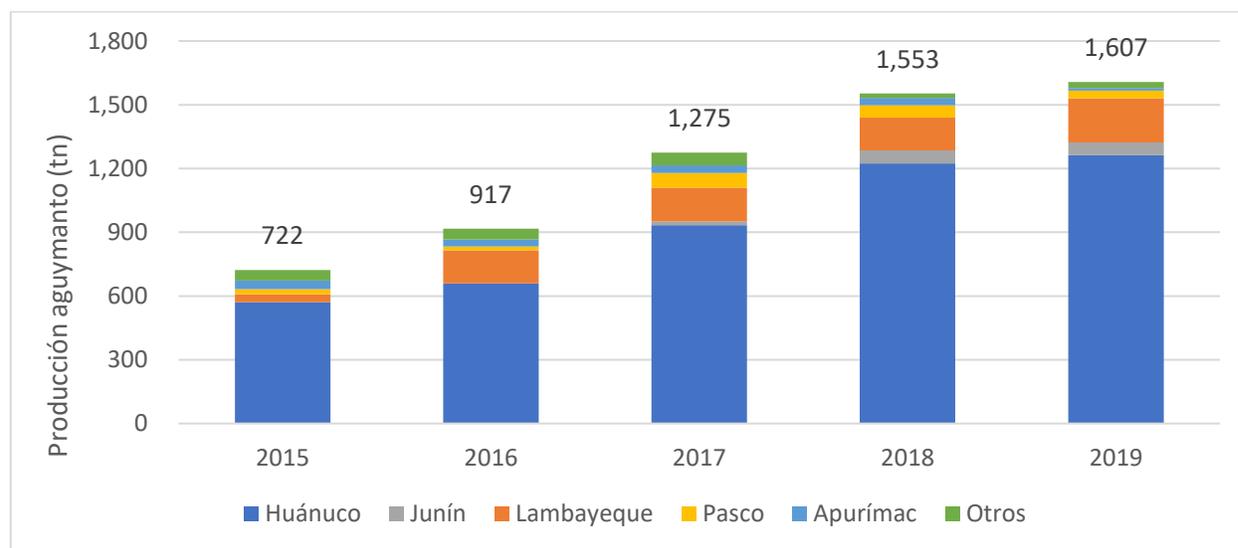
En lo que respecta a la evolución de producción departamental para del 2015 al 2019, se observa en la figura 4, Huánuco ha representado casi el 80% de la producción nacional. Le siguen muy por debajo departamentos como Lambayeque y Pasco. En la casilla se otros se encuentran Arequipa Amazonas y La Libertad, que no representan ni el 5% de la producción de aguaymanto.

Es importante mencionar que tanto Huánuco, Lambayeque y Pasco son los únicos departamentos con crecimiento de producción y de hectáreas para la cosecha de

aguaymanto. En Apurímac, la producción de esta baya ha decrecido y para el 2020 no se encuentran reportes oficiales de cosecha. Por otro lado, Junín y Cajamarca son ciudades que a mediados del 2019 comenzaron con el cultivo y se espera una ampliación de hectáreas constante.

Figura 5.

Evolución de la Producción de Aguaymanto 2015-2019 por Región



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con Sierra y Selva exportadora (2020) los agricultores de aguaymanto en Huánuco aprovechan la compatibilidad del ecosistema local para la producción de este cultivo de manera orgánica. De este modo, se logra producción aguaymanto con condiciones exportables.

Tendencias de consumo a nivel mundial

Numerosos estudios de consultoras privadas tratan de analizar las principales tendencias de consumo alimentario para la próxima década y la situación actual de la

pandemia. Se coincide en que la nueva tendencia es optar por alimentos altamente nutritivos y listos para el consumo. A continuación, se detalla los hallazgos más relevantes de estas consultoras:

Snacks innovadores y refrigerados

Se busca identificar productos con la palabra clave "fresco" y ahora más que nunca se necesitan productos acordes a la nueva generación de "agarrar y llevar". La opción de barras de granola y mini bolsas de pretzel ya no son suficientes. La refrigeradora permite tener bocadillos de tipo frescos y saludables que pueden ser ya listos o para preparar en casa: huevos duros con aderezos salados, vegetales en escabeche, sopas para beber y dippers de todo tipo. Estos productos deben estar perfectamente en porciones y en conveniente empaquetado individual (Whole Food, 2020).

Desayuno épico todos los días

Con más personas trabajando desde casa, la comida más importante es recibir la atención que se merece, no solo los fines de semana, sino todos los días. Hay una línea completamente nueva de productos innovadores diseñados para las personas que prestan más atención a lo que comen por la mañana (Whole Food, 2020).

El bienestar es tendencia

Las líneas se difuminan entre los pasillos de suplementos y comestibles, y esa tendencia se acelerará en 2021. Esto referencia a los superfoods, probióticos, caldos y chucruts. Los proveedores están incorporando ingredientes funcionales como vitamina C y

hongos para fomentar un espacio mental tranquilo y apoyar el sistema inmunológico (Whole Food, 2021).

Alimentos reciclados

Se observa un gran aumento en los productos envasados que utilizan partes de un ingrediente desatendidas e infrautilizadas (tallos y cascaras) como un camino para reducir el desperdicio de alimentos. Los alimentos reciclados, elaborados con ingredientes que de otro modo habrían sido desperdicio de alimentos, ayudan a maximizar la energía utilizada para producir, transportar y preparar ese ingrediente (Aen Verde, 2020; Whole Food, 2021).

Productos prácticos que aligeren el día a día

La salud personal y la preocupación por el medio ambiente son factores importantes para el consumidor. Ahora, ha crecido la necesidad de conseguir productos prácticos que faciliten la vida en casa. Además, por consecuencia de la pandemia, el trabajo ha cambiado y los consumidores optan por productos relajantes que ayuden a tener mayores niveles de energía y concentración (CITEagroindustrial Ica, 2020).

Es necesario conocer el mercado de exportaciones que tiene el aguaymanto peruano, durante el 2019 las ventas al exterior del aguaymanto alcanzaron las 344.971 toneladas. Comparado con el año anterior, hubo una reducción de 25% donde se logró exportar 461.673 toneladas.

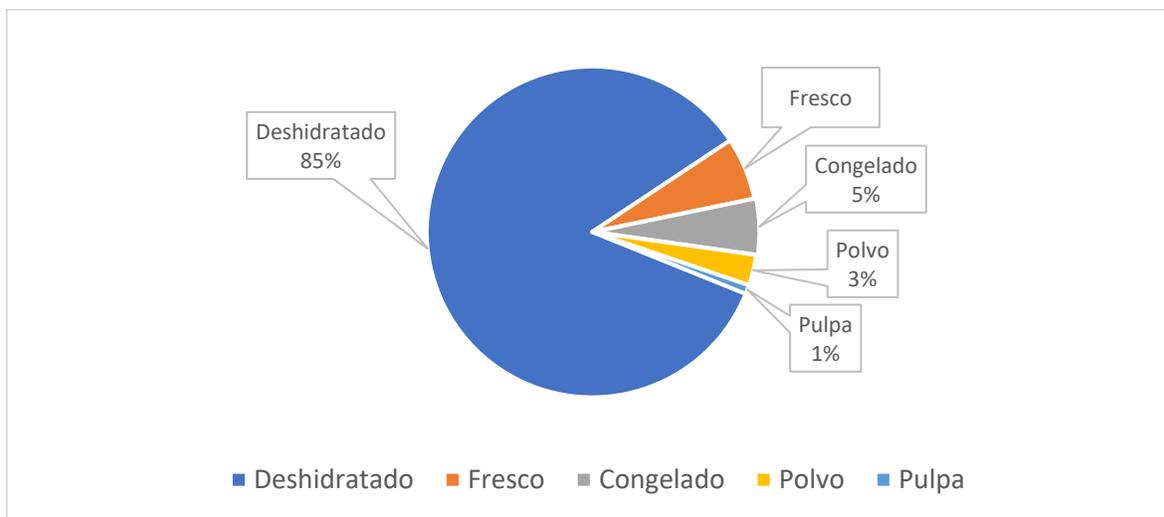
Los principales mercados para el aguaymanto peruano durante el 2019 fueron Holanda con 108.621 toneladas, Estados Unidos con 62.069 toneladas, Alemania con

46.850 toneladas y Canadá 25.111 toneladas. Estos 4 países representan el 70% del total de exportaciones de aguaymanto (León Carrasco, 2020)

El aguaymanto no solo se exporta en la presentación en frescos, también se pueden encontrar en deshidratados, congelado, en polvo o como pulpa. De acuerdo con el portal León Carrasco (2020) para el portal Agraria.pe del total de aguaymanto exportado en 2019, la presentación con mayores despachos fue el aguaymanto deshidratado con 291.699 toneladas. Le sigue el aguaymanto fresco con 20.986 toneladas, congelado con 18.900 toneladas, la presentación en polvo 10.340 toneladas y pulpa de aguaymanto con 3.046 toneladas, se incrementó 59%.

Figura 6.

Porcentaje de Presentaciones de Aguaymanto Exportado



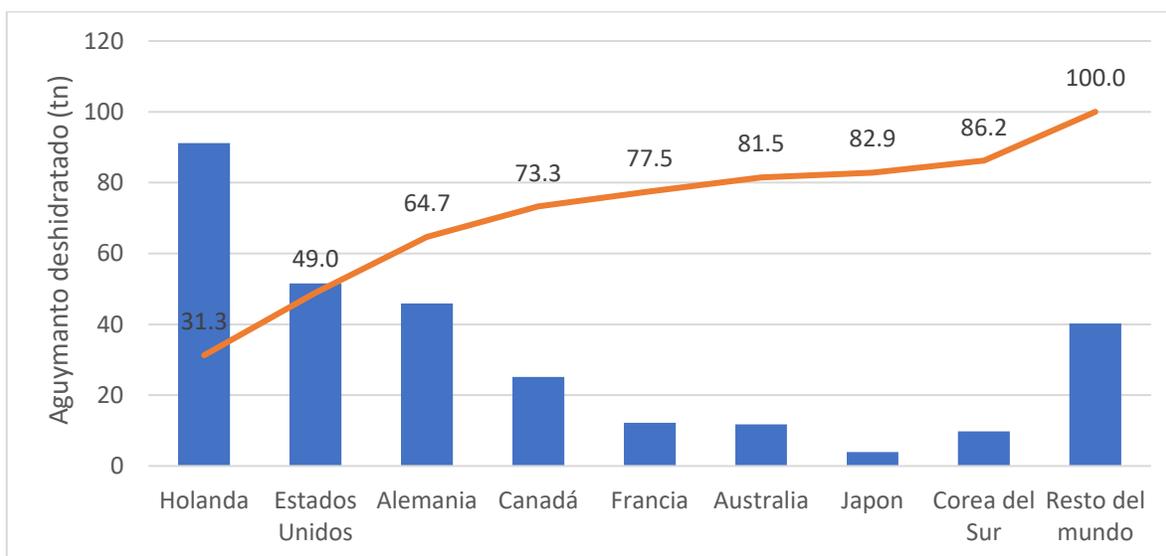
Fuente: Elaboración propia.

Según el reporte de Sierra y Selva Exportadora (2020) la mayor exportación de aguaymanto peruano se realiza como fruto orgánico deshidratado, que representa más del 80% del total exportado, con un crecimiento promedio anual desde el 2015 al 2020 de 9 %

en volumen y 5 % en valor. Asimismo, León Carrasco (2020) informa que los mercados del aguaymanto deshidratado en 2019 fueron: Países Bajos con 91.221 toneladas, Estados Unidos 51.585 toneladas, Alemania 45.866 toneladas, Canadá 25.111 toneladas, Francia 12.210 toneladas.

Figura 7.

Exportación de Aguaymanto por País Destino



Fuente: Elaboración propia.

Los principales países de exportación de aguaymanto deshidratado se encuentran en Europa, donde Holanda, Alemania y Francia se encuentran entre los primeros puestos de importación de aguaymanto. La figura 7 muestra los principales destinos para el aguaymanto nacional y además se observa que Holanda, Estados Unidos y Alemania concentran el 65% de exportaciones.

Proceso de deshidratación

1. Concepto

El secado es uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos conocidos por la humanidad. La conservación de la carne, el pescado y las plantas alimenticias mediante el secado al sol o en el aire naturalmente seco de los desiertos y montañas se ha practicado desde tiempos prehistóricos y sigue siendo una operación vital en la vida de muchas comunidades rurales (Berk, 2018).

El secado o deshidratación es, por definición, la remoción de agua por evaporación, de un alimento sólido o líquido, con el propósito de obtener un producto sólido suficientemente bajo en contenido de agua (Berk, 2018). Singh y Heldman (2014) resumen que los principales objetivos tecnológicos de la deshidratación de alimentos son:

- Conservación como resultado de la depresión de actividad del agua
- Reducción de peso y volumen
- Transformación de un alimento a una forma más conveniente de almacenar, empaquetar, transportar y usar; por ejemplo, la transformación de líquidos como leche, huevos, zumos de frutas y vegetales, o extracto de café, en un polvo seco que se puede reconstituir a la forma original mediante la adición de agua.
- Impartir a un producto alimenticio, una característica particular deseable como un sabor diferente, crocante, masticable, etc., es decir, crear un nuevo alimento (por ejemplo, transformación de uvas en pasas).

La conservación de frutas, verduras y productos alimenticios similares por deshidratación es un desafío único. Debido a la configuración estructural de cada tipo de productos, la eliminación de la humedad debe realizarse de una manera que sea lo menos perjudicial para la calidad del producto (Singh & Heldman, 2014).

Para lograr los resultados deseados para alimentos deshidratados, con una estructura física definida, el proceso debe proporcionar la transferencia óptima de calor y masa dentro

del producto. El diseño de estos procesos requiere un análisis cuidadoso de la transferencia de calor y masa que se produce dentro de la estructura del producto. Sólo mediante el análisis y la comprensión de los procesos de transferencia se puede lograr la máxima eficiencia y la calidad óptima (Singh & Heldman, 2014).

Actividad de agua

La determinación del contenido de agua no es suficientemente informativa en relación con la estabilidad del producto alimenticio. La actividad del agua (a_w) aporta un complemento de información, ya que da cuenta de la disponibilidad de agua para el proceso de deshidratación. Aunque el parámetro representa una parte importante del gradiente para el movimiento de la humedad, el a_w es importante en el análisis de la estabilidad de almacenamiento de alimentos secos (Mathlouthi, 2001).

Transferencia de calor y masa

Otro aspecto importante por conocer es la transferencia de calor y masa, esto ocurre dentro de la estructura del producto y está relacionada con el gradiente de temperatura entre la superficie del producto y la superficie del agua en alguna ubicación dentro del producto. A medida que se agrega suficiente energía térmica al agua para provocar la evaporación, los vapores se transportan desde la superficie del agua dentro del producto hasta la superficie del producto (Singh & Heldman, 2014).

El transporte de vapor desde la superficie del producto al aire y la transferencia de calor desde el aire a la superficie del producto es una función de los gradientes de temperatura y presión de vapor existentes. En la mayoría de los productos, la transferencia

de calor y masa dentro de la estructura del producto serán los procesos de limitación de velocidad (Singh & Heldman, 2014).

El mecanismo de eliminación de agua por secado implica dos procesos simultáneos, a saber, la transferencia de calor para la evaporación del agua a los alimentos y el transporte de los vapores de agua formados fuera de los alimentos. El secado es, por tanto, una operación basada en la transferencia simultánea de calor y masa (Berk, 2018).

Dependiendo del modo de transferencia de calor y masa, los procesos de secado industrial se pueden agrupar en dos categorías:

- Secado por convección: Se utiliza gas caliente y seco (generalmente aire) tanto para suministrar el calor necesario para la evaporación como para eliminar el vapor de agua de la superficie del alimento. Tanto los intercambios de calor como de masa entre el gas y la partícula son esencialmente transferencias convectivas, aunque la conducción y la radiación también pueden estar involucradas hasta cierto punto. Este modo generalizado de secado también se conoce como secado al aire libre. El secado al aire es un proceso inherentemente lento. Se dice que $2/3$ del tiempo de secado se usa para eliminar $1/3$ de la humedad.
- Secado por conducción: el alimento húmedo se pone en contacto con una superficie caliente (o, en una aplicación particular, con vapor sobrecalentado). El agua del alimento se "evapora". En otras palabras, el secado por ebullición equivale a la evaporación hasta la sequedad. El secado al vacío, el secado en tambor y el secado en vapor sobrecalentado son casos de este modo de secado.

Existe una categoría adicional, el secado por congelación (liofilización). Este es otro método de eliminación de agua basado en la sublimación de agua de un material congelado a alto vacío (Berk, 2018).

a. Deshidratadores en la industria alimentaria

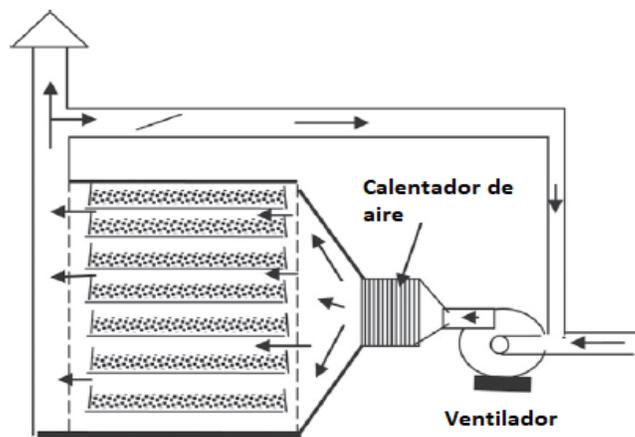
Es de suma importancia conocer los diferentes diseños secado y especialmente en la industria alimentaria y de procesamiento. Para la elección del diseño de secado es necesario analizar la transferencia de calor y masa de cada producto.

En la actualidad, existe una amplia variedad de operaciones unitarias para secar productos alimenticios. Estos pueden clasificarse libremente como secadores de aire caliente, liofilizadores y secadores osmóticos. A continuación, se describe algunos sistemas de que podrían ser una alternativa para la deshidratación de aguaymantos:

Secadores de bandeja o gabinete

Estos tipos de sistemas de secado utilizan bandejas o soportes de productos similares para exponer el producto al aire caliente en un espacio cerrado. Las bandejas que contienen el producto dentro de un gabinete o recinto similar se exponen al aire caliente para que se produzca la deshidratación (Singh & Heldman, 2014). Estos secadores se utilizan por lotes de alimentos sólidos a una escala de pequeña a moderada (por ejemplo, 2000-20 000 kg día). Se caracterizan por ser económicos y sencillos de construir (Berk, 2018).

El movimiento del aire sobre la superficie del producto se realiza a velocidades relativamente altas para garantizar que la transferencia de calor y masa proceda de manera eficiente (Singh & Heldman, 2014). El gabinete generalmente está equipado con deflectores móviles, ajustados para tener una distribución uniforme del aire de secado por todo el gabinete (figura 8).

Figura 8.*Secador de Bandeja o Gabinete*

Fuente: Adaptado de Berk (2018).

Los secadores de armario se encuentran con frecuencia en instalaciones rurales donde se utilizan para secar frutas (uvas, dátiles, manzanas), verduras (cebolla, repollo) y hierbas (perejil, albahaca, menta, eneldo). Las temperaturas de entrada del aire suelen oscilar entre 60 y 80 °C. La velocidad del aire es de unos pocos m/s y debe ajustarse según el tamaño, la forma y la densidad de las partículas de alimento para evitar el arrastre de partículas secas con el viento. Según el producto y las condiciones, la duración de un lote suele ser de 2 a 10 h (Berk, 2018).

Secadores de túnel

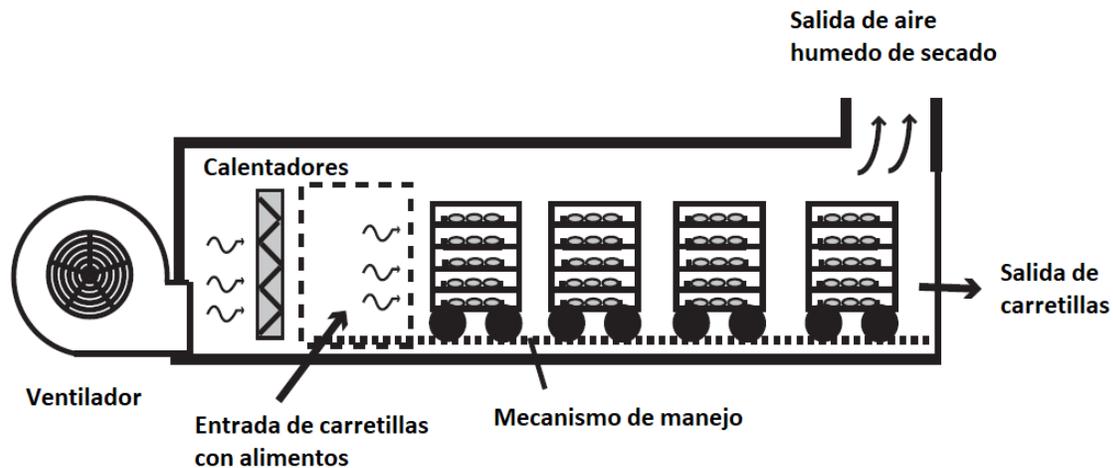
Los secadores de túnel consisten en túneles largos a través de los cuales las carretillas que transportan pilas de bandejas viajan con o contra una corriente de aire de secado. Como se ilustra en la figura 9, el aire caliente de secado se introduce en un extremo del túnel y se mueve a una velocidad establecida a través de bandejas de productos que se

transportan en carretillas. La carga de bandeja típica para verduras húmedas es del orden de 10-30 kg (Berk, 2018; Singh & Heldman, 2014).

El producto se puede mover en la misma dirección que el flujo de aire para proporcionar una deshidratación simultánea, o el túnel se puede operar en contracorriente, con el producto moviéndose en la dirección opuesta al flujo de aire. La disposición utilizada dependerá del producto y de la sensibilidad de las características de calidad a la temperatura (Kerr, 2019).

Figura 9.

Secador de Túnel



Fuente: Adaptado de Kerr (2019).

Con los sistemas simultáneos, un producto con alto contenido de humedad se expone a aire a alta temperatura y la evaporación ayuda a mantener una temperatura más baja del producto. En lugares cercanos a la salida del túnel, el producto con menor humedad está expuesto a aire a menor temperatura. En los sistemas de contracorriente, un

producto con menor humedad está expuesto a aire a alta temperatura y existe un gradiente de temperatura más pequeño cerca de la entrada del producto al túnel (Singh & Heldman, 2014).

Liofilización

La liofilización es un medio único de deshidratación en el que el agua se sublima directamente del estado sólido al gaseoso. Como no hay estado líquido durante el curso del secado, la estructura del alimento permanece sólida e inmóvil, por lo tanto, no experimenta el tipo de contracción que se encuentra con el secado con aire caliente (Kerr, 2019).

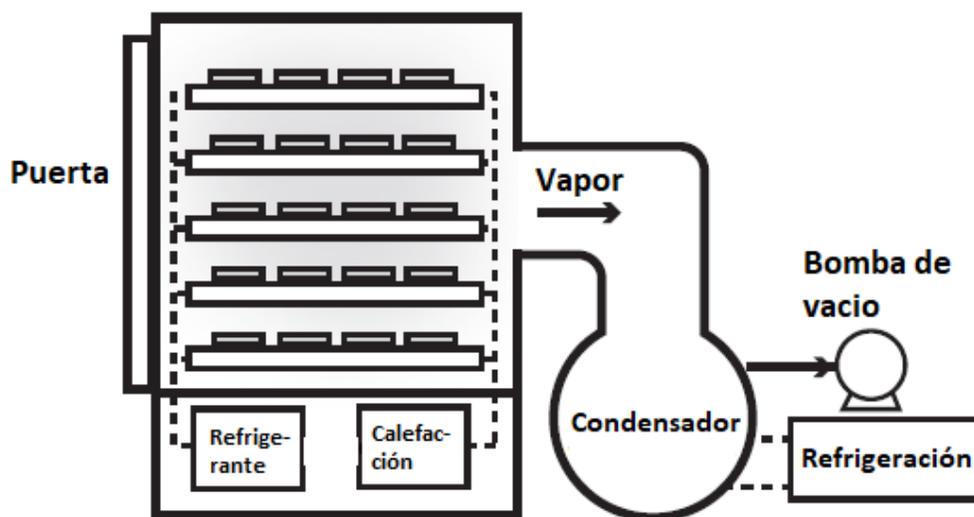
Además, como el secado se produce a una temperatura relativamente baja, hay menos impacto en el sabor, el color y los nutrientes. Para lograr la sublimación, la presión debe reducirse por debajo de 0,06 atm (6,1 kPa) (Kerr, 2019). Dado que la liofilización es un cambio de estado de la fase sólida a la fase gaseosa, el material a liofilizar primero debe pre congelarse adecuadamente. Es un proceso de secado aplicable a la fabricación de ciertos productos farmacéuticos y biológicos que son termolábiles o inestables en soluciones acuosas durante períodos prolongados de almacenamiento, pero que son estables en estado seco (Inyang et al., 2017).

Dependiendo de la configuración del sistema de secado (figura 10), la transferencia de calor puede ocurrir a través de una capa de producto congelado o a través de una capa de producto seco. La transferencia de calor a través de la capa congelada será rápida y no limita la velocidad. Mientras que la transferencia de calor a través de la capa de producto seco será lenta debido a la baja conductividad térmica de la estructura altamente porosa en el vacío (Singh & Heldman, 2014).

Las ventajas del proceso de liofilización son la calidad superior del producto resultante de la baja temperatura durante la sublimación y el mantenimiento de la estructura del producto. Estas ventajas se comparan con los aspectos intensivos en energía de los requisitos de congelación y vacío del producto (Singh & Heldman, 2014).

Figura 10.

Sistema de Liofilización



Fuente: Adaptado de Kerr (2019).

Secado osmótico

La deshidratación osmótica es el fenómeno de eliminación de agua desde una concentración más baja de soluto a una concentración más alta a través de una membrana semipermeable que da como resultado la condición de equilibrio en ambos lados de la membrana. La deshidratación osmótica encontró una amplia aplicación en la conservación de materiales alimenticios, debido a que reduce la actividad hídrica de frutas y verduras. Se prefiere la deshidratación osmótica sobre otros métodos debido a su color, aroma,

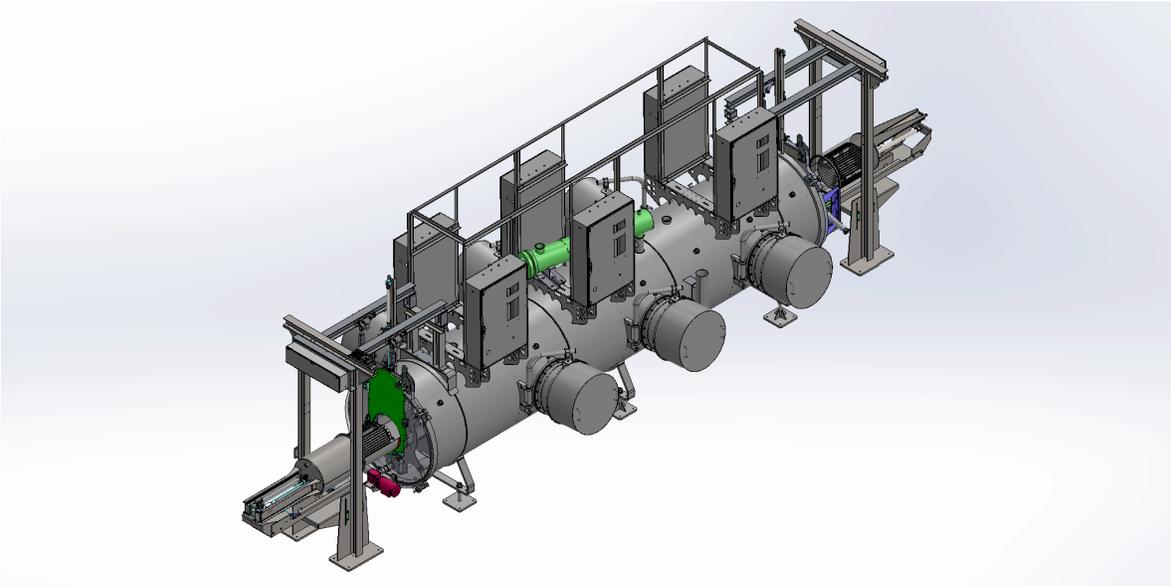
constituyentes nutricionales y valor de retención del compuesto de sabor (Inyang et al., 2017).

La deshidratación osmótica da como resultado una mayor vida útil, una pequeña pérdida de aroma en los alimentos secos y semisecos, lo que reduce la carga de congelación y congela los alimentos sin causar cambios innecesarios en la textura. La deshidratación osmótica implica la inmersión de alimentos (pescado, verduras, frutas y carne) en una solución osmótica como sales, alcoholes, soluciones de almidón y azúcares concentrados, que en cierta medida deshidratan los alimentos (Kerr, 2019).

Se utilizan diferentes tipos de solutos como fructosa, jarabe de maíz, glucosa, cloruro de sodio y sacarosa como agente osmótico para la DO. Implica la deshidratación de rodajas de fruta en dos etapas, la eliminación del agua como agente osmótico (concentración osmótica) y la posterior deshidratación en un secador donde el contenido de humedad se reduce aún más para que el producto sea estable en almacenamiento. Por lo tanto, las características del producto pueden variar si se controla la temperatura, la concentración de jarabe de azúcar, la concentración de la solución de ósmosis, el tiempo de ósmosis, entre otros factores (Inyang et al., 2017).

Deshidratación por microondas a vacío

El secado por microondas asistido por vacío es un método de deshidratación emergente que puede ser eficiente para preservar las características de calidad de los alimentos (organolépticas y nutricionales) y además reduce el tiempo de secado efectivo (de Bruijn et al., 2016; EnWave Corporation, 2019).

Figura 11.*Deshidratador de Microondas a Vacío*

Fuente: Extraído de EnWave Corporation (2019).

Debido a que el punto de ebullición del agua se reduce a presiones más bajas, se puede aplicar vacío al secado por microondas para mejorar la calidad del producto.

Diferentes estudios sobre la aplicación del vacío al secado por microondas dedican que la calidad del producto en términos de sabor, aroma y rehidratación son excelente (Orsat et al., 2006). Asimismo, pruebas de secado al vacío por microondas para arándanos resultaron en productos secos eran más rojos y tenían una textura más suave que los secados por el método convencional de aire caliente.

El secado por microondas tiene una gran ventaja en comparación con el secado convencional debido a que calor generado es transformado directamente de energía electromagnética a energía cinética molecular. Esto quiere decir que calor se genera en lo profundo del producto es secado dentro del mismo. Las microondas no son formas de calor sino formas de energía que se prueban como calor a través de su interacción con los

materiales. La mayor parte de la humedad se vaporiza antes de dejar el material. Si el material está muy húmedo y la presión en el interior aumenta rápidamente, el líquido se eliminará del material debido a la diferencia de presión. Esto da como resultado un secado muy rápido sin la necesidad de sobrecalentar la atmósfera y quizás causar endurecimiento de la carcasa u otros fenómenos de sobrecalentamiento de la superficie (Parit & Prabhu, 2017).

2. Aguaymanto deshidratado

Los aguaymantos deshidratados al igual que otras frutas secas tienen una alta densidad de nutrientes, un alto contenido de fibra, una vida útil prolongada y un contenido fenólico significativamente mayor en comparación con las frutas frescas (Jeszka-Skowron & Czarczyńska-Goślińska, 2020). La popularidad de los frutos secos como bocadillos es por su alto contenido de compuestos bioactivos y también a propiedades nutricionales y funcionales.

Los aguaymantos deshidratados son una de las mejores fuentes de antioxidantes debido a su alto contenido de carotenoides y polifenoles. Como ya se mencionó, este superalimento tiene propiedades antiinflamatorias, diuréticas y se considera un tranquilizante natural. Entre algunos de sus principales compuestos químicos están las vitaminas A y C y el fósforo (Ecoandino, 2018).

Una porción de 100 gramos de aguaymanto deshidratados por secado convencional contiene alrededor de 270 calorías. Como se puede ver en la tabla 3, los aguaymantos deshidratados tienen 23 gramos de fibra por porción y alrededor de 20 gramos de vitamina C. El aporte de magnesio con 18 mg también es importante mencionar.

En este tipo de producto, el contenido de agua se reduce de un 79% (tabla 3) a tan solo 14.8 g por porción. Métodos alternativos han logrado reducir o alcanzar este porcentaje de humedad, entre algunos la deshidratación por microondas o la liofilización. Estos métodos son menos dañinos para la estructura del aguaymanto, sin embargo, son más costosos.

Tabla 3.

Composición del Aguaymanto Deshidratado (100 g)

Composición	Cantidades
Humedad	13 – 15 %
Calorías	267 – 270 Kcal
Carbohidratos	50 – 56 g
Fibra	20 – 25 g
Proteínas	8 – 10 g
Grasas	0 – 1 g
Vitamina C	18 - 22 mg
Vitamina A	750 – 810 ug
Fosforo	55 – 60 mg
Magnesio	18 mg
Hierro	2 – 5 mg

Elaboración propia. Fuente: Aguaymanto deshidratado (Cruz Campo Perú, 2017).

En la actualidad los aguaymantos deshidratados son consumidos como aperitivo, pueden comerse directamente de la bolsa o se servidos sobre ensalada de frutas o yogur. Asimismo, existe una tendencia para usar los aguaymantos en la industria del chocolate y la pastelería. Nature's Heart exporta al menudeo aguaymanto en fresco bañado en chocolate en presentaciones de 75 gramos (Nature's Heart, 2020).

En el mercado internacional la totalidad de las presentaciones del aguaymanto deshidratado son por secado convencional. El deshidratado por aire caliente reduce el tamaño natural de la fruta y se degradan la mayoría de los compuestos volátiles, no obstante, es un proceso eficiente en cuanto a costo y tiempo. A continuación, se muestra algunas presentaciones de aguaymanto deshidratado.

Tabla 4.

Marcas de Aguaymantos Deshidratados en el Mercado Extranjero

Marca	Producto	Peso	Precio
Alovitox	Sun Dried Goldenberries	450 g	\$12.20
Nativas	Organics Goldenberries	250g	\$12.95
Sunfood	Dried Goldenberries	250 g	\$14.99

Fuente: Elaboración propia.

En el mercado internacional se puede observar que los aguaymantos deshidratados se encuentran en presentaciones de 250 a 450 g. Estos precios de estos productos rodean entre 10 a 15 dólares. En el caso de la marca Alovitox, la presentación de aguaymanto deshidratado es por el método de secado al sol. Sin embargo, las otras presentaciones son deshidratadas por aire caliente. Por otro lado, métodos alternativos como liofilización se encontró en frutas como el arándano con empaques menores de 20 gramos y en comparación con los deshidratados es un precio mayor en su equivalencia por 100 gramos. Esto se explica por la tecnología de frío usada debido a que los costos de operación son mayores.

Método sinérgico o Método de Gibson y Brown

El método sinérgico es un modelo de localización de plantas que cuenta con múltiples atributos desarrollado por P. Brown y D. Gibson, que principalmente abordan las desventajas asociadas con los métodos cualitativos y cuantitativos (Brown & Gibson, 1972). Es un modelo bien elaborado que considera tres clases de criterios o factores, a saber, factores críticos, factores objetivos y factores subjetivos.

Sapag y Sapag (2013) indican que este método consta de cuatro etapas:

- Establecer un valor relativo a cada factor objetivo para cada localización optativa viable y de interés.
- Estimar un valor relativo de cada factor subjetivo para cada localización optativa de interés.
- Combinar los factores objetivos y subjetivos, asignándoles una ponderación relativa para obtener una medida de preferencia de localización (MPL).
- Seleccionar la ubicación que tenga la máxima medida de preferencia de localización.

3. Factores críticos

Los factores críticos son aquellos que determinan si una ubicación será considerada para una evaluación adicional. El incumplimiento de un factor crítico impide que la planta se instale en un sitio, aunque pueden existir otras condiciones favorables (Yimen & Dagbasi, 2019). La calificación para estos factores es binaria (1 o 0) y se clasifican en:

- Energía eléctrica
- Mano de obra
- Materia prima
- Seguridad

El factor crítico se determina mediante la multiplicación de los factores como se muestra a continuación

$$\text{Factor crítico} = \text{Energía eléctrica} \times \text{Mano de obra} \times \text{Materia prima} \times \text{Seguridad}$$

4. Factores objetivos

Los factores objetivos son aquellos que pueden traducirse en términos monetarios como costos mensuales o anuales, estos son de importante monto ocasionados al establecerse una industria (Yimen & Dagbasi, 2019). A continuación, algunos ejemplos en concreto:

- Costo de lote
- Costo de mantenimiento
- Costo de construcción
- Costo de materia prima

5. Factores subjetivos

Los factores subjetivos son aquellos con medidas cualitativas, pero afectan de manera significativa el funcionamiento de la empresa. Al no poder ser cuantificados en términos monetarios, se le califica mediante porcentaje. Es por esto que se le considera un factor subjetivo (Yimen & Dagbasi, 2019).

- Repercusión de la comunidad
- Servicios urbanos
- Impacto ambiental
- Clima social
- Competencia

Método de Guerchet

El método de Guerchet es una herramienta para el cálculo de la cantidad de espacio que se requerirá para cada maquinaria (área de producción). Asimismo, también se aplica para áreas administrativas, almacenes, etc (Meyers & Stephens, 2006).

Primero es necesario determinar el número total de maquinarias y equipos que serán llamados “elementos estáticos” y el número total de operarios y quipos de carga, que serán llamados “elementos móviles”(Díaz Garay et al., 2008). Para cada elemento a distribuir, la superficie total será necesario calcular la suma de 3 superficies parciales:

$$St = n (Ss + Sg + Se)$$

Donde:

- St = Superficie total
- Ss = superficie estática
- Sg = superficie de gravitación
- Se = superficie de evolución
- n = número de elementos móviles o estáticos de un tipo.

La utilización de este método de distribución de áreas resultará en un valor referencial del área requerida. Esta metodología ha sido validada durante su aplicación en numerosos estudios de disposición de planta. Para la aplicación práctica de los requerimientos de área, será necesario realizar los ajustes de acuerdo con el proyecto realizado (Díaz Garay et al., 2008).

1. Superficie estática

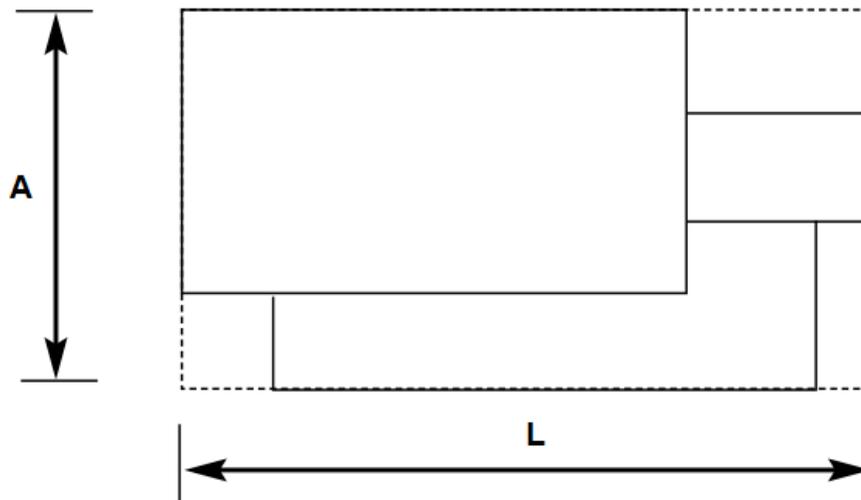
Corresponde al área que ocuparán los muebles, máquinas y equipos. Esta área necesita ser evaluada de acuerdo con la posición de uso de la máquina o equipo, esto quiere decir que debe incluir las bandejas de depósito, palancas, tableros, pedales, etc., necesarios para su funcionamiento (Díaz Garay et al., 2008)

$$S_s = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

Esta área debe ser mínima debido a que trabaje o no la máquina ocupará siempre un espacio. En este cálculo no se incluyen elementos móviles (Meyers & Stephens, 2006).

Figura 12.

Superficie Estática



Fuente: Adaptado de Díaz Garay et al. (2008)

2. Superficie de gravitación

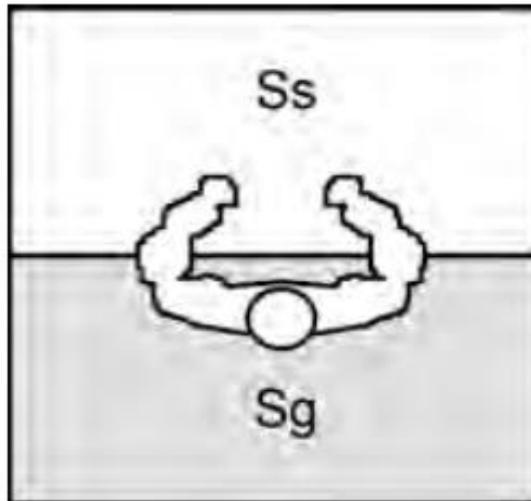
Se refiere a la superficie utilizada por el operario y por los equipos que serán utilizados para las operaciones en su área de trabajo. Esta superficie se calcula para cada elemento, multiplicando la superficie estática (S_s) por el número de lados (N) a partir de los cuales la máquina o el equipo deben ser utilizados (Díaz Garay et al., 2008).

$$S_g = S_s \times N$$

En la imagen 13 se puede observar que la superficie gravitacional dependerá del requerimiento de áreas de trabajo. Siendo S_g el área sombreada, la cual el operario utilizará durante ese proceso.

Figura 13.

Superficie de Gravitación



Fuente: Adaptado de Díaz et al (2008).

3. Superficie de evolución

Se refiere al espacio que se reserva entre los puestos de trabajo para el desplazamiento del personal, de equipos, de medios de transporte y salida del producto terminado. Para su cálculo se utiliza un factor “k” llamado coeficiente de evolución, que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos (Díaz Garay et al., 2008).

$$Se = (Ss + Sg)k$$

De acuerdo con la literatura el factor “k” dependerá de la industria a la cual se aplique la distribución de área. De manera práctica, se han acordado algunos valores para este factor que se muestran en la siguiente tabla:

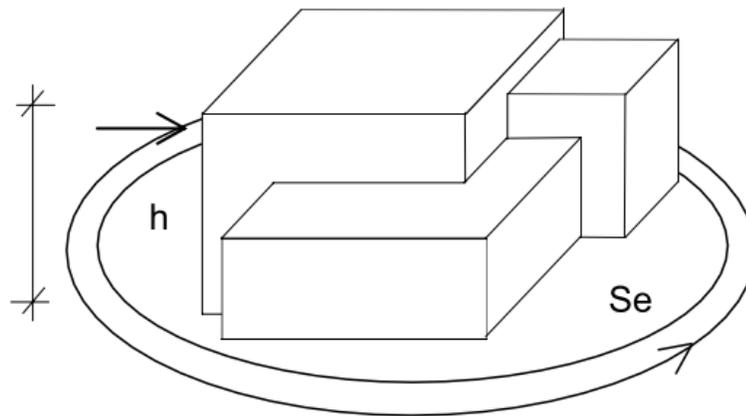
Tabla 5.

Valores "K" para Diferentes Industrias

Sector	Valor de K
Gran industria alimentación	0.05 – 0.15
Trabajo en cadena de transportador mecánico	0.10 – 0.25
Textil-hilado	0.05 – 0.25
Textil-tejido	0.50 – 1.00
Relojería, joyería	0.75 – 1.00
Pequeña mecánica	1.50 – 2.00
Industria mecánica	2.00 – 3.00

Elaboración propia. Fuente: Disposición de planta (Díaz Garay et al., 2008).

Como se menciona, esta es la superficie requerida para el movimiento alrededor de la máquina. La altura incluida muestra una idea de volumen y visibilidad para el movimiento

Figura 14.*Superficie de Evolución*

Fuente: Adaptado de Díaz et al (2008).

Método SLP de localización

La planificación sistemática del diseño es una técnica establecida por Richard Muther (1961). Es un procedimiento de planificación paso a paso que permite a los usuarios identificar, visualizar y calificar las diversas actividades, relaciones y alternativas involucradas en un proyecto de diseño basado en datos iniciales, flujo de materiales, actividad de relaciones y diagramas de relaciones (Jain & Yadav, 2017).

El SLP consiste en una serie de fases mediante un patrón de procedimientos de planeación y un conjunto de convenciones. Como cualquier proyecto de organización, la planeación sistemática de la distribución en planta comienza con un objetivo inicial establecido y culmina con la realidad física instalada, pasando a través de cuatro pasos del plan de organización (Muther & Hales, 2015).

1. Fase I - Ubicación

Paso inicial donde se determina la ubicación del área a trazar. Esto no significa necesariamente un problema nuevo del sitio. Usualmente se trata de determinar si el nuevo diseño (o rediseño) estará en el mismo lugar en el que se encuentra ahora, en un área de almacenamiento actual que se puede liberar para ese propósito, en un edificio recién adquirido o en algún otro lugar potencialmente se establezca como espacio disponible (Muther & Hales, 2015)

2. Fase II - Plan de diseño general

Se busca establecer la disposición general del área a trazar. En esta fase, el patrón o patrones de flujo básicos y las áreas asignadas se juntan de tal manera que el tamaño general, las relaciones y la configuración de cada área mayor se establecen en su totalidad. La Fase II a veces se denomina diseño de bloques o asignación de áreas o simplemente diseño preliminar (Muther & Hales, 2015).

3. Fase III - Plan de diseño detallados

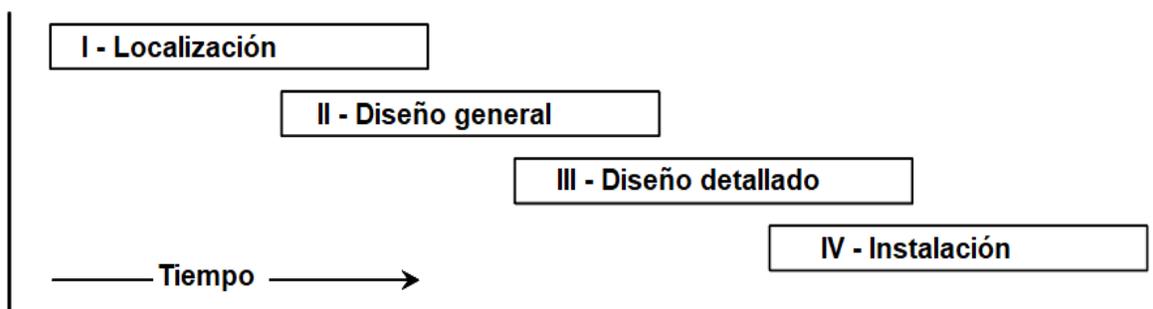
Es esta fase se ubica cada pieza específica de maquinaria y equipo. En la planificación detallada, se establece la ubicación real de cada característica física específica del área a trazar. Y esto también incluye utilidades y servicios. El plano de distribución detallado es habitualmente un dibujo electrónico, una hoja o un tablero con réplicas de las máquinas o equipos individuales colocados o dibujados sobre ellos (Muther & Hales, 2015).

4. Fase IV - Instalación

Por último, se planifica la instalación. Se solicita la aprobación del plan y realizar los movimientos físicos necesarios. Cuando se completan los diseños detallados, se deben elaborar detalles considerables de los dibujos de instalación y la planificación de los movimientos. Los fondos para la instalación deben ser asignados y deben realizarse los movimientos reales para instalar la maquinaria, el equipo y los servicios según lo planeado (Muther & Hales, 2015).

Figura 15.

Fases de la Planificación Sistemática del Diseño



Fuente: Adaptado de Muther & Hales (2015).

Cada proyecto de planificación del diseño pasa por las cuatro fases. Como se muestra en la imagen 9 en escala de tiempo, estas fases generalmente deben venir en secuencia y para obtener mejores resultados deben superponerse. Asimismo, la cantidad de información detallada y la especificidad de los datos aumentarán a medida que el proyecto de diseño avanza a través del marco de fases hacia la realidad física real (Muther & Hales, 2015).

Tamaño de la planta

El cálculo del tamaño de una planta corresponde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables: demanda, disponibilidad de insumos, localización y plan estratégico comercial a futuro de la empresa que se creará con el proyecto, entre otros factores.

1. Relación tamaño – Mercado

La cantidad demanda proyectada es tal vez el factor más importante a la hora de determinar el tamaño de un proyecto. Sin embargo, no necesariamente se deberá definir de acuerdo con el crecimiento esperado del mercado, debido a que, el nivel óptimo de operación no siempre será el que maximice las ventas. Vender más no necesariamente es sinónimo de ganar más (Sapag & Sapag, 2013).

El tamaño del proyecto puede adecuarse posteriormente a mayores requerimientos de operación para enfrentar a un mercado en constante crecimiento. Asimismo, será necesario que se evalúe una alternativa de tamaño para la obtención de capacidad ociosa inicial que a futuro se pueda responder en forma oportuna ante una demanda creciente en el tiempo (Sapag & Sapag, 2013).

2. Relación tamaño – Recursos productivos

Es necesario tomar en cuenta la disponibilidad de insumos, mano de obra, materiales y financieros es otro factor que condiciona, debido a que condiciona el tamaño de un proyecto.

La falta de disponibilidad de insumos en cuanto a cantidad y calidad deseada, podrían limitar la capacidad de uso del proyecto o aumentar los costos de abastecimiento, ocasionando un posible abandono de la idea original del proyecto. En esta situación, es necesario analizar, además de los niveles de recursos existentes en el momento del estudio, aquellos que se esperan en el futuro. Igualmente, se tendrá que analizar las reservas de recursos renovables y no renovables, la presencia de sustitutos e incluso la posibilidad de variación en los precios de los insumos en el futuro (Sapag & Sapag, 2013).

3. Relación tamaño – Localización

Otro aspecto importante es la localización del proyecto, mientras más distante esté de las fuentes de insumos, será más alto el costo de su abastecimiento y de este modo no se logrará una economía de escala (Redacción Gestión, 2018). Por esta razón es necesario evaluar con cautela la instalación del proyecto, si una planta cubre un mercado grande, mayor será el área de cobertura de la planta, el tamaño de esta y sus costos de transporte. Sin embargo, se podría acceder a ahorros por economías de escala por la posibilidad de obtener mejores precios al comprar mayor cantidad de materia prima, distribución de gastos de administración, de ventas y de producción entre más unidades producidas.

4. Relación tamaño – Financiamiento

Para llevar a cabo el proyecto es necesario evaluar las fuentes de financiamientos y las restricciones que puedan existir. En algunas ocasiones, el tamaño del proyecto deberá adecuarse a la demandada del mercado y la estrategia de crecimiento que se defina como la más rentable o la más segura. El plan de desarrollo deberá ser evaluado con la mayor

cantidad de información financiera posible con el fin de determinar el tamaño óptimo económico (Sapag & Sapag, 2013).

5. Relación tamaño – Tecnología

La tecnología utilizada puede permitir la ampliación de la capacidad o impedir el crecimiento paulatinamente, por lo que se recomienda invertir inicialmente en una capacidad instalada superior a la requerida en una primera etapa. Asimismo, es necesario también evaluar los costos de adquisición, costos de mantenimiento y costos de operación de los equipos. Es posible que en el futuro se altere el comportamiento del mercado, la disponibilidad de insumos u otra variable hará posible una modificación de la producción en planta y se necesite una mayor capacidad. El análisis dentro del estudio de mercado permitirá determinar los límites dentro de los cuales se determinará el tamaño del proyecto (Sapag & Sapag, 2013).

IV. Objetivos de la investigación

Objetivo general.

Determinar la viabilidad tecnológica y económica de la instalación de una planta deshidratado de aguaymanto

Objetivos específicos.

- Analizar las dimensiones del mercado de aguaymanto deshidratados en el mercado internacional.
- Determinar la disponibilidad de aguaymanto en el mercado local para una planta deshidratadora de aguaymanto.
- Identificar los requerimientos tecnológicos para implementar una planta deshidratadora de aguaymanto a escala industrial.
- Identificar los parámetros de calidad para un aguaymanto deshidratado en base a al índice de madurez y tecnología de secado.
- Evaluar la rentabilidad económica de desarrollar una planta deshidratadora de aguaymanto a escala industrial.

V. Metodología

Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación

El trabajo se realizó a nivel aplicado y de tipo experimental. Mediante este trabajo, buscamos llevar un productor deshidratado con valor agregado para un mercado extranjero. La parte aplicativa, hace referencia a los análisis de distribución de áreas dentro de planta y los procedimientos experimentales se refieren al análisis mediante softwares sobre los costos de producción y la distribución del empaquetado y paletizado. Es necesaria una investigación descriptiva y cuantitativa por la naturaleza de las variables a analizar. Las pruebas cuantitativas serán expresadas en unidades que determinarán las dimensiones de cada área de producción.

Diseño de investigación.

En esta investigación se buscó determinar la prefactibilidad del diseño de una planta deshidratadora de aguaymanto enfocándose en la rentabilidad de un método alternativo e innovador de secado. En este caso, se optó por la deshidratación por microondas. Para la realización de este trabajo, los análisis se realizaron mediante softwares de computadora como Superpro Designer versión 10 y Quick Pallet Maker.

La investigación inició con el análisis de mercado sobre el país escogido acerca del consumo promedio de frutos deshidratados. Se continuó con el análisis de localización de la planta procesadora en 3 regiones tanto a nivel de macro como micro. Para estos análisis se tomaron en cuenta factores como la disponibilidad de mano de obra, disponibilidad de materia prima, cercanía a proveedores, costos de servicios básicos, entre otros. Luego de la

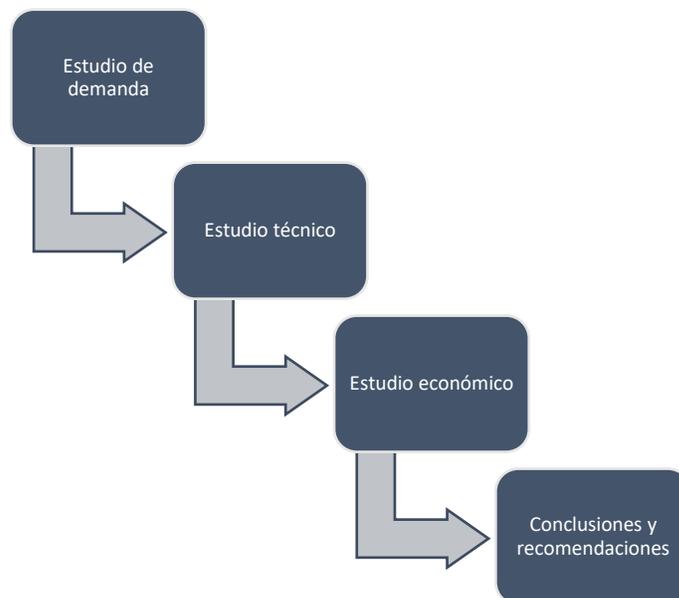
localización, se realizaron los cálculos de producción para un año de trabajo y proyección a 10 años para el proyecto.

Calculada la producción y las maquinarias requeridas para el proyecto, se procedió al análisis de distribución de ambientes de la planta. Se determinaron áreas necesarias para llevar a cabo la producción de aguaymanto deshidratado y se presentó el personal requerido para el procesamiento.

Se continua con el cálculo de la rentabilidad del proyecto (costo unitario, VAN, TIR, margen bruto y Payback Time) mediante una simulación económica en escala de proceso del aguaymanto deshidratado desde la recepción de la materia prima hasta el transporte al puerto. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto de acuerdo con lo investigado.

Figura 16.

Esquema de Investigación



Fuente: Elaboración propia.

Variables de la investigación.

Para este proyecto las variables independientes son:

- Tamaño de mercado
- Costo de materia prima
- Costo de mano de obra
- Inversión fija

Asimismo, las variables dependientes del proyecto son:

- Costo de producción unitario
- Costos de servicios básicos
- Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno

A continuación, se presenta los resultados de los estudios presentados en la figura 13 sobre el diseño de una planta procesadora de aguaymanto con deshidratación de microondas a vacío.

VI. Procedimiento y Método de análisis

Estudio de mercado.

El objetivo del estudio de mercado es conocer y determinar la demanda y oferta del producto a presentar. Para esta investigación se busca determinar el mercado potencial para el aguaymanto deshidratado y la demanda insatisfecha. Para realizar este análisis se recurre a fuentes primarias de información, complementada con base de datos disponibles de compradores y vendedores. Se recurre a las fuentes secundarias como ADEX Data Trade, SUNAT; Trade Map y al Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX).

En Perú no se cuenta con una partida arancelaria exclusiva para el aguaymanto deshidratados por lo que se utiliza la partida 0813.40.0000 (Las demás frutas u otros frutos secos). Asimismo, en el sistema armonizado le corresponde la descripción "Melocotones, incl. los griñones y nectarinas, peras, papayas, tamarindos y demás frutos comestibles, secos (exc. frutos de cáscara, bananas o plátanos, dátiles, higos, piñas “ananás”, aguacates “paltas”, guayabas, mangos y mangostanes, agrios “cítricos”, uvas y pasas, albaricoques “damascos, chabacanos”, ciruelas y manzanas, sin mezclar entre sí)".

Tabla 6.

Código Arancelario para Aguaymanto y Derivados

Partida	Descripción arancelaria
0810905000	UCHUVAS (UVILLAS) (PHYSALIS PERUVIANA) FRESCAS
0813400000	LAS DEMAS FRUTAS U OTROS FRUTOS SECOS

Elaboración propia. Fuente: Partidas arancelarias del producto (SIICEX, n.d.)

En este trabajo se analizará el mercado alemán, debido al alto consumo de frutos secos en el país y al crecimiento económico constante del mismo (CBI, 2021). Asimismo, Alemania es el tercer país importador de aguaymanto peruano por lo tanto el consumidor conoce la calidad del producto y estará familiarizado derivados de la fruta.

Análisis de la demanda

Alemania es uno de los países con una economía más estable y creciente en el mundo, se ubica en Europa occidental y tiene una extensión geográfica de 357,023 km². Alemania cuenta con 15 ciudades y 3 provincias independientes, el país cuenta con una densidad poblacional media, de 237 habitantes por km² (Knoema, 2020).

De acuerdo con el censo poblacional del 2020 se contabilizó 83'152,000 hab. en territorio alemán. Asimismo, tiene una tasa de crecimiento poblacional de 0.20%. El 64.4% de su población se encuentra entre los 15 a 64 años, el 21.7% es mayor a los 65 años y el 13.8% son menores de 14 años (Knoema, 2020).

Figura 17.

Mapa de Alemania y Ciudades Principales



Fuente: Adaptado de Maps Of World

El país alemán es una de las 10 economías más importantes en el mundo y la octava en Europa en cuanto a su PBI. El país cuenta con un PBI de 29.766 miles de millones de dólares y la proyección en los siguientes años es de crecimiento constante (Datosmacro, 2021). El país no ha sido ajeno al golpe de la pandemia, sin embargo, de acuerdo con el gobierno alemán se espera que para el siguiente año su economía crezca en un 3,5% (DW, 2021).

Alemania se caracteriza por relaciones industriales estables, la inflación y el desempleo moderado. El sector industrial representa casi el 26,8% del PIB y emplea a 27% de la fuerza laboral alemana. Este es el país más industrializado en Europa más industrializado, y su economía está bien diversificada: la industria automotriz, ingeniería mecánica, los equipamientos eléctricos y electrónicos y los productos químicos (Santander trade, 2021).

1. Demanda actual

De acuerdo con PRO ECUADOR (2019), se estima que el consumo per cápita de frutos secos en Alemania es de 4.5 kg por persona al año, siendo casi la mayoría por importaciones. Este es un consumo promedio entre los países de la región, demostrando el potencial que ofrece el sector en Alemania. Asimismo, indican también que el consumidor alemán opta por los frutos secos debido a la alta densidad de nutrientes y contenidos de ácidos grasos insaturados.

La población alemana se puede dividir en 3 grandes grupos: recién nacidos – adolescentes (0-14 años) que representan el 13.8% de la población, los jóvenes – adultos (15-64 años) representan el 64.4% de la población y por último los adultos mayores (65

años a más) siendo el 21.7% de la población. Casi el 95 de la población esta insertada en el ambiente laboral y solo el 5% de la población se encuentra en búsqueda de empleo o no ha deseado insertarse en la población (Knoema, 2020).

Para el análisis del mercado alemán se tomará en cuenta al sector de jóvenes – adultos, dado que el consumo está ligado a su crecimiento y por lo tanto se convierte en un consumidor potencial. Este grupo representa el 64.4% de población total alemana que tiene mayores beneficios en el mercado laboral, esto quiere decir que son 53'549,888 habitantes y se considerará que la tasa de crecimiento promedio es de 0.20% (Knoema, 2020). A continuación, se proyectará la población que potencialmente consuma frutos secos en Alemania. Además, se presenta la fórmula de población proyectada la cual está representada de la siguiente manera:

$$PF = PI (1 + i)^n$$

Donde:

- PF = Población final.
- PI = Población inicial.
- i = Tasa de crecimiento.
- n = Número de años.

De acuerdo con la formula anterior, se proyecta la demanda estimada en Alemania:

Figura 18.*Demanda Actual Estimada*

Número	Año	Población Inicial (Hab)	Factor	Población Final (Hab)
0	2020	53,549,888	1.000	53,549,888
1	2021	53,549,888	1.002	53,656,988
2	2022	53,549,888	1.004	53,764,302

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó, el consumo promedio anual de frutos secos en Alemania es de 4.5 kg por persona. A continuación, se proyecta el consumo total de deshidratados:

Figura 19.*Consumo de Frutos Secos*

Año	Población (Hab)	Consumo promedio (kg/hab)	Consumo total (kg)
2020	53,549,888	4.5	240,974,496
2021	53,656,988	4.5	241,456,445
2022	53,764,302	4.5	241,939,358

Fuente: Elaboración propia.

En comparación con otros países europeos, Alemania tiene una demanda de frutos secos elevado y la tendencia es que el consumo per cápita siga en constante crecimiento (CBI, 2018). Este crecimiento resulta en un mercado insatisfechos para productos deshidratados para frutas exóticas, favorable para países de la región como Colombia, Ecuador y Perú.

2. Características de la demanda actual

Alemania, con sus 83,112 millones de habitantes, es la economía más grande de la Unión Europea (UE) y la cuarta economía más grande del mundo. Aunque los consumidores alemanes tienden a preferir los productos de producción nacional, en los últimos años las importaciones de alimentos han aumentado constantemente debido a la creciente demanda de alimentos exóticos y extranjeros, como nueces y frutos secos (Trautmann & Lieberz, 2020). El consumo ha aumentado significativamente en los últimos 2 años, desde que las cadenas minoristas alemanas incluyeron mango seco en una gama de snacks de frutas secas de marca privada (CBI, 2018).

Aunque el país no produce cantidades significativas de frutos secos o nueces, tiene el tercer mayor consumo global en todo el mundo. Asimismo, Alemania tiene un elevado número de inmigrantes y grupos étnicos de países mediterráneos cuya dieta incluye un porcentaje mayor de frutos secos y nueces que la dieta tradicional alemana. Cabe mencionar que las marcas privadas son bastante populares en el sector de frutos secos y frutos secos, incluso entre los minoristas de descuento (Trautmann & Lieberz, 2020).

Alemania es un mercado particularmente atractivo para las frutas tropicales secas orgánicas, ya que el país es el mayor mercado europeo de alimentos orgánicos. Además, están aumentando las ventas de frutas tropicales deshidratadas sin azúcar y sin conservantes. Uno de los segmentos de mercado que ofrece oportunidades específicas para los proveedores de frutas tropicales deshidratadas es el segmento de barras de frutas (CBI, 2018).

3. Proyección de la demanda

En este apartado, se proyectará estadísticamente la demanda actual, considerando las características de la información disponible. En este caso, se proyecta la población final en función al factor ya descrito:

Figura 20.

Estimación Demandante Futura

Número	Año	Población inicial (Hab)	Factor	Población final (Hab)
3	2023	53,549,888	1.006	53,871,830
4	2024	53,549,888	1.008	53,979,574
5	2025	53,549,888	1.010	54,087,533
6	2026	53,549,888	1.012	54,195,708
7	2027	53,549,888	1.014	54,304,100

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la estadística recopilada de Knoema (2020) la población alemana en 7 años crecerá un 14%. De la misma manera, el consumo de frutos deshidratados incrementará en el país. A continuación, se proyectará la demanda promedio de frutos secos de acuerdo con el crecimiento poblacional calculado:

Figura 21.

Estimación de la Cantidad Demandada Futura

Año	Población demandante (Hab)	Consumo promedio	Total (Kg)	Consumo total (Tm)
2023	53,871,830	4.5	242,423,237	242,423.24
2024	53,979,574	4.5	242,908,083	242,908.08

2025	54,087,533	4.5	243,393,899	243,393.90
2026	54,195,708	4.5	243,880,687	243,880.69
2027	54,304,100	4.5	244,368,448	244,368.45

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la figura 21, la propuesta productiva cuenta con una importante demanda en el mercado alemán. Es importante mencionar que esta demanda proyectada ha sido segmentada para jóvenes – adultos con poder de comprar y preferencia de consumo de alimentos deshidratados.

Análisis de la oferta

1. Oferta actual

En la actualidad, Colombia es considerada el mayor productor y exportador de aguaymanto a nivel mundial. El país cuenta con el 90% de la producción mundial, esto se debe a las ventajas comparativas que posee con respecto a los demás países en cuanto a calidad y cantidad. En la región, la producción de aguaymanto también se da en Ecuador y Perú, mientras al otro extremo se encuentran Sudáfrica, Kenia, Zimbabue, Inglaterra y Nueva Zelanda (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

La estacionalidad representa un factor importante para las exportaciones de aguaymanto. En el caso de Sudáfrica, producen y comercializan aguaymanto durante los primeros 5 meses del año (enero - mayo), no obstante, la mayoría de su producción es para consumo interno. Kenia exporta durante los meses de otoño (abril- junio) e Inglaterra se provee de cosecha doméstica en otoño (septiembre). Por otro lado, Nueva Zelanda dispone

de producción exportable principalmente a Europa entre abril y julio (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

En el caso de los países latinoamericanos como Colombia, Ecuador y Perú, la producción y comercialización de aguaymanto se realiza durante todo el año. Esto representa una gran ventaja comparativa con los demás productores, además de la calidad del fruto (Sierra y Selva Exportadora, 2020)

Colombia llega a exportar alrededor de 5.000 a 6.000 toneladas de aguaymanto (bajo el nombre de uchuya) teniendo como principales destinos a Europa y Estados Unidos. La exportación de aguaymanto alcanzó las ventas por US\$ 23.6 millones hasta el 2016. En el caso de Perú, el mismo año solo alcanzó los US\$ 2 millones en el mismo periodo (Agraria.pe, 2017).

Figura 22.

Oferta Internacional Aguaymanto Deshidratado (Miles de US\$)

País	PERIODO				
	2016	2017	2018	2019	2020
Colombia	2,527,220	3,468,504	3,275,646	2,977,034	2,873,000
Perú	3,047,835	3,260,970	5,430,294	3,434,262	3,285,376
Ecuador	155,600	1,376,000	1,005,100	626,700	865,500
Total US\$	5,730,655	8,105,474	9,711,040	7,037,996	7,023,876

Fuente: Elaboración propia. Fuente: Promperu, PROECUADOR, Procolombia.

En la figura 22, se aprecia las exportaciones de aguaymanto deshidratado en los países latinoamericanos que son competencia directa para la comercialización del producto

nacional. Colombia se caracteriza por la exportación de aguaymanto en fresco donde mantiene una participación del 80% del mercado total. Sin embargo, en los últimos años Perú y Colombia han compartido el liderazgo del comercio de aguaymanto deshidratado.

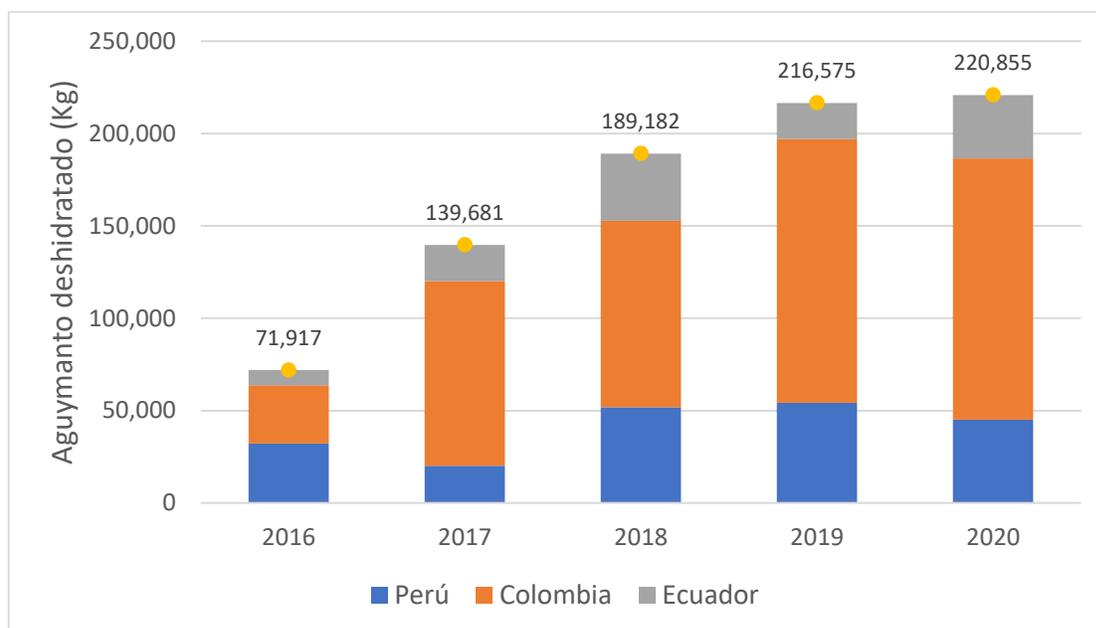
Figura 23.

Oferta de Aguaymanto Deshidratado en Alemania

Año	Monto US\$
2016	731,870
2017	1,342,399
2018	2,035,018
2019	2,081,747
2020	2,114,739

Fuente: Elaboración propia. Promperu, PROECUADOR, Procolombia.

En análisis continúa enfocándose en el mercado alemán donde las ventas en el 2020 llegaron cerca a los US\$ 2 millones (figura 23) y desde el 2016 se observa un incremento promedio de 35%. Cabe mencionar que estos registros son de fuentes primarias de Promperu, PROECUADOR y Precolombina.

Figura 24.*Exportación Histórica de Aguaymanto Deshidratado en Alemania*

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, son 3 los países latinoamericanos que principalmente exportan aguaymanto deshidratado a Alemania se representan en la figura 24. En el caso del mercado alemán, existe una hegemonía de las empresas colombianas, donde las exportaciones son superiores a las 100 toneladas desde el 2017. En el caso de Perú, cuenta cuentan con un 20% del mercado exportando alrededor de 50 toneladas de aguaymanto deshidratado por año.

2. Característica de la oferta actual

Con la información recopilada de las fuentes oficiales de cada país y presentadas en la figura 25 es posible conocer la exportación historia de aguaymanto deshidratado en kilogramos para el país europeo. De esta manera se buscará determinar la tendencia de crecimiento de la oferta:

Figura 25.

Tabulación de datos para fórmula de mínimos cuadrados

Año	Años (X)	Oferta aguaymanto (Y)	X*Y	X ²
2016	1	71,917	71917.00	1
2017	2	139,681	279362.40	4
2018	3	189,182	567545.97	9
2019	4	216,575	866301.79	16
2020	5	220,855	1104275.00	25
	15	838,211	2889402.16	55

Fuente: Elaboración propia.

En función a la tabulación anterior, se procede a emplear el método estadístico de mínimos cuadrados. Esta permitirá determinar la línea de tendencia de la oferta, que está representada por:

$$y = ax + b$$

Donde:

- y = oferta proyectada
- a = pendiente
- x = años (variable independiente)
- b = valor de la intersección de y cuando x = 0

Asimismo, se procede a determinar los valores de a y b. Se emplearán las siguientes formulas:

$$a = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{(\sum y_i) - a(\sum x_i)}{n}$$

De los datos proporcionados por la figura 17, se obtiene las siguientes constantes:

$$a = \frac{5(2,889,402.16) - 15(838,211)}{5(55) - 15^2} = 37,477.03$$

$$b = \frac{838,211 - 37,477.03(15)}{5} = 55,211.05$$

De esta manera, se puede elaborar la ecuación lineal de oferta de aguaymanto deshidratado:

$$Y = 37,477.02X + 55,211.05$$

Utilizando la ecuación mostrada, se proyecta la demanda para los años 2021 y 2022.

A continuación, se ejemplifican:

$$Y_{2021} = 37,477.02(6) + 55,211.05 = 280,073 \text{ kg}$$

$$Y_{2022} = 37,477.02(7) + 55,211.05 = 317,550 \text{ kg}$$

Cabe mencionar que en la actualidad son 3 las principales empresas peruanas de exportación de aguaymanto deshidratado, estas son Agro Andino, Villa Andina, y Villa Andina. De un total de 26 empresas, estas 3 concentran el 60% del total de exportaciones de fruto seco del país (León Carrasco, 2020). Asimismo, de acuerdo con las consultas en el portal de SIICEX el precio promedio del aguaymanto deshidratado es 8 dólares por kilo hasta el diciembre del 2020.

Cómo se aprecia en la figura 4, el 85% del aguaymanto exportado es en presentación de deshidratado y la totalidad del secado es por el método convencional (aire forzado). Asimismo, en su mayoría las empresas optan por exportar aguaymanto seco en presentación a granel cuyo precio oscila entre los 8 dólares y dejan el envasado unitario para las empresas extranjeras.

El desafío para la industria peruana es la exportación de frutos con transformación primaria y en envases unitarios donde se puede obtener mayores beneficios. La tecnología no representa una desventaja para la industria nacional a pesar de la inversión colombiana en su producción. Asimismo, empresas nacionales ya tienen presencia en el mercado y por lo tanto el consumidor alemán está familiarizado con la calidad del aguaymanto nacional.

3. Proyección de la oferta

Teniendo en cuenta el método de mínimos cuadrados detallado en la figura 17 y demostrado en los años 2021 y 2022, se procede a proyectar la oferta de aguaymanto para los años 2023 al 2027 en los cuales el estará en funcionamiento del proyecto. Los resultados son tabulados en la siguiente figura:

Figura 26.

Proyección de la Oferta

Año	Años (X)	Oferta de aguaymanto (Y)
2023	8	355,027
2024	9	392,504
2025	10	429,981
2026	11	467,458

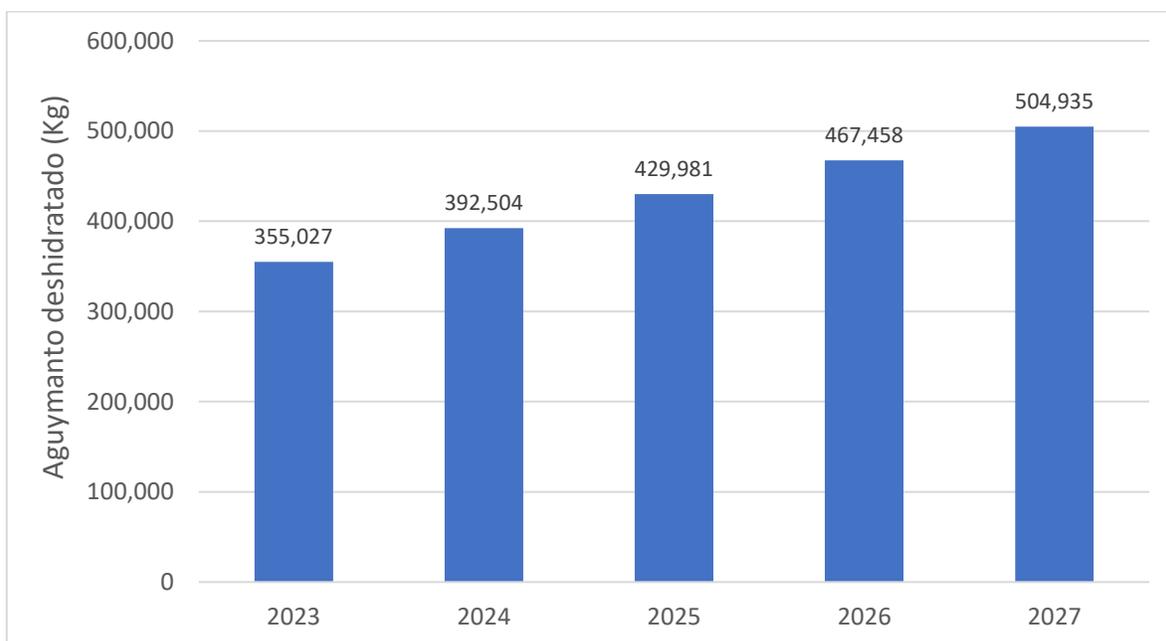
2027	12	504,935
------	----	---------

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, se busca graficar la proyección de la oferta de aguaymanto deshidratado para el mercado alemán en los siguientes 5 años.

Figura 27.

Tendencia de la Oferta de Aguaymanto Deshidratado



Fuente: Elaboración propia.

Es notable que existe un incremento en la oferta de aguaymanto deshidratado, sin embargo, en comparación con la demanda proyectada es totalmente inferior para los mismos años. Este análisis evidencia la existencia de un mercado insatisfecho para frutas exóticas deshidratadas en Alemania.

Estructura del mercado

La exportación de aguaymanto deshidratado hacia el mercado alemán no es compleja, pues Perú cuenta con beneficios arancelarios y se conoce las condiciones de entrada. El consumidor alemán está constituido por personas de jóvenes de 15 hasta los 65 años con poder adquisitivo alto y sofisticado, preocupado por tener buena salud y calidad de vida. Según un informe sobre el sector de alimentación, publicado por German Trade And Investment (GTAI), dos tercios de los consumidores alemanes ven una relación directa entre la nutrición y la salud. Aunque sale con frecuencia a comer a la calle, también le gusta preparar comidas caseras (MINCETUR, 2020).

Alemania con su volumen alto y de rápido crecimiento, es un país con mayor potencial para las bayas en Europa en este momento, aunque los requisitos pueden ser estrictos. En el 2019 Alemania superó al Reino Unido en volumen de importación de bayas. Las importaciones de Alemania aumentaron de 19.000 toneladas en 2015 a 61.000 toneladas en 2019. Asimismo, Alemania es también El principal destino de las bayas congeladas, con una participación del 17% en Europa (CBI, 2021)

1. Brecha demanda oferta

En análisis de oferta y demanda se realizó con el fin de conocer la existencia de un mercado de productos deshidratados insatisfecho en Alemania. En la siguiente representación se mostrará la brecha de demanda-oferta:

Figura 28.*Brecha de Mercado en Alemania*

Año	Demanda	Oferta	Brecha (Tm)
2023	242,423	355.027	242,068
2024	242,908	392.504	242,516
2025	243,394	429.981	242,964
2026	243,881	467.458	243,413
2027	244,368	504.935	243,864

Fuente: Elaboración propia.

Como conclusión, se puede decir que analizando las importaciones de frutas exóticas deshidratadas de Alemania hay evidencia de una brecha comercial. La oferta actual es muy inferior a la demanda y existe un público que espera nuevos productos para consumir. Esto comprueba la gran oportunidad y potencial que tiene el aguaymanto deshidratado para el mercado alemán.

2. Evidencia del mercado

En este apartado se busca conocer con precisión el precio real para las exportaciones de aguaymanto deshidratado para el mercado alemán. Se ingresó al portal de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) y se tomó como referencia 5 registros de aduanas. A continuación, se presenta la información consolidada:

Figura 29.*Análisis de Partidas Aduaneras Alemania*

Valor FOB Alemania	Cantidad (Kg)	Precio Promedio (US\$)
41,212	3,888	10.60
198	20	9.89
40,824	3,888	10.50
18,278	2,000	9.14
26,040	2,916	8.93

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de *Consulta por Partida Arancelaria* (SUNAT).

De manera aleatoria se escogieron 5 registros aduaneros y se pudo verificar que, para el mercado alemán, el precio promedio fluctúa entre 8 a 9 dólares por kilo de fruta deshidratada. Es importante mencionar que los documentos se tomaron de enero a diciembre durante el 2020 de modo que el precio no es afectado por la estacionalidad del aguaymanto.

Estudio técnico.

Tamaño

La capacidad de una planta se ve afectado por una serie de condicionantes de los cuales se analizarán a continuación:

1. Factores condicionantes del tamaño

Relación tamaño – Mercado Disponible:

La amplitud del mercado representa un riesgo si no es lo suficientemente grande para captar la producción total del proyecto. En el caso de esta investigación mediante el análisis de mercado se pudo determinar que el factor mercado disponible no es un factor condicionante. Como empresa nueva en el mercado se estima satisfacer el 6% del mercado alemán total, refiriéndose a exportaciones de 60 toneladas de aguaymanto deshidratado anualmente.

Relación tamaño – Materia prima:

La demanda de aguaymanto en el país está creciendo debido a la tendencia de consumir productos naturales y a su mayor difusión se información por parte del Estado. De esta manera puede significar un factor importante para el tamaño del proyecto.

Dependiendo de la localización y la disponibilidad de materia prima se buscará reducir el impacto de este factor. Si bien la producción nacional de aguaymanto no es estacionaria es necesario captar la mayor cantidad posibles de productores independiente de las zonas de cosecha.

Relación tamaño – Tecnología

En el caso de tecnología se refiere al proceso de deshidratación, para este proyecto se evaluarán 3 métodos de secado. Estas tecnologías deberán evaluarse en función a la calidad del producto, tiempos de secado y consumo energético. Es importante también tener en cuenta las tendencias de consumo en el mundo debido a que este será un producto por exportar.

Relación tamaño – localización

El establecimiento estratégico para la planta deshidratadora será un factor importante debido a que los mayores productores se encuentran en departamentos alejados del puerto internacional del Perú. Al evaluar y escoger una localización óptima se deberá tener en cuenta la distancia de proveedores de modo que el abastecimiento de materia prima sea constante. Asimismo, distancia al puerto y costos de transporte también significará un reto. Departamentos estratégicos como Lima, Junín y Lambayeque serían los ideales para implementación de la planta deshidratadora.

Relación tamaño – financiamiento

La disposición de recursos financieros para cubrir las necesidades de inversión del proyecto al cual el tamaño estará enfocado también es necesario evaluar. Dependiendo de la localización, el alquiler o compra de terreno, así como construcción de la planta necesitará fuentes de inversión privada. Otro factor también será la tecnología por utilizar, la evaluación permitirá moldear el presupuesto final. Entre las entidades se tomarán en cuenta cajas municipales de ahorro y crédito, bancos o financistas privados que deseen invertir en este proyecto.

2. Capacidad de producción de la propuesta productiva

Para el análisis óptimo del proyecto se tomará en cuenta los factores de mercado, materia prima y tecnología. El mercado objetivo es excesivamente superior a la demanda actual y futura de esta manera es necesario establecer un objetivo de mercado. Para este proyecto se estima que como empresa nueva se puede copar el 0.6% de demanda insatisfecha total. De esta manera se podrá calcular el tamaño óptimo de la planta:

$$\text{Capacidad de planta} = \frac{\text{kg /año}}{N^{\circ}\text{horas} \times N^{\circ}\text{días} \times N^{\circ}\text{semanas}}$$

$$\text{Capacidad de planta} = \frac{6000 \text{ kg /año}}{8\text{horas} \times 6\text{días} \times 52\text{semanas}}$$

$$\text{Capacidad de planta} = 24.04 \text{ kg/hora}$$

De esta manera se determina que la planta debe procesar 24.04 kilos de aguaymanto deshidratado por hora, siendo 192.30 kg por día y 5000 kg al mes. Es necesario tener en cuenta este punto en la tecnología de inversión para que la capacidad no exceda al equipo en los años proyectados que está planificado el proyecto.

Localización

En la localización de plantas industriales se determinará la ubicación más conveniente para la instalación del proyecto, de modo que se obtenga la mayor rentabilidad las operaciones con respecto a su inversión o donde se cumpla cabalmente con los objetivos de la empresa, tanto económico, sociales, político y ambiental.

1. Justificación de la localización

Existen una gran variedad de factores para determinar la localización de una planta, para este proyecto se tomarán en cuenta los 8 factores presentados en la figura 30.

El análisis para la mejor localización de planta se hará mediante el método de factores ponderados. Sin embargo, antes se determinará cuáles son los factores más críticos al realizar una localización para posteriormente otorgar la ponderación correspondiente en la macro y macrolocalización. En la siguiente tabla se le otorgará calificación 1 si el factor es menos crítico, será 2 si el factor es mediamente crítico y obtendrá clasificación 3 si es altamente crítico. A continuación, se presentarán y clasificarán los factores:

Figura 30.

Justificación de la Localización de la Propuesta

Factor condicionante	Condición crítica			Observación
	1	2	3	
Disponibilidad de mano de obra	X			Presencia de trabajadores habilitados para el trabajo en planta.
Disponibilidad de terreno			X	El costo del terreno y la disponibilidad de metros cuadrados.
Cercanía a proveedores		X		Estrategia de localización respecto a zonas productoras de aguaymanto.
Abastecimiento de servicio básicos		X		Se refiere a los servicios básicos de agua, desagüe, luz, internet y teléfono.
Condiciones legales	X			Facilidad para tramitar permisos correspondientes,
Accesibilidad al mercado meta			X	Cercanía al puerto del Callao para la exportación del aguaymanto.
Costos de transporte a proveedores y mercado meta		X		Presencia de carreteras en buen estado, hace que no sea muy costo el transporte.

Condiciones de seguridad		X		Seguridad para la planta y la distribución del producto.
--------------------------	--	---	--	----------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las tablas se determina que los factores más importantes al momento de escoger una localización son la disponibilidad de terreno y la accesibilidad al mercado meta, en este caso se refiere al aeropuerto. Por este motivo, estos 2 factores tendrán mayor peso al realizar las ponderaciones.

2. Macrolocalización

El análisis de macrolocalización se llevará a cabo mediante el método de factores ponderados. En este procedimiento se escogerán 3 alternativas, estos serán Huánuco, Lambayeque y Lima. Los 2 primeros son escogidos por ser las regiones con mayor producción de aguaymanto durante el 2020 (figura 3) y existe un gran potencial de crecimiento en rendimiento. Asimismo, Lima es escogida por su posicionamiento estratégico en el país con el puerto del Callao.

a. Análisis de factores cuantitativos y cualitativos

Primero se identificarán los factores más relevantes para la macrolocalización. Estos factores serán descritos y se evaluarán para tomar la mejor decisión en la ubicación del proyecto.

F1: Disponibilidad de Mano de Obra

La disponibilidad de colaboradores calificados o con experiencia en el rubro será de significativo valor, debido a que se busca evitar futuros inconvenientes. La mano de obra

calificada no representa un factor crítico debido a que la mayoría de las operaciones no necesitan de una ardua capacitación. Esto se exceptúa a los operarios que realizarán la deshidratación del aguaymanto. Los departamentos evaluados cuentan con mano de obra experimentada debido a la existencia de industrias en el sector de alimentos, textil, farmacéutico, etc.

F2: Disponibilidad y costo de terreno

Este factor se busca evaluar la disponibilidad de parques industriales dentro de la región o el costo por metro cuadrado. La consultora inmobiliaria Equilibrium Business Development Consultancy (2021) indica que los precios de alquileres para el sector alimentos se han incrementado debido a que durante la pandemia han sido las únicas que han continuado trabajando. Asimismo, es importante tener en cuenta que hay dificultad para encontrar terrenos superiores a los 1000 metros cuadrados.

F3: Cercanía al proveedor de materia prima

Los mayores productores de aguaymanto en el Perú son Huánuco y Lambayeque, concentrando el 70% de la producción total. En necesario evaluar las facilidades tener una planta procesadora en la zona de producción o llevarlo a la capital. Este es un factor importante porque es posible reducir los costos compra de materia prima. Las zonas de producción en Lambayeque son Ferreñafe y en Huánuco es Ambo, ambos situados a 40 hacia al centro de la ciudad y aproximadamente 9 y 8 horas respectivamente.

F4: Abastecimiento de agua y desagüe

El abastecimiento de este servicio público es necesario en planta y el flujo debe ser constante debido a que es requerido durante diferentes etapas de la producción. Mediante los tarifarios de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass), se determinó el costo para cada región en la categoría industrial. La tarifa para Lima es de S/ 14.52, en el caso de Lambayeque es S/ 11.89 y Huánuco tiene un costo de S/ 4.38 (EPSEL S.A., 2018; SEDA HUANUCO S.A., 2016; SEDAPAL S.A., 2021).

F5: Abastecimiento de energía eléctrica

La evaluación de la disponibilidad y el costo de energía es de suma importancia debido a que el proceso de deshidratado requiere un abastecimiento energético contante. Para la evaluación se comparara los precios de acuerdo con el Anuario estadístico del Ministerio de Energía y Minas (2018). El precio medio de electricidad durante el 2018 para el departamento de Lima fue US\$7.15/kWh, mientras que para la Lambayeque fue de US\$9.02/kWh. El precio por kilowatt en Huánuco es muy superior que a las otras regiones costando en promedio US\$16.72.

F6: Cercanía al mercado meta

Este factor permite evaluar la distancia que tendría la planta con el puerto del Callao y con los potenciales proveedores tanto de materia prima como insumos y maquinarias. Es importante tomar en cuenta la condición de las carreteras, debido a que el difícil acceso representa mayores costos. Mediante el uso de Google Maps y Waze se puede determinar que la distancia promedio desde el centro de Lima con el puerto es de solo 40 km. La distancia entre el puerto y Huánuco es de 376 km y en el caso de Lambayeque es 788 km.

b. Ponderación de los factores

Establecidos los factores para la macrolocalización, se procede a ponderar los mismo asignándole un peso determinado en porcentaje. Esta ponderación se realizará de acuerdo con el grado de importancia y se establece el siguiente criterio:

- Si F1 es más importante que F2 entonces se le califica con 1
- Si F1 es menos importante que F2 entonces se le califica con 0
- Si F1 es de igual importancia que F2 entonces se califica con 1

Figura 31.

Resultado de la Ponderación de Factores de Localización – Método Factores Ponderados

Factores	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total	Pond.
F1: Disponibilidad de MO		1	1	0	0	0	2	9%
F2: Disponibilidad y costo de terreno	1		1	1	1	1	5	23%
F3: Cercanía al proveedor de MP	1	1		1	0	0	3	14%
F4: Abastecimiento de agua y desagüe	1	1	0		1	1	4	18%
F5: Abastecimiento de energía eléctrica	1	1	1	0		0	3	14%
F6: Cercanía al mercado meta	1	1	1	1	1		5	23%
Total							22	100%

De acuerdo con el cuadro presentado arriba se determina que los factores más importantes serán la disponibilidad y costo de terreno y la cercanía al mercado meta con 23% en ambos factores. A continuación, se presenta las ponderaciones de manera resumida:

Tabla 7.*Resumen de Ponderación de Factores para la Macrolocalización*

Factores	Ponderación
F1: Disponibilidad de MO	9%
F2: Disponibilidad y costo de terreno	23%
F3: Cercanía al proveedor de MP	14%
F4: Abastecimiento de agua y desagüe	18%
F5: Abastecimiento de energía eléctrica	14%
F6: Cercanía al mercado meta	23%

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla resumen ayuda a mostrar mejor cuales son los factores más importantes para la macrolocalización. Asimismo, se procede a continuar con la clasificación de cada locación.

c. Calculo y evaluación de la puntuación total

Después de determinar la ponderación de cada factor, se procese a evaluar cada uno de estos de acuerdo con una calificación de rango de 1 a 5. La calificación se presentará en la siguiente tabla, obteniendo 5 si la alternativa es muy a fin con el factor y caso contrario obtendrá un 1.

Tabla 8.*Calificación de Factores para la Macrolocalización*

Calificación	Valor
--------------	-------

Excelente	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

Fuente: Elaboración propia.

Mediante esta calificación se procede a evaluar cada factor y comparar las posibles locaciones. Primero se procede a calificar la locación y luego se multiplica por la ponderación del factor y se obtiene como total la puntuación, En el cuadro siguiente se presenta el cuadro resumen de puntuaciones para cada alternativa:

Tabla 9.

Puntuación de Macrolocalización - Método de Factores Ponderados

Factores	Pond.	Lima		Huánuco		Lambayeque	
		Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total
F1: Disponibilidad de MO	9%	3	0.273	4	0.364	4	0.364
F2: Disponibilidad y costo de terreno	23%	3	0.682	3	0.682	3	0.682
F3: Cercanía al proveedor de MP	14%	3	0.409	4	0.545	4	0.545
F4: Abastecimiento de agua y desagüe	18%	3	0.545	5	0.909	4	0.727
F5: Abastecimiento de energía eléctrica	14%	5	0.682	3	0.409	4	0.545
F6: Cercanía al mercado meta	23%	5	1.136	2	0.455	3	0.682
Total	100%	-	3.727	-	3.364	-	3.545

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se puede determinar que la alternativa con mayor puntaje es Lima alcanzando un 3.727. Como consecuencia se procede a realizar la microlocalización en el departamento de Lima.

3. Microlocalización

Al igual que la macrolocalización, en este análisis también se procederá con el método de factores ponderados. En esta ocasión, se escogerán 3 distritos de Lima metropolitana para la instalación de la planta. Las alternativas geográficas serán Comas, Lurín y Ate, todas estas alternativas cuentan con zonas industriales adaptadas para instalaciones de plantas productivas.

a. Análisis de factores cuantitativos y cualitativos

Se procede a identificar los factores más relevantes para la microlocalización. Estos factores serán descritos y evaluados para mejorar la toma de decisión en la ubicación del proyecto.

F1: Disponibilidad y costo de terreno

Este factor evalúa la disponibilidad y costo de alquiler de zonas industriales dentro de los distritos escogidos. La consultora inmobiliaria Equilibrium Business Development Consultancy (2021) indica que el precio promedio de alquiler para Comas es US\$ 2.80 por m² contando con provisiones de servicios básicos, asimismo indican que los costos de alquiler de la mayoría de distritos del norte son menores. En el caso de Ate, la zona oeste de la ciudad, el alquiler asciende a US\$ 6.64, sin embargo, según el tamaño de planta este

precio puede reducirse. Por último, los precios en Lurín se aproximan alrededor de US\$ 5.21 el metro cuadrado.

F2: Legislaciones municipales

Los trámites para solicitar licencias o permisos de trajo también representan un factor a evaluar. Distritos como Ate y Lurín son altamente comerciales en consecuencia el papeleo o solicitudes son fáciles de realizar. Sin embargo, debido a la alta demanda también es mayor el costo. Comas también cuenta con plantas productoras por lo tanto no presentará inconveniente tramitar solicitudes. Será necesario emular solicitudes de permisos para evaluar el costo dentro de cada distrito.

F3: Cercanía al mercado meta

Este factor analiza la distancia que tendrá la posible locación de la planta con el puerto del callao, mediante Google Maps y Waze se podrá calcular que distrito tiene mejor acceso al mercado meta. En el caso de Comas, demora aproximadamente 40 minutos hora en llegar al puerto siendo 25.7 km el recorrido. Llegar desde Lurín al mercado meta toma aproximadamente 1 hora con 20 minutos y la trayectoria es de 52.2 km. Asimismo, el recorrido desde Ate es de 32.9 km con un tiempo aproximado de 58 minutos. Cabe mencionar que estas últimas 2 rutas están sujetas a pago de peajes.

F4: Condiciones de seguridad

En nivel de seguridad o la frecuencia de robos en la zona también es un factor importante para determinar la instalación de la planta. De acuerdo con el informe técnico de Estadística de Seguridad Ciudadana del Instituto Nacional de Estadística e Informática

(INEI), los distritos con mayor cantidad de denuncias contra el patrimonio son de Comas con 4199, le sigue Ate con 2,914 y Lurín con 595. Esto se puede explicar a la distribución del parque industrial dentro de los distritos, al encontrarse en zonas periféricas son más susceptibles a robos. Como conclusión, se puede inducir que aun mayor número de denuncias, la zona es más insegura y el costo por vigilancia será mayor (INEI, 2021).

b. Ponderación de los factores

Establecidos los factores para la microlocalización, se procede a ponderar los mismo asignándole un peso determinado en porcentaje. Esta ponderación se realizará de acuerdo con el grado de importancia y se establece el siguiente criterio:

- Si F1 es más importante que F2 entonces se le califica con 1
- Si F1 es menos importante que F2 entonces se le califica con 0
- Si F1 es de igual importancia que F2 entonces se califica con 1

Figura 32.

Resultado de la Ponderación de Factores de Localización – Método Factores Ponderados

Factores	F1	F2	F3	F4	Total	Pond.
F1: Disponibilidad y costo de terreno		1	1	1	3	30%
F2: Legislaciones municipales	0		1	1	2	20%
F3: Cercanía al mercado meta	1	1		1	3	30%
F4: Condiciones de seguridad	0	1	1		2	20%
Total					10	100%

De acuerdo con el cuadro presentado arriba, se determina que los factores más importantes serán la disponibilidad y costo de terreno y la cercanía al mercado meta con 30% en ambos factores. A continuación, se presenta las ponderaciones de manera resumida:

Tabla 10.

Resumen de Ponderación de Factores para la Microlocalización

Factores	Ponderación
F1: Disponibilidad y costo de terreno	30%
F2: Legislaciones municipales	20%
F3: Cercanía al mercado meta	30%
F4: Condiciones de seguridad	20%

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla muestra de manera resumida y ordenada cuales son los factores más importantes para la microlocalización. Asimismo, se procede a continuar con la clasificación de cada locación.

c. Calculo y evaluación de la puntuación total

Después de determinar la ponderación de cada factor, se procese a evaluar cada uno de acuerdo con una calificación de rango de 1 a 5. La calificación se presentará en la siguiente tabla, obteniendo 5 si la alternativa es muy a fin con el factor y caso contrario obtendrá un 1.

Tabla 11.*Calificación de Factores para la Microlocalización*

Calificación	Valor
Excelente	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

Fuente: Elaboración propia.

Mediante esta calificación se procede a evaluar cada factor y comparar las posibles locaciones. Primero se procede a calificar la ubicación para después multiplicar por la ponderación del factor, de este modo se puede determinar el total de la puntuación. En el cuadro siguiente se presenta el cuadro resumen de puntuaciones para cada alternativa:

Tabla 12.*Puntuación de Microlocalización - Método de Factores Ponderados*

Factores	Pond.	Comas		Lurín		Ate	
		Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total
F1: Disponibilidad y costo de terreno	30%	4	1.200	3	0.900	4	1.200
F2: Legislaciones municipales	20%	3	0.600	4	0.800	4	0.800
F3: Cercanía al mercado meta	30%	4	1.200	3	0.900	3	0.900
F4: Condiciones de seguridad	20%	2	0.400	3	0.600	2	0.400

Total	100%	-	3.400	-	3.200	-	3.300
--------------	-------------	----------	--------------	----------	--------------	----------	--------------

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, se puede determinar que la alternativa con mayor puntaje es Comas alcanzando un 3.40. La planta deberá estar situada dentro de la zona industrial de este distrito.

Proceso de producción

En este apartado se escogerá la tecnología de deshidratación más adecuada para el proyecto. Se continuará con la descripción de los procesos de producción y presentación del diagrama de flujo para las operaciones proceso. Asimismo, se darán a conocer los índices de producción, las maquinarias que intervendrán en el proceso de producción, con el fin de terminar el tamaño de la planta utilizando el método de Guerchet.

1. Tecnología

Para la elección de la mejor tecnología se evaluarán cualitativamente 3 métodos de deshidratación: secado por aire caliente, osmodeshidratación y secado al vacío por conducción. Se comenzará comparando las ventajas y desventajas de cada método para luego realizar la calificación de acuerdo con los factores a evaluar.

a. Tecnologías por evaluar

Deshidratado por aire caliente

En la actualidad, es el método más usado para la deshidratación de bayas. Consiste en reducir la actividad del agua del producto mediante un flujo de aire caliente. El motivo de su uso masificado es por la simpleza de la tecnología y el bajo costo de capital y

mantenimiento. Otra ventaja de este método es la rápida tasa de secado y la reducción de agua del producto inhibe el crecimiento de microorganismo. Asimismo, es posible influir en las variables de procesamiento como la temperatura y velocidad de aire evitando el exceso de secado en el producto final.

Figura 33.

Aguaymanto Deshidratado por Aire Caliente



Fuente: Extraído de Comfrutti (2020)

La principal desventaja con la deshidratación con aire caliente es el largo tiempo de secado incluso a temperaturas cercanas a los 60 °C, resultando en la degradación de la calidad del material. Otra desventaja que se puede mencionar es la baja eficiencia energética, esta es la tecnología que más consumo de energía requiere.

En la figura 33 se puede apreciar el producto final de un aguaymanto deshidratado por la deshidratación con aire caliente, la textura es parecida a las pasas y la reducción del tamaño es significativa en comparación con los otros métodos.

Deshidratado por osmosis

La osmodeshidratación consiste en la disminución de la actividad de agua, usando la fuerza osmótica de una solución de azúcar, sal u otros materiales, este proceso se puede realizar a temperatura del ambiente. Otras ventajas de la deshidratación por osmosis son la mejor retención de compuestos volátiles y la reducción de daño del tejido comparado con métodos tradicionales de secado.

Figura 34.

Albaricoque Deshidratado por Osmosis



Fuente: extraído de Youherbit (2018)

Entre las desventajas se puede mencionar es que los jarabes a utilizar deben estar en condiciones adecuadas para que no se fermenten. Además, dependerá del producto a deshidratar debido a que no todos pueden ser sumergidos en salmueras o jarabes. Otra dificultad para este método es la ineficiente reducción de actividad de agua, solo un 40% de contenido de agua es reducido y puede dificultar su almacenamiento. Asimismo, para evitar estos problemas es necesario recurrir a otro proceso como el secado con aire caliente o secador de vacío.

La textura de los frutos osmóticamente deshidratados es más blanda pero la degradación de color está presente debiéndose al aumento de azúcares o la complementación de secado por aire caliente.

Deshidratación por microondas a vacío

La deshidratación tiene la ventaja de realizarse más rápido que los métodos tradicionales. Esto se debe al uso de energía solo al exterior del producto, las microondas funcionan directamente para secar el material de adentro hacia afuera. La mayoría de los métodos convencionales de calentamiento y secado abordan el material desde la superficie, aplicando calor solo a los bordes exteriores.

Figura 35.

Aguaymanto Deshidratado por Microondas a Vacío



Fuente: Extraído de NXTDRIED (2020)

El secado por microondas a vacío permite que el agua se vaporice a temperaturas más bajas que a la presión atmosférica, y las frutas se secan sin exponerlas a altas temperaturas. Además, la ausencia de aire durante la deshidratación disminuye las reacciones de oxidación. Debido a estas ventajas, se mejoran el color, el sabor y el sabor de los productos secos.

La calidad del producto final es superior a los otros métodos. La textura de un alimento es crujiente y se conservan las características organolépticas y nutricionales de un aguaymanto fresco.

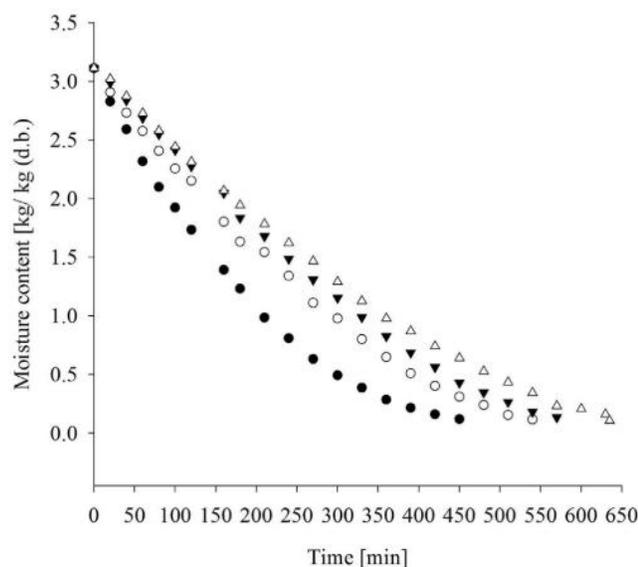
b. Parametos de cada tecnologia

Para la evaluación de los métodos, se tomarán en consideración información recopilada sobre la deshidratación de aguaymantos bajo osmosis, convección y microondas a vacío.

Junqueira et al. (2017) analizó el secado por convección de aguaymanto y los efectos de diferentes pretratamientos en la cinética de secado y parámetros de calidad. Las muestras fueron sometidas a un flujo de aire caliente a **60 °C y 2 m/s**. Los autores determinaron que el tiempo requerido de los frutos sin tratamientos alcancen un contenido final de agua de 0.08 ± 0.02 kg H₂O/ kg b.s. fue de **640 min**. Los demás pretratamientos redujeron los tiempos de secado y destaca tratamiento químico de oleato de etilo que redujo casi 100 minutos el tiempo de secado (Figura 36).

Figura 36.

Cinética de Secado por Convección de Aguaymantos con Diferentes Pretratamientos



Fuente: Extraído de Junqueira et al (2017). Círculos negros ●, oleato de etilo; círculos blancos ○, nitrógeno líquido; triángulos negros ▼, congelación lenta; triángulos blancos Δ, sin tratamiento.

En la investigación Luchese et al. (2015) las muestras de aguaymanto fueron deshidratadas por osmosis y se evaluaron las variables temperatura (40 - 70 °C) y concentración de soluciones de sacarosa osmótica (40-70 g 100 g⁻¹ solución). Los autores indican que las condiciones experimentales para el procesamiento más eficiente de *physalis* por deshidratación osmótica fueron una temperatura de 70 °C y una concentración de solución osmótica de **70 g de sacarosa** 100 g de solución aplicada durante **10 h** mientras se agitaba.

El ultimo método fue la deshidratación por microondas a vacío de aguaymantos realizado por Nawirska-Olszańska et al. (2017). Los autores evaluaron las características reológicas, químicas y físicas de los de frutos de *physalis* enteros a diferentes potencias de microondas (120 y 480 W) y presión reducida (4–10 kPa). Los mejores resultados se

obtuvieron a una potencia de **480 W**. Para esta investigación el tiempo de secado no fue especificado, solo las condiciones de secado. Sin embargo, se deshidrató arándanos rojos bajo las mismas condiciones y el tiempo promedio de secado fluctuó entre **30 a 40 min** (Staniszewska et al., 2020).

c. Efecto de las tecnologías sobre las propiedades químicas y físicas

En las investigaciones también se tomaron en cuenta los parámetros de calidad como retención de vitamina C, capacidad antioxidante, perfil textural y de color luego de los métodos de secado. En la deshidratación por convección, las muestras tuvieron un contenido de ácido ascórbico inicial de **381.43 mg/ 100 g b.s.** Luego del proceso, se determinó solo una retención del 23% (86.337 mg/ 100 g b.s.). Por otro lado, NXTDRIED (2020) indica que el proceso de secado por convección solo se obtiene un total de **11mg/100g** de vitamina C, mientras que la deshidratación por microondas a vacío puede obtener muestras hasta con **290 mg/ 100g**.

La capacidad antioxidante de los diferentes métodos se detalla en la tabla 13. Se presentan datos obtenidos de la investigación de Nawirska-Olszańska et al. (2017) debido a que las otras investigaciones no realizaron este análisis. Como se puede observar, el contenido de polifenoles y los análisis de actividad antioxidantes son ampliamente superior en la deshidratación por microondas en comparación con un secado por convección a 70 °C.

Tabla 13.*Propiedades Químicas en las Diferentes Tecnologías de Secado*

Tratamientos – métodos de secado	Actividad de Agua	Polifenoles mg GA 100 g-1	FRAP mmol Trolox 100 g-1	ABTS mmol Trolox 100g-1
Fruta fresca	0.987 ± 0.09	29.5 ± 0.9 d	0.19 ± 0.02	0.72 ± 0.24
Secado por convección	0.524 ± 0.03	177.6 ± 0.7	0.86 ± 0.25	5.30 ± 0.52
Microondas a 480 W	0.232 ± 0.02	436.3 ± 2.4	1.91 ± 0.18	19.06 ± 1.12

Fuente: Extraído de Nawirska-Olszańska et al. (2017)

Del mismo modo, el parámetro del color en las aguaymantos fue afecto significativamente en todos los métodos de deshidratación. Esta prueba se realizó en las diferentes investigaciones y la tabla 14 se puede evidenciar la operación del aguaymanto en estado fresco y posteriormente secado.

La tabla de presentada bajo el texto permite observar un decrecimiento en los valores L* en la deshidratación por convección y osmótica, resultando en productos finales más oscuros. Caso contrario en el secado por microondas a vacío donde el valor L* incrementa hasta 62.89 ± 7.89 . Del mismo modo ocurre en los valores de b* para el secado osmótico, donde se evidencia descenso en esos valores y evidencia menor amarillamiento en los frutos. Por último, se observa incremento en los valores de a* para todos los métodos. Sin embargo, destaca los tonos más rojizos en las muestras de deshidratación por microondas en comparación con los valores del aguaymanto fresco evaluado.

Tabla 14.*Parámetros de Color en las Diferentes Tecnologías de Secado*

Parámetros	MW		OSM		CONV	
	Fresco	Post	Fresco	Post	Fresco	Post
L	43.28 ± 1.21	62.89 ± 7.89	28.40 ± 0.40	27.71 ± 0.39	57.32 ± 0.44	57.05 ± 2.24
a*	6.98 ± 0.09	15.47 ± 0.51	5.81 ± 0.19	7.73 ± 0.38	10.37 ± 1.44	17.20 ± 3.10
b*	29.77 ± 0.94	52.82 ± 0.62	13.18 ± 0.46	12.73 ± 0.69	40.88 ± 2.97	45.89 ± 4.33

Fuente: Adaptado de Junqueira et al (2017), Luchese et al. (2015) y Nawirska-Olszańska et al. (2017). L* Luminosidad, a* coord. de rojo a verde y b* coord de azul a amarillo

Otro aspecto importante en la percepción sensorial de los consumidores es la textura del producto final. Las investigaciones tomaron en cuenta los parámetros de dureza, adhesividad, cohesividad y gomosidad. En la investigación de Nawirska-Olszańska et al. (2017) se concluyó que los aguaymantos deshidratados (480 W y presión reducida) se caracteriza por una mayor resistencia a compresión que las muestras secadas por el método de convección. Esto se explica por el contenido de agua final del producto y el tiempo de secado, lográndose uno en menos de una hora y el otro en más de 4 horas. Las microondas permiten proporcionar calor a todo el volumen de la muestra, lo que se traduce en una reducción significativa de la duración de la deshidratación en comparación con los métodos convencionales.

Asimismo, la flexibilidad es otro indicador importante para tener en cuenta en la evaluación sensorial. Las investigaciones concluyen que el secado en microondas a presión reducida se caracteriza por una mayor elasticidad que el material secado obtenido por el método convectivo. Esto significa que la velocidad de disminución de la tensión en la prueba de relajación del material secado por microondas es menor. Esto es congruente con

las opiniones de otros estudiosos que afirman que el secado por convección es una de las técnicas que afecta de manera más destructiva a la materia prima (L. Puente et al., 2020).

Tabla 15.

Tabla Resumen de Tecnologías de Deshidratación

Parámetros	Microondas a vacío	Osmosis	Convección
Tiempo de secado	30- 40 min	600 horas	640 min
Temperatura de proceso	50 °C	70 °C	60 °C
Apariencia	Brillante natural	Menos natural	Oscura
Valor nutricional (compuestos bioact.)	Alto	Moderado	Bajo
Textura	Crujiente	Esponjosa	Gomosa

Fuente: Elaboración propia

Por último, se presenta la tabla comparativa de los hallazgos hechos en la revisión literaria para las diferentes tecnologías de deshidratación para aguaymantos.

d. Selección de tecnología

Luego de revisar la literatura y comparar métodos, se opta por el deshidratador de microondas a vacío. En el mercado extranjero se presentan diferentes diseños de deshidratadores y para este trabajo se opta por uno en disposición de túnel adaptado con una bomba de vacío de la empresa Shandong Dongxuya Machinery. Esta maquinaria está enfocada a alimentos de alto valor nutricional con estructura delicada y está diseñada para deshidratar, esterilizar y pulverizar (figura 37).

De acuerdo con las especificaciones del proveedor, la deshidratadora de modelo DXY-50 con dimensiones de 11.00 x 1.20 x 2.20 metros (LAH) con capacidad de deshidratación de 110 kg/hora. La frecuencia y potencia de microondas es de 2450 MHz y 120 kW, además la presión de vacío fluctúa entre 1.3 – 40 kPa (Shandong Dongxuya Machinery Co., 2020).

Figura 37.

Deshidratador de Túnel a Vacío



Fuente: Extraído de Shandong Dongxuya Machinery Co.(2020)

Para determinar los parámetros de trabajo del deshidratador se utilizará de apoyo los 3 artículos científicos mencionados anteriormente. Los artículos están enfocados al estudio cinético de deshidratación por microondas de 3 tipos de bayas: arándanos azules, aguaymanto y arándanos rojos (cranberry). De acuerdo con los autores los parámetros adecuados para las frutas con las características similares a los autores concluyen que la mejor manera de deshidratar un alimento y mantener las características organolépticas y nutricionales es mediante la deshidratación por microondas y condiciones de vacío (Nawirska-Olszańska et al., 2017; Staniszewska et al., 2020; Zielinska et al., 2016).

De esta manera, se pronostica que el aguaymanto obtendría mejores resultados mediante secado por microondas a una potencia de **480 W** y una presión interna de **4 kPa**. Además, la temperatura interna de la cámara y el tiempo de secado debería de redondear los **50 °C** y de **20 a 40 minutos**.

De acuerdo con las especificaciones brindadas por la empresa china, la maquinaria tiene una capacidad de deshidratadora de 100 – 110 kg/h. Este diseño está adecuado para empresas de gran escala y producción continua de alto volumen. El proyecto requiere procesar 750kg/día de fruta fresca para producir aproximadamente 170 kg de aguaymanto deshidratado. Teóricamente, el tiempo estimado de deshidratación es de 20-40 min. Esto indica que se trabajara en 4 tandas de 190 kg. El tiempo estimado total de la operación sería 2 horas y 30 minutos, en los apartados posteriores se acoplará al flujograma de Superpro Designer.

2. Análisis de producción

Se realizará una descripción y análisis de proceso de producción, indicando las diversas actividades que se realizan dentro de la planta para la obtención del aguaymanto deshidratado. Asimismo, se presentará el flujograma de trabajo para el proyecto.

a. Descripción de producción de aguaymanto deshidratado

Recepción de fruto fresco

Los proveedores transportan el aguaymanto en jabas plásticas desde la zona de producción hasta la planta procesadora. La fruta es recibida en el área de recepción de materia prima donde los operarios responsables realizarán la inspección del aguaymanto y

luego procederán al pesado. Luego del pesaje, la fruta es traspasada a jabas limpias de la empresa que pasarán al siguiente procedimiento y las jabas de los proveedores serán devueltas.

Pelado de aguaymanto

Luego del pesaje los aguaymantos, las jabas serán llevadas a la zona de pelado donde los operarios se encargarán de separar el cáliz de la fruta. El pelado será de manera manual por los operarios quienes estarán sentados alrededor de mesas de acero inoxidable. La fruta seleccionada será recolectada en jabas de plásticos y el cáliz retirado será llevado a la zona de descarta. Al finalizar el proceso de pelado, las jabas con aguaymanto sin cáliz serán pesadas nuevamente.

Lavado y desinfectado

En esta operación se contará con un maquina lavadora industrial de frutas, este cuenta con un tanque donde se genera la turbulencia, duchas de aspersion plana, una bomba que recircula el agua y un elevador para retirar el producto. Luego de lavado y desinfectado la fruta será recolectada en jabas de plástico. Mediante este proceso se busca eliminar toda partícula extraña, suciedad o resto de tierra que pueda tener el aguaymanto. La solución de lavado será una mezcla de agua y desinfectante de 50 a 100 pm dependiendo del estado de la fruta, el operario tendrá que realizar una previa visualización.

Clasificación 1

Esta primera clasificación consiste en realizar un control visual con el fin de retirar todo aguaymanto que se encuentre con rasguños mayores u otros daños físicos no deseados.

Las frutas se escurren y se colocan en las bandejas de acero inoxidable. Mediante esta calificación se busca tener frutas con buenas características para que luego del deshidratado se mantengan de la misma manera. Asimismo, esta primera calificación sirve para que la fruta lavada puede secarse de manera natural con el aire del ambiente. Posterior al escurrido y primera clasificación, todos los aguaymantos serán pesados para evaluar el rendimiento.

Deshidratado de aguaymanto

El aguaymanto será colocado directamente a la faja transportadora a temperatura ambiente para luego ingresar a la deshidratadora de microondas que se encuentra adaptada para condiciones de vacío. La energía de microondas reducirá la actividad de agua de manera homogénea del producto hasta un contenido de humedad residual de 15%. La temperatura de deshidratación no sobrepasará los 50 °C, la potencia de microondas será de 480 W y la presión de vacío fluctuará entre 4-6 kPa. Un operario será el encargado de ajustar la combinación de vacío y energía radiante a través del sistema integrado para obtener las características deseadas del producto final.

Clasificación 2

En esta etapa se realizará una selección y control de calidad del proceso previo. Los aguaymantos saldrán por el otro extremo del deshidratador, recolectados en bandejas de acero inoxidable y será inspeccionados de como que satisfagan las características reológicas deseadas, en caso contrario los aguaymantos serán retirados. Con una rápida clasificación, con el fin de evitar que ganen humedad, las bayas con mejores condiciones continuarán el proceso productivo y serán pesadas para evaluar el rendimiento de deshidratado.

Envasado

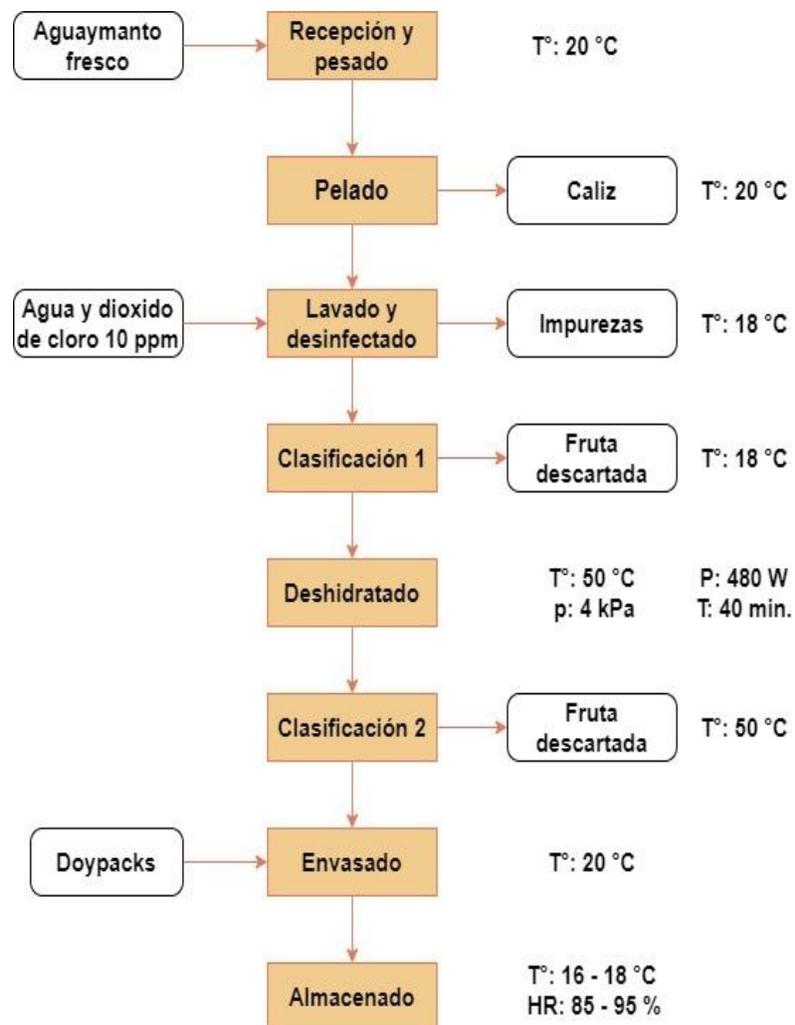
El aguaymanto deshidratado será transportado en las mismas bandejas hacia la zona de envasado, donde los operarios en mesas de acero inoxidable se encargarán de colocar 50 gramos de aguaymanto deshidratado a los envases de doypack de grado alimentario, siendo alrededor de 8 a 10 unidades por empaque. Luego estos empaques serán sellados y acomodados en cajas de cartón corrugado para que sean ordenados en pallets. Para finalizar, los pallets serán forrados con plástico de embalaje para ser llevados al área de almacenamiento.

Almacenamiento

Los pallets con el plástico de embalaje serán llevados por el montacargas al área de almacén de producto terminado, que se encuentra a 16 a 18 °C y humedad relativa de 80%. Los pallets con aguaymanto deshidratado permanecerán aquí a oscuras hasta su despacho para Alemania.

b. Flujograma de proceso

A continuación, se presenta el flujograma del aguaymanto deshidratado con los parámetros en cada proceso productivo:

Figura 38.*Flujograma de Producción*

Fuente: Elaboración propia.

El flujograma extraído de Lucidchart muestra de manera detallada todas las actividades dentro de la planta deshidratadora de aguaymanto. Además, se especifica los parámetros de trabajo para cada operación.

c. Programa de producción

Para establecer el plan de producción se utilizará la brecha comercial determinada anteriormente. Como empresa nueva se busca captar el 6% del mercado alemán que representa 60 TM de aguaymanto deshidratado por año y se espera que las ventas crezcan un 8% de manera constante.

Es necesario mencionar que el aguaymanto fresco tiene alrededor de 70% de agua en su composición y de acuerdo con Llenque (2015) es necesario procesar 4.1 kilos de aguaymanto en fresco para obtener 1 kilo de aguaymanto deshidratado. En la tabla 16, se presentará el plan de producción durante los 10 años del proyecto y la operatividad de la planta.

Tabla 16.

Programa de Producción Proyectado

Años	Materia prima (kg)	Producción total (kg)	Capacidad total (kg)	Operatividad
1	246,000	60,000	500,000	49%
2	265,680	64,800	500,000	53%
3	286,934	69,984	500,000	57%
4	309,889	75,583	500,000	62%
5	334,680	81,629	500,000	67%
6	361,455	88,160	500,000	72%
7	390,371	95,212	500,000	78%
8	421,601	102,829	500,000	84%
9	455,329	111,056	500,000	91%

10	491,755	119,940	500,000	98%
----	---------	---------	---------	-----

Fuente: Elaboración propia

Se establece una capacidad total de producción de 500 TM de modo que hasta el final de los 10 años del proyecto se pueda satisfacer toda la demanda proyectada. En el primer año de operación se procesará 246 TN de aguaymanto fresco esto quiere decir que mensualmente se trabajará con 20.5 TN.

Es importante mencionar que también se evaluó un escenario de mayor expectativa, en el que las ventas crecían un 10% con respecto al año anterior. En este contexto, la operatividad de la planta llegaría a su tope el año 9 donde alcanzando un 105%. Se evalúa esta situación debido que el crecimiento de la producción de aguaymanto en fresco está aumentando en diferentes departamentos del Perú y de la misma manera las hectáreas sembradas se están incrementando.

De acuerdo con lo proyectado en la tabla 16, se presentará el programa de producción de manera mensual para la planta deshidratadora

Tabla 17.*Programación Mensual de Producción en Toneladas*

Año	Producción en Toneladas												Cantidad total
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	60.00
2	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	66.00
3	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	72.60
4	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	79.86
5	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	87.85

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.*Programación Mensual de Requerimiento de Materia Prima en Toneladas*

Año	Materia Prima en Toneladas												Cantidad total
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	246.00
2	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	22.55	270.60
3	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	24.81	297.66
4	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	27.29	327.43
5	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	30.01	360.17

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas 17 y 18 se establecen con una condición constante debido a que en territorio peruano la producción es constante durante todo el año. De acuerdo con el reporte de Sierra y Selva exportadora, los primeros meses del año la cosecha de aguaymanto se concentra en el departamento de Huánuco mientras que los demás meses se puede disponer de aguaymanto fresco de los departamentos de Lambayeque y Junín. Para el proyecto el factor de estacionalidad no es un amenaza, aun así se posible contar con un almacén de materia para la planta (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

d. Descripción del producto

El aguaymanto deshidratado por microondas a vacío tiene la característica de conservar la estructura inicial y retener gran cantidad de compuestos volátiles. La presentación final al ser similar al fruto en fresco necesita envases pequeños y completamente cerrados. En la actualidad, la tendencia en productos deshidratados es utilizar envases doypack por su proactividad para el consumidor final.

Las bolsas doypack tienen una geometría ideal para ser exhibidas en estantes o para almacenarlas de pie. Estas bolsas son una solución perfecta para la protección y conservación de productos a largo plazo, permitiendo mantener las propiedades de los productos de forma constante y evitando su rápido deterioro (Polypouch, 2022). De igual manera, estos envases permiten a los fabricantes incluir de forma profesional toda la información nutricional y de marketing sin tener que aplicar etiquetas costosas (AERSA, 2018).

Los doypacks permiten a los fabricantes imprimir diseños personalizados llamativos y de alta calidad. Estos se fabrican con diferentes materiales laminados de grado

alimentario (PE transparente, PET metalizado, aluminio, Kraft, etc.), producidos para soportar temperaturas extremas y altas presiones. Las combinaciones de kraft con aluminio o PE son interesantes porque le dan un aspecto más tradicional y ecológico conservando las características de cada producto o material (Conservatis, 2021).

Otros beneficios de estos envases es su bajo costo de compra y fácil manipulación para los operarios. El peso promedio por envase se de 115 g aprox. con un espesor de 0.12 mm a doble capa. Estos son envases livianos que facilitan su organización dentro de empaques secundarios y se pueden almacenar más producto en menos espacio además de menor esfuerzo físico. Asimismo, ofrecen ahorros significativos en los costos de distribución debido a su ligero que reduce el coste de combustible por camión (Emmerson Packaging, 2018).

En la actualidad, los doypacks para alimentos se caracterizan por son una opción ideal para mantener los productos frescos por más tiempo gracias a la alta variedad de propiedades de barrera. Las múltiples capas protectoras evitan que elementos externos como la humedad, el polvo, el oxígeno y la luz ultravioleta entren en el empaque y deterioren el producto (Emmerson Packaging, 2018). En las investigaciones de sobre vida útil de alimentos procesados y envasados en doypacks determinan que, durante 6 meses, los parámetros de calidad como textura, aroma o color no se ven afectados. En comparación con otros tipos de envases (cajas de kraft), los valores de a_w y el contenido de agua se ven afectados significativamente (Kocetkovs, 2021; Kuruçayli et al., 2017).

En base a búsqueda productos similares como arándanos deshidratados por liofilización u otras bayas con métodos de secado alternativos se recomienda que los

productos no tengan un contenido mayor de 100 gramos además que se encarecería el producto. Para esta presentación se exportará aguaymantos deshidratados en doypacks con un peso neto de 30 gramos con etiquetado y completamente cerrado. De acuerdo con información extraída de Berry Crispies (2021) y Organica Food (2022), quienes producen arandanos liofilizados, se espera cada empaque tenga de 25 a 35 unidades de aguaymantos secos.

Figura 39.

Aguaymanto Deshidratado por Microondas a Vacío



Fuente: Elaboración propia

La figura 39 se muestra el aguaymanto deshidratado por microondas en presentación a granel. Como se puede apreciar la reducción de tamaño es mínima y debido a la estructura final del producto, se necesita un doypack mediano para evitar posibles aplastamientos de las frutas deshidratadas.

Figura 40.

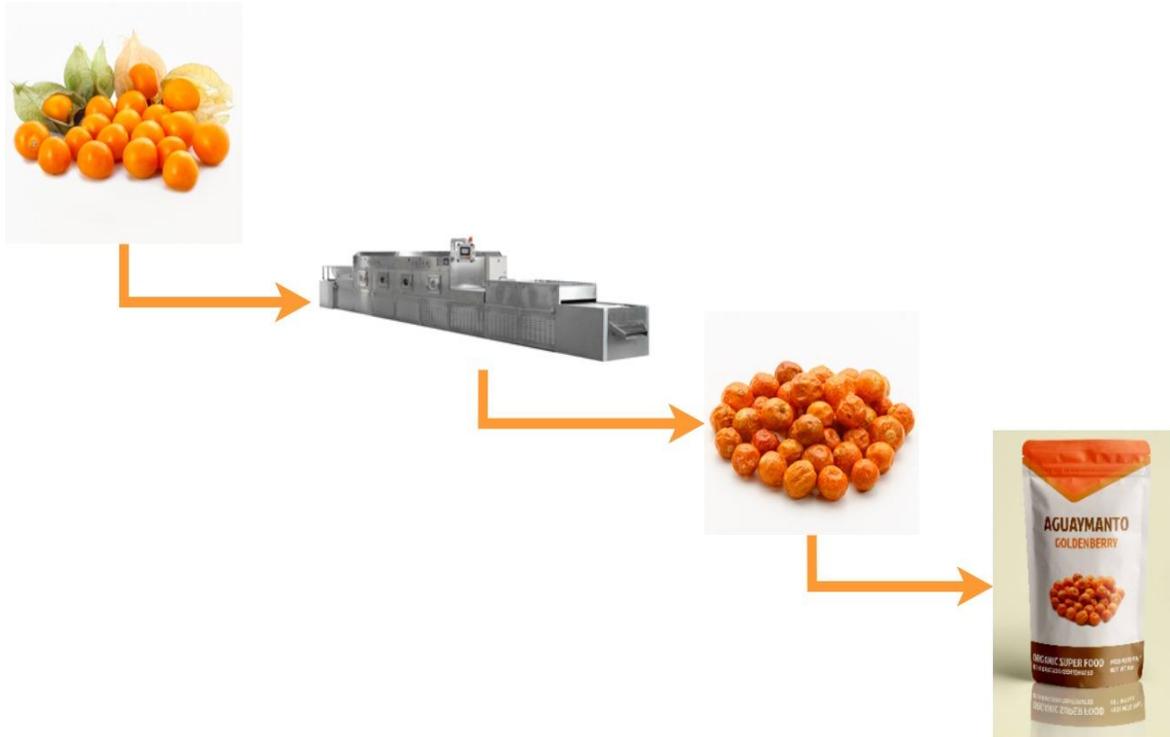
Prototipo de Envase Doypack para Aguaymanto Deshidratado



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los envases predeterminaron para doypacks, las dimensiones para esta presentación serán 3 cm x 15 cm x 22 cm. La figura 40 presenta el prototipo del producto a exportar. Se presenta la imagen del producto y los colores se escogieron en concordancia con la paleta de colores de la fruta en estado fresco. Asimismo, en el anexo 1 se presenta la ficha técnica del producto final.

La figura 41 se presenta un esquema resumen del proceso de producción para este proyecto. Se comienza con la fruta fresca y culmina con la presentación del aguaymanto seco envasado en doypacks.

Figura 41.*Resumen del Proceso de Producción*

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar las estimaciones de paletizado se utilizó el programa Quick Pallet Maker *versión 6.1.0*. La versión gratuita permitió distribuir los envases de aguaymanto deshidratado en un pallet americanos de 1.20 metros x 1.00 metro. Debido a la estructura delicada del aguaymanto deshidratado, los envases deben acomodarse de forma horizontal. El análisis se realizó mediante cajas de cartón corrugado con 5, 6 y 7 envases de aguaymanto con el fin de encontrar el paletizado más eficiente.

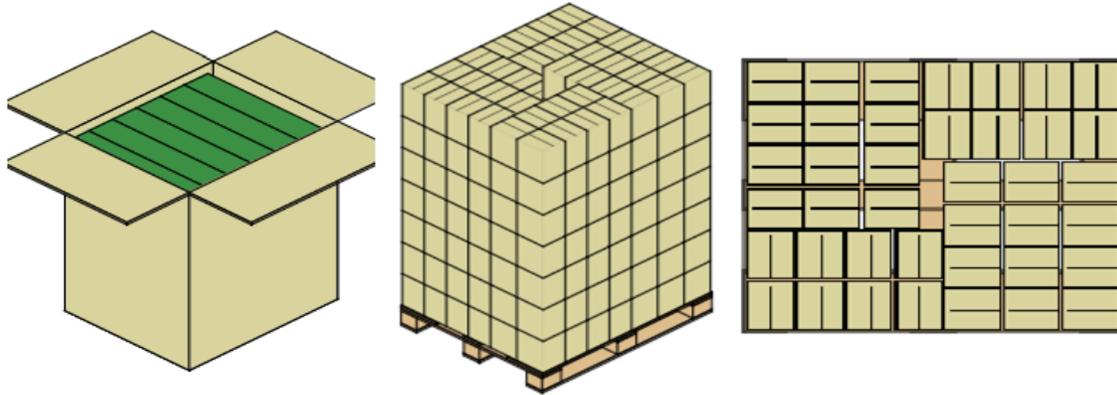
Figura 42.*Detalles del Empaque Primario, Cajas y Paletizado*

Quick Pallet Maker 6.1.0 - [Soluciones Disponibles - Sin Título 1]	
Archivo Editar Herramientas Vista Ventana Ayuda	
Inf. de Empaque Primario	3015220.053C9
Empaque Primario Longitud	3.00
Empaque Primario Ancho	15.00
Empaque Primario Altura	22.00
Empaque Primario Peso	0.05
Número de Paleta	0004
Información de las Cajas	box_3015220.053C9_01
EP / Caja	6
Longitud de caja int./externa	18.00/18.64
Ancho int./externo de la caja	15.00/15.64
Altura de caja int./externa	22.00/23.27
Peso de Caja llena	0.30
Inf. de Cajas en la Paleta	
Cajas/Long. de Paleta	5
Cajas por Ancho de Paleta	5
Cajas por Altura de Paleta	7
Cajas por Nivel	40
Total de Cajas por Paleta	280

Fuente: Elaboración propia. Extraído de Quick Pallet Maker.

La figura 42 detalla las dimensiones del envase doypack, que será el envase primario para los aguaymantos deshidratados, siendo 3 cm x 15 cm x 22 cm. Partiendo de estas condiciones se propuso determinar la cantidad ideal de doypacks en una caja de cartón corrugado, de modo que se obtenga la mayor eficiencia entre área y volumen en un pallet.

El software determinó que la cantidad ideal de doypacks por caja era de 6 unidades, teniendo una eficiencia de volumen del 89%. Asimismo, se determinó que para un pallet americano se puede ordenar hasta 40 cajas por nivel. Las dimensiones externas de las cajas serán de 18.44 cm x 15.64 cm x 23.27 cm.

Figura 43.*Paletizado de Aguaymanto Deshidratado*

Fuente: Elaboración propia. Extraído de Quick Pallet Maker

La organización de los doypacks y las cajas se puede apreciar en la figura 43. Por cada palet se podrá organizar 7 niveles con 40 cajas de cada uno, resultando en un total de 280 cajas por palet. Asimismo, las 280 cajas resultan en 1680 doypacks de aguaymanto deshidratado. Esto indicaría que el peso total por cada pallet organizado es de 50.4 kilos, estos pallets luego de ser organizados se proceden a almacenar o transportar al mercado final.

3. Requerimiento de mano de obra, máquinas y equipos

En este apartado se determinará la cantidad de operarios que serán necesarios en planta, así como los equipos y materiales que se adquirirán para la producción de aguaymanto deshidratado.

a. Requerimiento de maquinarias y equipos

En la tabla 19 se detallarán las maquinarias y equipos necesarios para el procesamiento de aguaymanto deshidratado. Se especificarán los costos y las características de cada uno.

Tabla 19.

Descripción de Maquinarias o Equipos

Maquinaria o equipo	Cantidad	Características
Jabas plásticas	20	Capacidad de 10 kg rectangular de polipropileno duro
Pallets	10	Pallets estándar (1.20 x 1.00 x 0.15 m)
Balanza industrial	3	Balanzas de 220V para pesajes iniciales
Balanza electrónica	4	Balanza de 5 kilos para envasado
Carretilla hidráulica	2	Vehículo para transportar jabas plásticas
Mesas de acero inoxidable	7	Mesas para trabajo manual
Máquina de lavado	1	Equipo de acero inoxidable
Deshidratador de microondas de vacío	1	Equipo de deshidratación de microondas para el aguaymanto

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallará las máquinas que requieren consumo energético para el procesamiento de aguaymanto deshidratado:

Máquina de lavado

- Capacidad: 600 a 800 kg/hora
- Dimensiones: 2.50 x 1.50 x 1.10
- Consumo energético: 3.7 kW
- Consumo de agua: 1.5 L/kg

Deshidratador de microondas

- Capacidad: 480 kg/hora
- Dimensiones: 11.00 x 1.20 x 2.20
- Consumo energético microondas: 300 kW
- Poder de la bomba de vacío: 10 kW

Estos datos serán necesario para determinar los costos variables que se tenderán en incorporar en el programa Superpro Designer versión 10 y se realizarán las evaluaciones económicas del proyecto.

b. Requerimiento de recurso humano

Luego de determinar los equipos necesarios para la producción del aguaymanto deshidratado, se procede a evaluar la cantidad de operarios requeridos. En la tabla 18 se clasificarán las actividades y el número de trabajadores.

Debido al tipo de procesamiento del aguaymanto, los operarios dentro de planta podrán cumplir diferentes actividades durante el día. En el caso de recepción, es necesario 2 operarios para confirmar el peso de materia prima y llevar las jabas al área de pelado. Finalizada esta operación podrán apoyar en el área de clasificado o deshidratación, esto dependerá del jefe de planta o encargado de área.

Tabla 20.

Requerimiento de Mano de Obra

Operaciones	Cantidad de operarios
Recepción	2*

Pelado	3
Lavado y desinfectado	2*
Clasificado 1	2*
Deshidratado	2
Clasificado 2	2*
Envasado	3
Almacenado	2

Fuente: Elaboración propia. * Operario rotantes

De esta manera, se puede concluir que serán necesario 6 operarios para que la planta pueda trabajar de manera eficiente y cumplir con las actividades de producción destinadas para el día a día.

c. Requerimiento de materiales e insumos

De acuerdo con el flujograma del proceso de producción, se procese a detallar los materiales e insumos que serán necesarios para la deshidratación de aguaymanto, Asimismo en la siguiente tabla se detallara las características, cantidad y condiciones de uso de cada uno.

Tabla 21.

Requerimiento de Materiales e Insumos

Materiales e insumos	Unidad	Cantidad	Características técnicas
Cajas de cartón corrugado	Caja (1000 unidades)	200	Envasado: envase secundario para almacenar los doypack
Plásticos de embalaje	Rollo	100	Envasado: Utilizado como última barrera para la paletización
Doy packs	Caja (100 unidades)	500	Envasado: envase primario para el aguaymanto deshidratado

Guantes para lavado	Caja (50 unidades)	20	Limpieza: Necesario para limpieza de las áreas de trabajo
Baldes	-	4	Limpieza: Necesario para limpieza de las áreas de trabajo
Escobas	-	4	Limpieza: Necesario para limpieza de las áreas de trabajo
Escobillas	-	5	Limpieza: Necesario para limpieza de jabas
Cinta adhesiva	Cajas (12 unidades)	30	Envasado: Necesario para asegurar las cajas de cartón corrugado
Etiquetera	-	1	Almacenado: necesario para etiquetar los pallets en los almacenes de MP o PT

Fuente: Elaboración propia.

4. Diseño y distribución de planta

La distribución de planta implica la disposición física de todos los espacios necesarios para el movimiento de materiales, el almacenamiento, los movimientos de trabajadores directos e indirectos y otras actividades auxiliares o servicios como control de calidad. La finalidad principal de la distribución de una planta es formar una unidad productiva en la cual el trabajo humano sea lo más productivo posible (Muther & Hales, 2015).

En este apartado se utilizará la metodología de Muther para organizar las áreas en base a las necesidades de cercanía o lejanía para minimizar las distancias en el proceso productivo. Posteriormente se realizará el análisis por el método de Guerchet para conocer al área necesaria para la producción de aguaymanto deshidratado. En la tabla 15 se mencionan las maquinarias estáticas y móviles necesarias para el análisis.

a. Análisis de proximidad

La distribución o layout permite establecer la disposición general de una planta, incluyendo actividades de proceso, operaciones, gestión y servicios de la planta (Sapag & Sapag, 2013).

El comienzo del análisis de proximidad se basa en la identificación de las actividades relacionadas con el layout:

1. Área de recepción de materia prima
2. Área de producción
3. Área de envasado
4. Almacén de materia prima
5. Almacén de producto terminado
6. Almacén de insumos y envases
7. Oficinas de producción
8. Oficinas administrativas
9. Servicios higiénicos y vestidores
10. Laboratorio de calidad
11. Almacén de materiales de limpieza
12. Comedor
13. Estacionamiento

Luego de determinar las áreas relacionadas a la planta, es necesario construir un diagrama relacional entre estos diferentes espacios. Por esta razón, se asigna un factor a cada combinación de áreas de acuerdo con la calificación de las actividades y razón para el grado de necesidad de cercanía (Muther, 1970).

Tabla 22.*Tabla de Valor de Proximidad*

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal
U	Sin importancia
X	No recomendable

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.*Razones para el Grado de Cercanía*

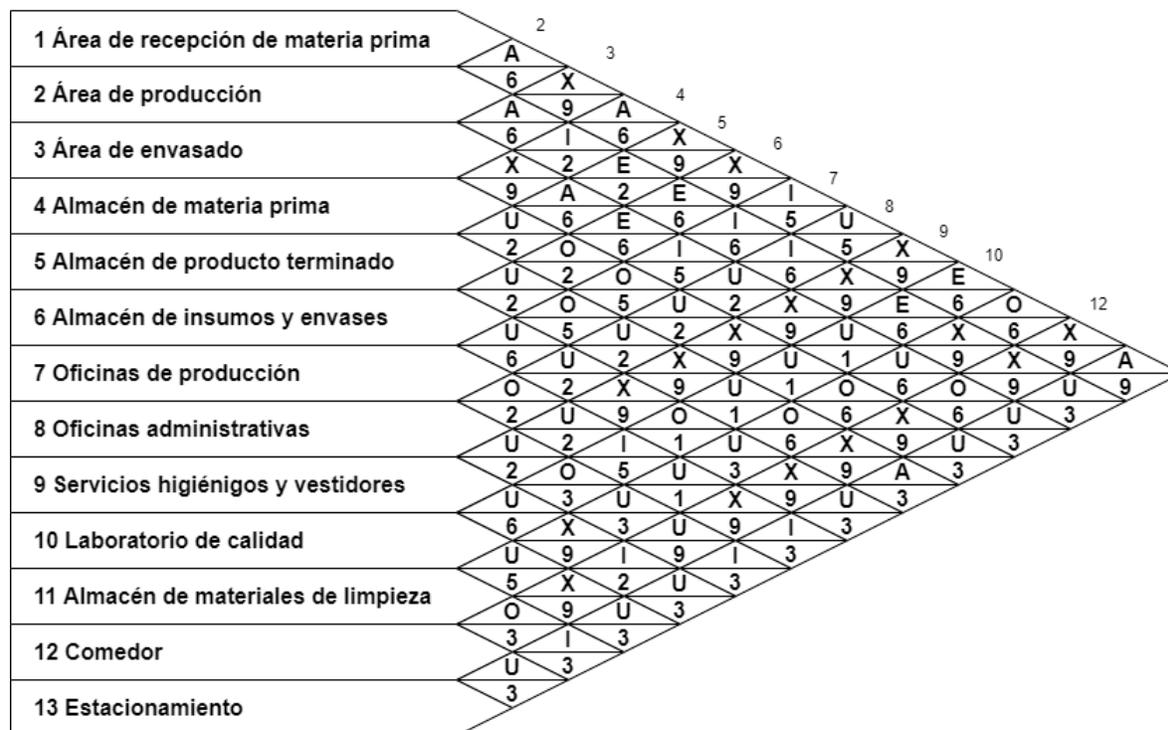
Código	Valor de proximidad
1	Uso de registros comunes
2	Compartir personal
3	Compartir espacio
4	Grado de contacto personal
5	Grado de contacto documentación
6	Secuencia del flujo de trabajo
7	Ejecutar trabajo similar
8	Uso del mismo equipo
9	Posible situaciones desagradables

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se construye el diagrama de interrelaciones. Esta grafica se organiza de manera diagonal y se registrará las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad.

Figura 44.

Diagrama de Interrelaciones de Muther para planta deshidratadora de aguaymanto



Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Muther (1970)

Luego de obtener el diagrama de interrelaciones es necesario evaluar el grado de vinculaciones entre las áreas. A continuación, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 24.

Grado De Vinculación Entre Áreas Operativas

Área de actividad	Grado de vinculación					
	A	E	I	O	U	X
1. Área de recepción de materia prima	2,4,14	10	7	11	8	3,5,6,9,12
2. Área de producción	1,3	5,6,10	4,7,8		13	9,11,12
3. Área de envasado	2,5	6	7	12	8,10,11,13	1,4,9

4. Almacén de materia prima	1	2	6,7,11	5,8,10,13	3,9,12
5. Almacén de producto terminado	3,13	2	7,11	4,6,8,10	1,9,12
6. Almacén de insumos y envases		2,3	4,10	5,7,8,11,13	1,9,12
7. Oficinas de producción		1,2,3,10,13	4,5,8	6,9,11	12
8. Oficinas administrativas		2,13	7,10	1,3,4,5,6,9,11	
9. Servicios higiénicos y vestidores		12		7,8,10,13	1,2,3,4,5,6,11
10. Laboratorio de calidad	1,2	7	6,8	3,4,5,9,11,13	12
11. Almacén de materiales de limpieza	3	13	1,4,5,12	6,7,8,10	2,9
12. Comedor		9	3,11	8,13	1,2,4,5,6,7,10
13. Estacionamiento	1,5	7,8,11		2,3,4,6,9,10,12	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 24 nos demuestra las relaciones de proximidad entre cada una de las 13 áreas de la planta deshidratadora de aguaymanto. A continuación, se procede a realizar la Relación de Cercanía Total (RCT) donde se determinará las áreas principales a considerar para la elaboración del layout de la planta. Para realizar la valoración de cada área, se tomará en cuenta la siguiente calificación:

- A = 6
- E = 5
- I = 4
- O = 3
- U = 2
- X = 1

Figura 45.*Relación de Cercanías para planta deshidratadora de aguaymanto*

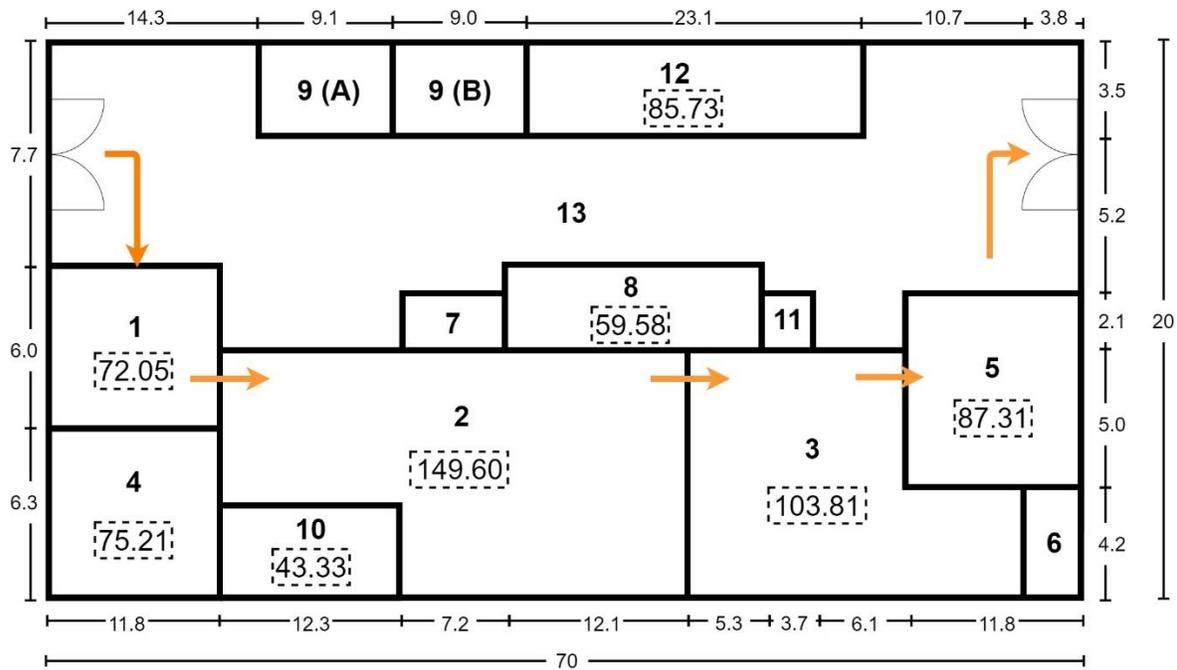
Áreas	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	RCT
1.		6	1	6	1	1	4	2	1	5	3	1	6	37
2.	6		6	4	5	5	4	4	1	5	1	1	2	44
3.	1	6		1	6	5	4	2	1	2	1	3	2	34
4.	6	4	1		2	3	3	2	1	2	3	1	2	30
5.	1	5	6	2		2	3	2	1	2	3	1	6	34
6.	1	5	5	3	2		2	2	1	3	2	1	2	29
7.	4	4	4	3	3	2		3	2	4	2	1	4	36
8.	2	4	2	2	2	2	3		2	3	2	2	4	30
9.	1	1	1	1	1	1	2	2		2	1	4	2	19
10.	5	5	2	2	2	3	4	3	2		2	1	2	33
11.	3	1	1	3	3	2	2	2	1	2		3	4	27
12.	1	1	3	1	1	1	1	2	4	1	3		2	21
13.	6	2	2	2	6	2	4	4	2	2	4	2		38

Fuente: Elaboración propia.

De la figura anterior se puede determinar que las áreas principales para realizar el layout de la planta son: Área de producción (2) Estacionamiento (13) y Área de recepción de materia prima (1). De esta manera, se elaboró el layout con las consideraciones previas para cada área.

Figura 46.

Layout para Planta Deshidratadora de Aguaymanto



Fuente: Elaboración propia

La distribución de áreas ha permitido distribuir los espacios de trabajo en una sola planta, de esta manera se ha buscado reducir riesgos de contaminación, así como aumentar la productividad del trabajo diario. En la figura 45 se presenta el bosquejo de la planta y la métrica correspondiente. La dimensión total de la planta deshidratadora de aguaymanto será de 1400 m² y las instalaciones serán compradas en el distrito de Comas, donde el precio por metro cuadrado es de US\$ 160, de esta el costo de terreno será una inversión de US\$ 226,000.

b. Requerimiento de áreas por ambiente

El área total de la planta deshidratadora será de 1400 m², en este apartado se calcularán los requerimientos de cada área. El método de Guerchet será utilizado, el cual se

basa en el dimensionamiento de las áreas mediante la solución de tres ecuaciones que interrelacionan el equipamiento, su operación y el área extra para la circulación y movimiento de los operarios (Muther & Hales, 2015).

Los cálculos detallados por ambientes se encuentran en el anexo 2. Asimismo, se presenta un cuadro resumen de las áreas por ambiente:

Tabla 25.

Resumen de las Áreas de la Planta Deshidratadora

Ambientes	Denominación	Área (m ²)
Recepción materia prima	1	72.05
Área de proceso	2	149.60
Área de envasado y paletizado	3	103.81
Almacén de materia prima	4	75.21
Almacén de producto terminado	5	87.31
Almacén de insumos y envases	6	14.51
Oficinas de producción	7	15.07
Oficinas administrativa	8	59.58
SSHH y vestuarios	9	64.67
Laboratorio de control de calidad	10	43.33
Almacén de materiales de limpieza	11	7.89
Comedor	12	85.73
Estacionamiento	13	550.55
Total		1,329.31

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 25 indica que la superficie necesaria para el proyecto es de 1,329.31 m², esta estimación incluye el 10% extra de m² en cada ambiente como medida de seguridad. Asimismo, se concluye que el área necesaria para el proyecto será de 1,400 m².

Organización y gestión.

En este apartado se determinará la estructura organizacional y se detallará los requerimientos para las funciones y perfiles personal. De la misma manera, se detallará los aspectos legales necesarios para comenzar las actividades como empresa exportadora.

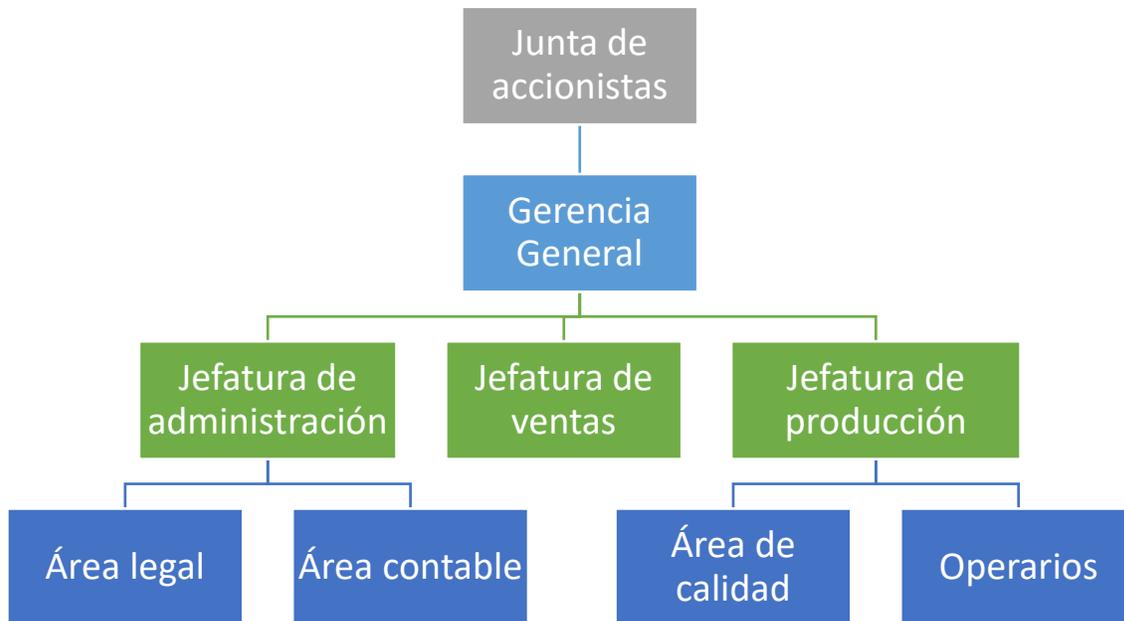
Estructura de la organización

Para establecer una empresa es necesario conocer al equipo de trabajo y sus respectivas funciones dentro de la organización. A continuación, se detallará el organigrama, los puestos y las funciones se deben desarrollar en cada puesto de trabajo.

1. Aspecto organizacional

a. Organigrama

En este punto se esquematizará el organigrama de la empresa, esta representación permite visualizar la estructura organizacional y determinar la cadena de mando que la empresa mantendrá para la toma de decisiones.

Figura 47.*Organigrama de la Empresa*

Fuente: Elaboración propia.

La empresa es constituirá mediante una junta de acreedores quienes serán los financistas de la organización y designaran a un gerente general que representaran a estos. Se establecerán 3 jefaturas debajo de la gerencia para distribuir las funciones dentro de planta.

b. Descripción de puestos

A continuación, se describirán los puestos de trabajo en la organización, esto se refiere a la funciones y responsabilidades a ejecutar en la empresa. La siguiente figura estará distribuida correspondiente al área de trabajo:

Tabla 26.*Descripción de Puestos*

Áreas	Personal	Descripción
Gerencia	Gerente general	Responsable de la dirección y planificación del crecimiento de la empresa en corto y largo plazo. Supervisor y evaluador directo de las jefaturas de la empresa.
	Secretario general	Asistir directamente al gerente general y gestionar las actividades con las jefaturas de la planta.
Jefatura de producción	Jefe de planta	Responsable de planificar, organizar, y controlar la producción. Coordinador de operarios y trabajo con el área de calidad.
	Asistente de calidad	Responsable de cumplir con los estándares de calidad y reglas sanitarias dentro de la planta procesadora.
	Operarios	Encargados de las actividades operativas dentro de la planta procesadora.
Jefatura de ventas	Jefe de ventas	Responsable de las negociaciones con el bróker. Encargado de contactar y negociar con proveedores. Asistir al jefe de ventas en la planificación y organización de los acuerdos comerciales con los proveedores y distribuidores.
	Asistente comercial	Encargado de las estrategias de promoción de la producción y responsables de las redes sociales de la empresa.
	Asistente de marketing	Encargado de las estrategias de promoción de la producción y responsables de las redes sociales de la empresa.
Jefatura de administración	Administrador general	Responsable de la administración de recursos humanos y coordinación de las compras de materias de las diferentes áreas de la empresa.
	Asistente de contabilidad	Administrar los recursos económicos financieros de la empresa.
	Asistente legal	Responsable de la documentación legal de la empresa.
	Asistente de sistemas	Responsable otorgar asistencia de sistemas a las diferentes áreas de la organización.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 26, son 12 puestos de trabajo dentro de la organización sin incluir a los operarios. De acuerdo con los cálculos anteriores se necesitarán 6 operarios, de esta manera serán 18 personas que se tiene proyectado laborarán dentro la empresa.

c. Remuneraciones

De acuerdo con las funciones y perfiles de cada puesto de trabajo se procede a elaborar la tabla de remuneraciones para los trabajadores.

Tabla 27.

Remuneraciones del Personal de Trabajo

Personal	Cantidad	Remuneración básica
Gerente general	1	7,000.00
Secretario general	1	3,000.00
Jefe de planta	1	4,000.00
Asistente de calidad	1	2,000.00
Operarios	6	1,000.00
Jefe de ventas	1	4,000.00
Asistente comercial	1	2,000.00
Asistente de marketing	1	2,000.00
Administrador general	1	4,000.00
Asistente de contabilidad	1	1,500.00
Asistente legal	1	1,500.00
Asistente de sistemas	1	1,500.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla superior presenta el presupuesto designado para los salarios del personal. Asimismo, este resumen servirá para la propuesta económica desarrollada en los apartados siguientes.

2. Servicio de terceros

Dentro de los puestos de trabajo mencionado anteriormente hay servicios que necesitan ser subcontratados. Para la empresa resulta más económico contratar servicios de terceros debido a que son especializados en sus actividades

a. Limpieza

El servicio de limpieza está enfocado a las áreas fuera de la nave de producción. Las oficinas administrativas, comedores y servicios higiénicos. Los servicios de limpieza deberán ser contratados para que puedan laborar 1 vez al día y no interrumpa las actividades de la empresa. Es necesario que la empresa contratante tenga un enfoque de limpieza agroalimentaria para evitar posible contaminación cruzada. Dentro de la zona de producción, los mismos operarios deberán de limpiar al finalizar la jornada laboral y los encargados de inspeccionar ser el área de calidad.

b. Logística

El servicio de transporte será subcontratado por la empresa, es necesario que un camión de carga ingrese a las instalaciones para que puedan llegar los pallets de aguaymanto deshidratado hasta el puerto. Llegado a este punto el agente comercial será el encargado del embarque de la mercadería para el mercado alemán.

c. Agente comercial

El agente comercial o bróker será el encargado de intermediar el comercio con los establecimientos en Alemania. De esta manera, deberá ser contratado con el fin de facilitar las transacciones comerciales, cerrar contratos y validar precios y comisiones.

d. Vigilancia

De la igual manera, se necesitará subcontratará a una empresa encargada de la vigilancia de la planta productora. De la misma manera será necesario contratar el servicio de cámaras de vigilancia para evitar posibles robos o invasión a la propiedad privada. En la actualidad estas empresas están diversificadas y especializadas hacia plantas de producción.

Calendario.

A continuación, se detallará la programación de actividades que están previstas para el logro de metas de la propuesta productiva. En la tabla 28 se describe las actividades principales y el tiempo esperado para cada diligencia para el primer año del proyecto.

Tabla 28.

Actividades y Fases para el Primero Año del Proyecto.

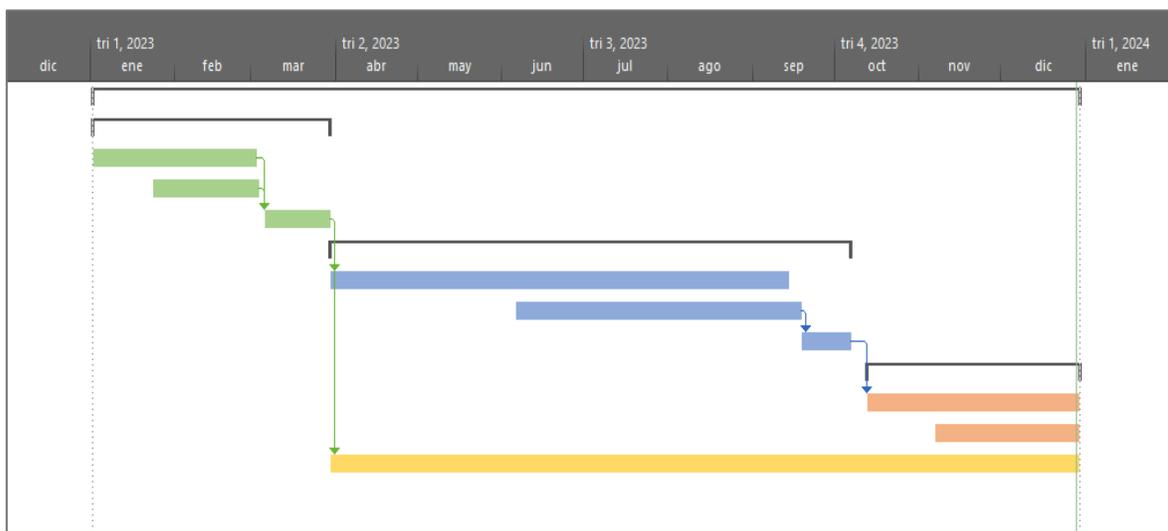
Nombre de tarea	Duración
Proyecto	260 días
Fase 1	63 días
Elaboración de expediente.	44 días
Tramitación de licencias.	29 días
Evaluación del expediente técnico.	18 días
Fase 2	137 días
Construcción de la planta.	120 días
Adquisición de equipos y materiales.	75 días
Producción piloto.	14 días
Fase 3	56 días
Producción.	56 días
Comercialización.	39 días
Seguimiento y Monitoreo	197 días

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior especifica un total de 260 días laborables para el primer año del proyecto. Se proyecta el diagrama de Gantt comenzando el 04/01/2023 y culminando el 29/12/2023, es importante mencionar que también se están tomando en cuenta los días no laborables durante el 2023.

Figura 48.

Diagrama de Gantt para el Primero Año del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 47 se extrajo de MS Project y se observa la fase 1 de color verde ■, la fase 2 de color azul ■, la fase 3 de color naranja ■ y Seguimiento y Monitoreo de color amarillo ■. Para mayor detalle de las fechas de inicio y fin, se puede verificar en el anexo 3 al final del documento.

Esquematización del proyecto por software.

Como se mencionó, en esta investigación se utilizará el programa Superpro Designer para obtener el rendimiento de la producción y el estudio financiero enfocado al

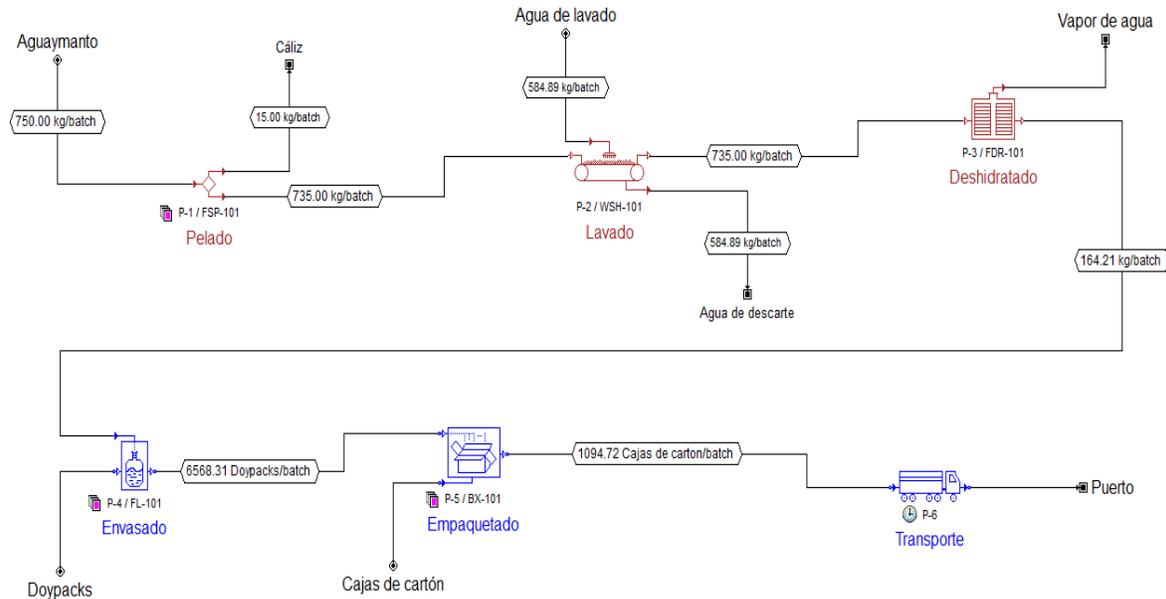
procesamiento de aguaymanto. En este apartado se presentará el flujo de proceso y se detallará las actividades y equipos que se utilizaron para realizar los análisis

Flujo de proceso en Superpro Designer

La planta operará en un solo turno diario de 8 horas por 317 días. Diariamente se procesará 750 kilos de aguaymanto fresco (750 kg/batch) y se producirá aproximadamente 6,580 doypacks siendo empacadas en 1090 cajas de cartón corrugado. El diagrama de flujo consta de 2 secciones: Producción y Envasado. Los iconos de operación unitaria de aguaymanto en fresco y aguaymanto procesado se muestran de color guinda y azul, respectivamente. Para el desarrollo del proceso de producción se tomaron en cuenta 6 operaciones que se consideraron principales, en la figura 48 se puede esquematizar el flujo que seguirá el aguaymanto para ser deshidratado. Entre estos procesos están:

- Pelado
- Lavado
- Deshidratado
- Envasado
- Empaquetado
- Transporte

El motivo de la inclusión de estas operaciones es su relación directa con los costos de producción del aguaymanto deshidratados. Mediante el software, se podrá calcular de manera exacta la cantidad de operadores necesarios para la planta, los costos y capacidades de los equipos, así como el consumo energético de la producción total. Además, con los datos proporcionados el programa podrá calcular de manera eficiente proyección financiera del proyecto.

Figura 49.*Flujograma de Proceso por Superpro Designer*

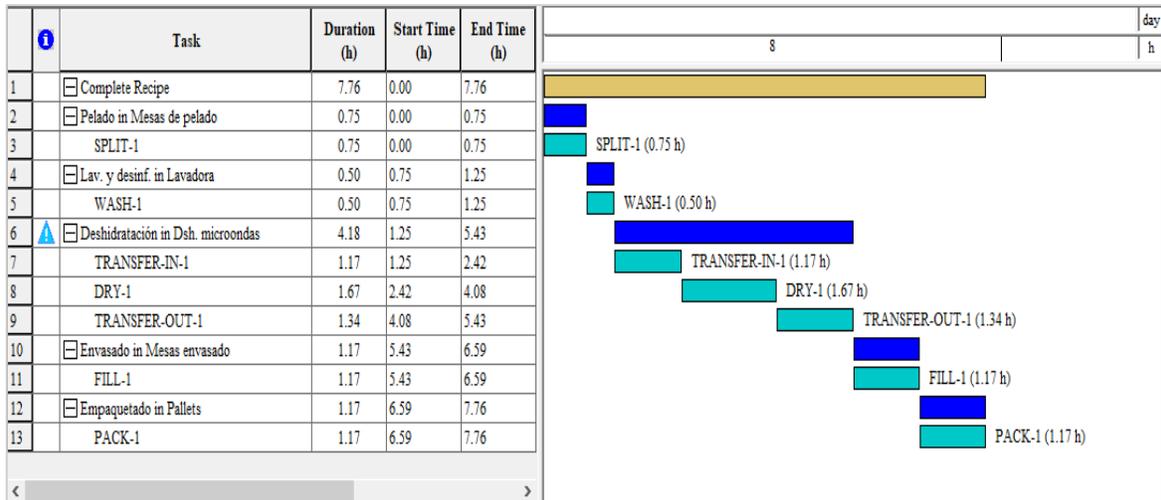
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura de encima, la carga diaria de aguaymanto fresco será de 750 kg. El flujo prosigue con el pelado (retirado de cáliz) en mesas de acero inoxidable y se estima que el 2% del peso total sea descartado. Con el aguaymanto pelado y colocado en jabas, los operarios procederán al lavado y desinfectado en una lavadora industrial de capacidad total de 800 kg/h. Se tomará unos minutos para que el agua de lavado pueda escurrirse del aguaymanto y se continua con el secado en el deshidratador de microondas a vacío con capacidad de deshidratación de 480 kg /h. Posteriormente, la fruta seca es llevada a las mesas de acero inoxidable para envasar en los empaques de doypack y ser sellados. Asimismo, se consolidan los doypack en las cajas de cartón corrugado y ordenan en pallets para su posterior transporte hacia el puerto.

A continuación, se presenta el cronograma de actividades para la producción de aguaymanto deshidratado por microondas.

Figura 50.

Diagrama de Gantt de aguaymanto deshidratado por Superpro Designer



Fuente: Elaboración propia.

La jornada laboral dura aproximadamente 7 horas y en la figura 50 se detalla la duración de cada operación. En la deshidratación por microondas se subdivide en 3 pasos que son el secado en sí mismo, TRANSFER IN y TRANSFER OUT. El primero abarca el tiempo de secado al aire libre de los aguaymantos y el tiempo necesario para colocar los mismos en el deshidratador. Por otro lado, TRANSFER OUT se refiere al tiempo de descarga de bandejas de aguaymanto secos y el tiempo necesario para que el producto seco alcance la temperatura del ambiente (23°C) de modo que pueda ser envasado.

Balance de equipos y mano obra

En la tabla 29 se presenta el resumen del equipamiento necesario para la producción de aguaymanto deshidratado. Además, se detalla la capacidad de cada equipo, así como la cantidad de unidades necesarias.

Tabla 29.

Reporte de equipos por Superpro Designer

Detalle	Proceso	Unidades	Capacidad		Costo (\$/Un.)
Mesas de pelado	Pelado	4	350	Kg	2,000
Lavadora industrial	Lavado	1	800	Kg/h	12,000
Deshid. Microondas	Deshidratado	1	480	Kg/h	70,000
Mesas de envasado	Envasado	3	350	Kg	2,000
Faja transportadora	Envasado	2	100	Kg/m	3,000
Selladores	Envasado	3	7.94	Un/h	1,000
Pallets	Empaquetado	12	1.84	Un	100

Fuente: Elaboración propia.

Como se especificó anteriormente, serán necesarios 6 operarios para la producción de aguaymanto deshidratado, en la figura 47 se detalla la distribución de actividades durante la jornada laboral. Los colaboradores se repartirán en las distintas operaciones con el fin de mejorar la eficiencia laboral. Se ha diseñado cuidadosamente para cada evitar conflictos en falta de mano de obra.

Figura 51.

Reporte de Operarios por Actividad por Superpro Designer

Labor Type	Start (h)	End (h)	Labor (labor-hr/b...)	Jsage (%)
Operator	0.00	6.59	2.57	
Main Section	0.00	6.59	2.57	100.0
Pelado	0.00	0.75	0.63	24.5
Deshidratación	1.25	2.42	0.97	37.7
Envasado	5.43	6.59	0.97	37.7
Operator 2	0.00	6.59	2.57	
Main Section	0.00	6.59	2.57	100.0
Pelado	0.00	0.75	0.63	24.5
Deshidratación	1.25	2.42	0.97	37.7
Envasado	5.43	6.59	0.97	37.7
Operator 3	0.00	7.76	1.60	
Main Section	0.00	7.76	1.60	100.0
Pelado	0.00	0.75	0.63	39.4
Empaquetado	6.59	7.76	0.97	60.6
Operator 4	0.75	7.76	2.51	
Main Section	0.75	7.76	2.51	100.0
Lav. y desinf.	0.75	1.25	0.42	16.7
Deshidratación	4.08	5.43	1.12	44.6
Empaquetado	6.59	7.76	0.97	38.6
Operator 5	0.75	6.59	2.51	
Main Section	0.75	6.59	2.51	100.0
Lav. y desinf.	0.75	1.25	0.42	16.7
Deshidratación	4.08	5.43	1.12	44.6
Envasado	5.43	6.59	0.97	38.6
FILL-1	5.43	6.59	0.97	38.6
Operator 6	2.42	7.76	2.36	
Main Section	2.42	7.76	2.36	100.0
Deshidratación	2.42	4.08	1.39	58.9
Empaquetado	6.59	7.76	0.97	41.1

Fuente: Extraído de Superpro Designer.

Evaluación económica

En este apartado se muestran los principales resultados del análisis de costos para todo el proceso de producción de aguaymanto deshidratado. La siguiente tabla proporciona una descripción general del impacto económico total de la planta, incluyendo la inversión de capital total, los ingresos anuales y la tasa de rendimiento. La información fue recopilada del informe de evaluación económica del SuperPro Designer

Tabla 30.*Resumen ejecutivo por Superpro Designer*

Detalle	Año 1	
Inversión de capital total	3,524,000	\$
Inversión de capital cargada a este proyecto	3,524,000	\$
Costo Operacional	5,453,000	\$/año
Ingresos totales	7,718,000	\$/año
Tamaño de Lote	1,094.72	Unidad
Costo Base Tasa Anual	308,710	Un/año
Costo de producción unitario	17.66	\$/Un
Costo de producción unitario neto	17.66	\$/Un
Ingresos por producción unitaria	25.00	\$/Un
Margen bruto	29.35	%
Retorno de la inversión	44.68	%
Tiempo de retribución	2.24	Años
TIR (después de impuestos)	41.33	%
VAN (al 7,0% de interés)	8,573,000	\$

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, la inversión de capital total asciende a los 3.5 millones de dólares para establecer una planta procesadora de aguaymanto deshidratado. Asimismo, el programa estima que la recuperación del dinero invertido será de 2.2 años y el ROI se estima en un 44.7%. Además, el indicado económico TIR es de 41.33 y el VAN supera los 8.5 millones de dólares. Los ingresos totales se estiman en 7.718 millones de dólares con lotes diarios de 1094 cajas de cartón corrugado, el precio de venta es de 25 dólares cada una. El costo de producción por unidad es de 17.66 dólares que más adelante se detallará como está constituido.

En la tabla 31 se muestra la estimación del capital fijo de inversión, se detalla el precio de compra del terreno de 1400 m² en Comas y los montos relacionados a la instalación total del proyecto. Además, el programa estima los costos del contratista, así como el costo de construcción.

Tabla 31.

Resumen de Estimación del Capital Fijo

Detalle	Monto
Costos Directos Totales de la Planta	
Edificación	226,000 \$
Costo de compra de equipos	217,000 \$
Instalación	99,000 \$
Proceso de tuberías	141,000 \$
Instrumentación	152,000 \$
Aislación	26,000 \$
Electricidad	65,000 \$
Mejoramiento del patio	76,000 \$
Instalaciones auxiliares	130,000 \$
Costos Indirectos de la planta	
Ingeniería	345,000 \$
Construcción	467,000 \$
Tarifa de contratista	115,000 \$
Contingencia	231,000 \$
Total	2,269,000 \$

Fuente: Elaboración propia

La tabla 32 se muestra un resumen del costo operacional anual y la destrucción de acuerdo con el batch y producto terminado. Asimismo, en la figura 47 se detalla en

porcentajes el costo operacional, los servicios públicos aportan el 45 % del costo operativo total, seguido por los de los costos de materia prima (37.8 %), transporte (10.4 %) y la mano de obra (7.6 %). El software especifica que los costos de los servicios públicos se basan en el tipo de agente de transferencia de calor utilizado y los requisitos de calefacción/refrigeración. Para este trabajo, la fuente energética es la electricidad, siendo principalmente utilizada en la deshidratación y empaquetado, y también se utilizó agua potable para el procedimiento de lavado.

Tabla 32.

Resumen de costo operacional por Superpro Designer

Detalle	Dólares/año	Dólares/batch	Dólares/Un
Materia prima	1,949,990	6,915	6.32
Mano de obra	414,457	1,470	1.34
Instalaciones	32,362	115	0.10
Laboratorio	18,770	67	0.06
Consumibles	13,431	48	0.04
Servicios públicos	2,451,660	8,694	7.94
Transporte	568,027	2,014	1.84
Misceláneos	4,097	15	0.01
Costo operacional total	5,452,794	19,336	17.66

Fuente: Elaboración propia

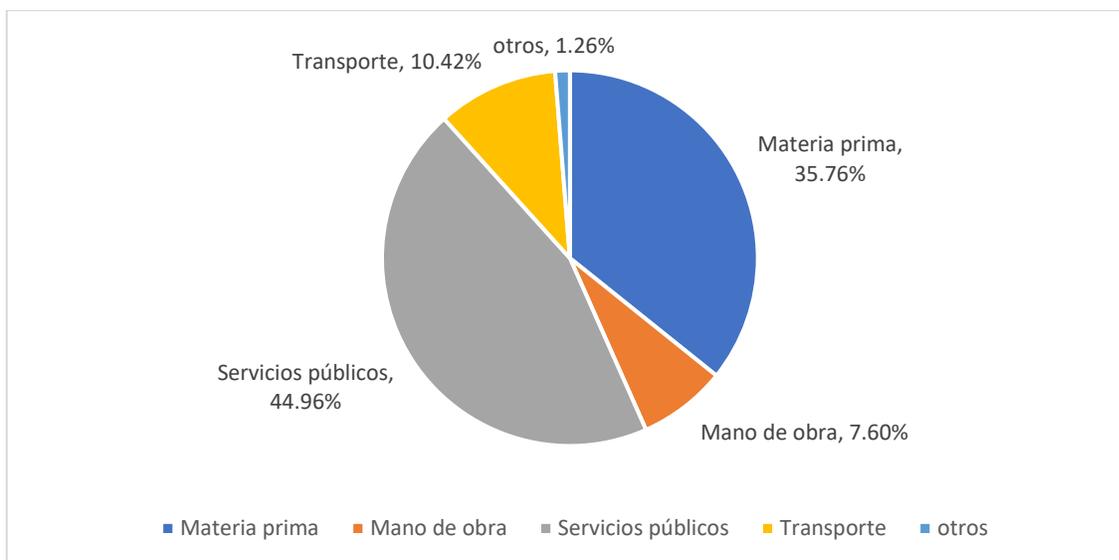
En la misma tabla se mencionan los costos dependientes de la instalación que representa la depreciación, el mantenimiento y los gastos varios como accesorios.

Asimismo, los costos de mano de obra se basaron en la suma de los requisitos de mano de

obra para cada procedimiento unitario multiplicado por una tarifa laboral fija (que se basó en una tarifa laboral básica, más ajustes por beneficios marginales, administración, etc.).

Figura 52.

Costo Operacional representado en Porcentaje



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 33 muestra la distribución del costo de la materia prima para este proceso. Además, se identifica los costos por material discreto para la producción de aguaymanto deshidratada. Esta tabla fue extraída del Informe de Evaluación Económica proporcionada por el programa.

Tabla 33.

Resumen de Costo de Materiales por Superpro Designer

Detalle	Costo Unit. (\$)	Monto Anual (\$)	Costo Anual (\$)	%
Material a granel				
Aguaymanto	3.00	211,500 Kg	634,500	32.54

Agua	2.00	410,777	L	821,554	42.13
Material discreto					
Doypack	0.20	1,852,262	Un.	370,452	19.00
Cajas de cartón	0.40	308,710	Un.	123,484	6.33
Total				1,949,990	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede determinar que el agua y aguaymanto contribuyen con alrededor del 75 % del costo total. Estos son seguidos por los empaques primarios (19 %) y secundarios (6.33 %).

Estudio de sensibilidad

Se evaluaron diferentes escenarios para determinar la sensibilidad del proyecto durante los 10 años de operación. Mediante el software se simularon 4 eventos y se evaluaron el costo de producción, el margen bruto, ROI, VAN, TIR y el tiempo de retribución del proyecto (Payback Time). Estos eventos consisten en: (1) Escenario normal, (2) Incremento del precio de aguaymanto al doble, (3) incremento de la tarifa de la luz al doble, (4) Reducción del costo de compra del terreno a la mitad e (5) incremento de la oferta de aguaymanto. Como se observa en la tabla 33, el costo de producción osciló entre US\$ 17.03 y US\$ 25.59 por unidad.

Tabla 34.

Resumen de Evaluación de Escenarios

Escenario	Condición	Costo de prod. (\$/un)	Margen bruto (%)	PBT (años)	ROI (%)	IRR (%)	VAN al 7 %
1	Normal	17.66	29.35	4.24	44.68	41.33	8,572,749

2	Incremento precio de aguaymanto	19.72	21.13	5.00	33.34	31.80	5,813,102
3	Incremento del costo de luz	25.59	-2.37	-	0.87	-	-
4	Reducción de costo de planta	17.03	36.87	3.31	66.22	63.20	9,729,628
5	Incremento de oferta de aguaymanto	17.42	33.30	3.95	51.23	46.64	11,144,574

Fuente: Elaboración propia

La simulación también se consideró el incremento de la oferta de aguaymanto siendo un evento más factible debido a las nuevas tendencias de cosecha de bayas en Perú. En este caso, el costo de producción se reduce a US\$ 17.43 y en el PBT, de igual manera, a 1.95. El ingreso de materia prima pasa de 750 kilos por día a 1500 kilos y se puede destacar que el VAN incrementa en un 30% en comparación con un escenario normal.

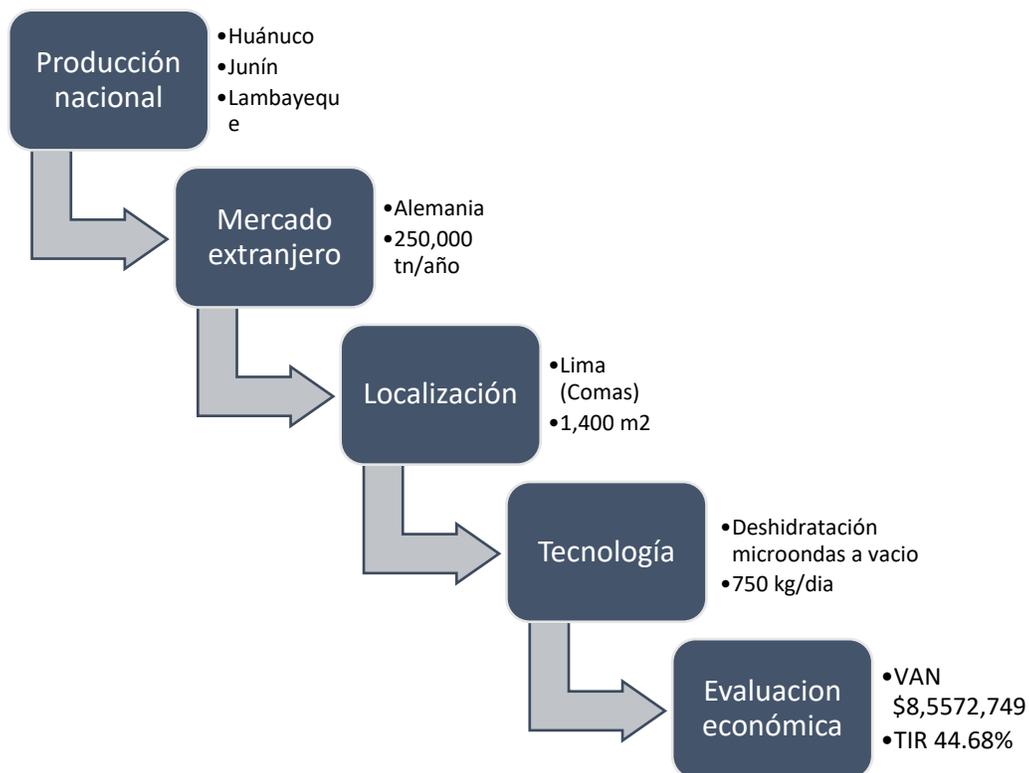
VII. Resultados y Discusión

Presentación de resultados.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos de la investigación para determinar la viabilidad económica y tecnología de una planta procesadora de aguaymanto deshidratado.

Figura 53.

Presentación de resultados



En la figura 52 se detalla de manera resumida los resultados obtenidos en la investigación. Cabe mencionar que el apartado de producción nacional se encuentra en el marco teórico de la investigación. Sin embargo, se presentan como símbolo de presentación de las principales zonas de producción en el país.

Discusiones.

El proyecto parte del estudio de mercado sobre el aguaymanto en fresco y deshidratado como sugiere el Ministerio de Economía y Finanzas en su publicación *“Pauta metodológica para la elaboración de Planes de Negocio de aguaymanto en el marco de la Ley PROCOMPITE”* (2016). Se tomó como referencia el código arancelario de aguaymanto deshidratado que se encuentra incluido en el aparatado “0813400000”. Se encontró una oferta disponible de 3.2 toneladas de fruta deshidratada por parte de Perú hasta el 2020 (SIICEX, n.d.).

Se determinó que uno de los principales mercados a exportar era Alemania debido a su alto consumo de frutos secos (PRO ECUADOR, 2019). Se tomó como base la importación de frutos deshidratados para calcular la demanda y de esta manera obtener la brecha comercial. Se determinó que en Latinoamérica los principales competidores son Colombia y Ecuador (PRO ECUADOR, 2019; PROCOLOMBIA, 2021). Asimismo, los cálculos indican que la región solo satisfará un 2% del mercado alemán en los próximos 5 años (2023-2027).

Después de determinar el tamaño del mercado, se continuó con la evaluación técnica. Se inició con el dimensionamiento y ubicación de la planta deshidratadora. Los cálculos previos determinaron que la planta debería de procesar 750 kilos por día siendo 246 TN/año. Se estima que el proyecto crezca en un promedio de 10% anual con respecto a la demanda de aguaymanto hasta el 2032, donde la planta alcanzara su capacidad máxima (500 TN/año).

La macro y micro localización de la planta se determinó por el método de factores ponderados, siendo la opción más adecuada fue Lima y el distrito de Comas. Este último obtuvo un puntaje de 3.4 superior a Lurín y Ate, donde los factores más determinantes fueron el gasto por servicios públicos y la disponibilidad y costo de terreno (Equilibrium Business Development Consultancy, 2021). La opción de Lima fue superior por las tarifas de suministros, tanto agua como luz (US\$7.15/kWh), siendo de gran importancia para este proyecto (Ministerio de Energía y Minas, 2018; SEDAPAL S.A., 2021).

La tecnología de deshidratación también se evaluó y se concluyó que el secado por microondas a vacío la opción más idónea. Este método destacó por su alta valoración nutricional, calidad sensorial, tiempo de secado y consumo energético (Ando et al., 2019; Asioli et al., 2019; Staniszewska et al., 2020). Adicionalmente, se utilizó información de la empresa NXTDRIED (2020) y su presentación en la Universidad San Ignacio de Loyola realizada el 2021. Se continuó por determinar el proceso de producción y constará de 8 etapas: recepción, pelado, lavado y desinfectado, clasificado 1, deshidratado, clasificado 2, envasado y almacenado hasta su distribución. Cabe mencionar que se contará este proyecto inicialmente contará con 6 operarios y a un solo turno de 8 horas diarias.

Además, se determinó que el producto final serán envases de doypack de 30 g y serán almacenados en cajas de cartón corrugado con 6 unidades cada una. Entre las ventajas se mencionan las barreras de protección al producto contra los efectos externos (Emmerson Packaging, 2018). El peso final y el embalaje se comparó de empresas similares como Alovitox, Nativas y Sun Food (Amazon, 2021; Nature's Heart, 2020). La distribución optimizada de las cajas se desarrolló mediante el programa Quick Pallet Maker y se determinó que serán paletizadas en 7 niveles con 40 cajas por nivel siendo un total de 1,090

doypacks por pallet. Cada caja de aguaymanto deshidratado será vendida a precio FOB de \$25. Para la estimación de precio se calculó en base al costo de producción, el precio de competidores directos y registros aduaneros de aguaymanto deshidratado.

El diseño de la planta la planta deshidratadora de aguaymanto se realizó bajo la metodología de Murther y se establecieron 14 áreas de trabajo. Las instalaciones contemplan la nave de producción, las oficinas administrativas y un patio de maniobras para el ingreso de camiones con fruta fresca y camiones para la distribución final del producto. De acuerdo con los cálculos se requieren 1400 m² y se espera realizar una inversión de \$ 226,000 aproximadamente.

La evaluación económica se realizó mediante el programa Superpro Designer donde se logró proyectar de manera exacta el proceso de producción. De este modo se buscó que el análisis de inversión en activos tangibles e intangibles, capital de trabajo, costos de materia prima, envases, mano de obra, gastos administrativos y ventas sea el más exacto. El proyecto tuvo un VAN económico de \$ 8,573,000 y margen bruto de 29.33 %. Similar a la investigación de Best et al. (2021), se realizó una simulación de escenarios para determinar la sensibilidad del proyecto. Mediante el software se demostró que el costo de electricidad fue el factor que más impacto tuvo en el costo de producción.

Como se observa 28, al incrementar la tarifa de la luz al doble, los indicadores económicos resultan negativos y demostrarían que el proyecto trabajaría a pérdida. Esto significó un margen bruto en el primer año de -2.3% y un Payback Time (PBT) indeterminado. Esta situación ocurre porque el proceso de deshidratación por microondas requiere de una gran cantidad de energía eléctrica. Por tal motivo, el costo de este servicio

público fue un factor determinante en la macro y micro localización de la planta. Caso contrario ocurre cuando se evalúa comprar el terreno a mitad de precio, el costo de producción se reduce a \$ 17.03 y el PBT a solo 1.31 años. Asimismo, el VAN se incrementa en un 13 % con respecto a un escenario normal, alcanzando un total de US\$ 9,729,628. Otro escenario favorable es el incremento de la oferta de aguaymanto, donde el costo de producción se reduce a \$ 17.43 y VAN se incrementa hasta \$ 11,144,574.

Los indicadores económicos como el Margen Bruto, PBT, ROI y VAN permiten determinar si un proyecto es factible para su desarrollo. El primero permite evaluar los beneficios a corto plazo del proceso y representa el porcentaje de ganancia cada dólar invertido (Ochoa et al., 2020). En el proyecto de aguaymanto se evidencia que los escenarios 4 y 5 son los más favorables para el proyecto incrementando el margen bruto en un 15% en comparación con el escenario normal. Asimismo, el incremento del precio del aguaymanto reduce este indicador en un 20%, esto es explicado por Osorio-Tobón (2016). El autor indica que las materias primas, por su alta variabilidad en costo son generalmente los componentes con mayor contribución al costo de producción

El PBT o tiempo de retribución de un proyecto permite conocer que tan rápido se recuperar el dinero invertido expresado en tiempo. La teoría indica que para plantas medianas debería ser un tiempo promedio de 2 a 3 años y para empresas grandes de 7 a 10 años (Pereira-Freire et al., 2018). En este proyecto los escenarios se asemejan a lo consultado por la literatura, donde el tiempo promedio de PBT es de 3 a 4 años. Finalmente, el VAN evalúa el valor presente de todos los flujos de efectivo futuros generados por un proyecto, incluida la inversión de capital inicial, lo que permite establecer qué proyectos pueden generar la mayor ganancia (Galviz-Quezada et al., 2019). En el

proyecto, los escenarios 4 y5 presentan un valor VAN positivo y superior al escenario normal. Sin embargo, la simulación de un incremento de materia prima para el proyecto, de 750 kg a 1500 kg/día, eleva significativamente el valor de este indicador económico. El valor se incrementa en un 20 % en comparación con el escenario normal. Por otro lado, solo el escenario de incremento de la tarifa de luz presenta un VAN negativo.

VIII. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.

- El mercado alemán representa una gran oportunidad para los frutos deshidratados peruanos con una demanda anual de 243 TN.
- Las regiones de Huánuco, Junín y Lambayeque representan el 90% de la producción nacional de aguaymanto con 1,607 TN/año y se espera un incremento de hectáreas de 10% anual.
- Se demostró que la metodología de deshidratación por microondas a vacío teóricamente obtuvo mejores calificaciones sensoriales y nutricionales en comparación con el secado por convección y osmosis.
- La planta deshidratadora de 1400 m² estará ubicada en Comas, Lima y su capacidad será de 750kg/día utilizando la tecnología de deshidratación por microondas a vacío.
- El proyecto se presenta con una evaluación financiera prometedora, el margen bruto de 29%, VAN de \$ 8,572,749 y ROI de 44.68 %.

Recomendaciones.

Se recomienda enfatizar la publicidad del producto como tecnología de calidad debido a que este método de deshidratación es nuevo y puede generar rechazos en el consumidor final.

Además, la planta en la actualidad trabaja a un solo turno debido a la oferta de aguaymantos, se recomienda aumentar la operatividad optando por deshidratar otras frutas como frambuesas o arándanos para trabajar de 2 a 3 turnos y reducir los costos fijos.

Finalmente, se recomienda diversificar la oferta de frutas deshidratadas para el mercado alemán o ver otras alternativas en Europa, como Inglaterra y Bélgica quienes también tienen un alto índice de consumo de frutos secos.

IX. Referencias

- ADEX Data Trade. (2020). Mercados - Exportaciones de arandanos. In *ADEX Data Trade*.
- Aen Verde. (2020). *Las 8 tendencias mundiales en alimentos para 2020*. Redacción AenVerde. <https://www.aenverde.es/las-8-tendencias-mundiales-en-alimentos-para-2020/>
- AERSA. (2018). *Doypack: usos y características de este envase flexible*. AERSA. <https://aersa.net/doypack-usos-y-caracteristicas-de-este-envase-flexible/>
- Agraria.pe. (2017). *Aguaymanto, el berry originario del Perú que Colombia explota mucho mejor a nivel mundial*. Agraria.Pe. <https://agraria.pe/noticias/aguaymanto-el-berry-originario-del-peru-que-colombia-15414>
- Agraria Agencia de Noticias. (2015). *PRODUCTORES DE HUANCVELICA SON CAPACITADOS PARA OFERTAR MACA DESHIDRATADA*. Portal Digital Agraria.Pe. <https://agraria.pe/noticias/productores-de-huancavelica-son-capacitados-para-ofertar-maca-7703>
- Amazon. (2021). *Arándanos disecados Kirkland Signature, 20 onzas*. Grocery & Gourmet Food. <https://www.amazon.com/-/es/Arándanos-disecados-Kirkland-Signature-20-onzas/dp/B001E128R2?th=1>
- Ando, Y., Hagiwara, S., Nabetani, H., Sotome, I., Okunishi, T., Okadome, H., Orikasa, T., & Tagawa, A. (2019). Improvements of drying rate and structural quality of microwave-vacuum dried carrot by freeze-thaw pretreatment. *LWT*, *100*, 294–299. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.064>
- Areiza-Mazo, N., Robles, J., Zamudio-Rodriguez, J. A., Giraldez, L., Echeverria, V., Barrera-Bailon, B., Aliev, G., Sahebkar, A., Ashraf, G. M., & Barreto, G. E. (2018). Extracts of *Physalis peruviana* protect astrocytic cells under oxidative stress with rotenone. *Frontiers in Chemistry*, *6*(JUL). <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00276>
- Asioli, D., Rocha, C., Wongprawmas, R., Popa, M., Gogus, F., & Almlı, V. L. (2019). Microwave-dried or air-dried? Consumers' stated preferences and attitudes for organic dried strawberries. A multi-country investigation in Europe. *Food Research International*, *120*, 763–775. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.037>
- Bazalar Pereda, M. S., Nazareno, M. A., & Viturro, C. I. (2019). Nutritional and Antioxidant Properties of *Physalis peruviana* L. Fruits from the Argentinean Northern Andean Region. *Plant Foods for Human Nutrition*, *74*(1), 68–75. <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0702-1>
- Berk, Z. (2018). Dehydration. In *Food Process Engineering and Technology* (pp. 513–566). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812018-7.00022-1>

- Berry Crispies. (2021). *Freeze-Dried Blueberries - Personal Size (56g)*. Berry Crispies - Product. <https://berrycrispies.com/product/freeze-dried-blueberries-personal-size-56g/>
- Best, I., Olivera-montenegro, L., Cartagena-gonzales, Z., Arana-copa, O., & Zobot, G. (2021). Techno-Economic Evaluation of the Production of Oil and Phenolic-Rich Extracts from *Mauritia flexuosa* L. f. Using Sequential Supercritical and Conventional Solvent Extraction †. *Foods*, 68, 4–9.
- Brown, P. A., & Gibson, D. F. (1972). A quantified model for facility site selection-application to a multiplant location problem. *AIIE Transactions*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/05695557208974822>
- Cassoobhoy, A. (2020, September). *Golden Berry: Health Benefits, Nutrition Information, Preparation, and More*. NOURISH. <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-golden-berry#1>
- Castro, J., Ocampo, Y., & Franco, L. (2015). Cape gooseberry [*Physalis peruviana* L.] calyces ameliorate TNBS acid-induced colitis in rats. *Journal of Crohn's and Colitis*, 9(11), 1004–1015. <https://doi.org/10.1093/ecco-jcc/jjv132>
- CBI. (2018, September 1). *The European market potential for dried tropical fruit*. Ministry of Foreign Affairs. <https://www.cbi.eu/market-information/processed-fruit-vegetables-edible-nuts/dried-tropical-fruit/market-potential>
- CBI. (2021). *The European market potential for fresh blueberries*. Ministry of Foreign Affairs. <https://www.cbi.eu/market-information/fresh-fruit-vegetables/blueberries/market-potential>
- CITEagroindustrial Ica. (2020). *Oportunidades Comerciales para Alimentos procesados a partir de SUPERFOODS*. Ministerio de Producción. https://issuu.com/citeagroindustrialica/docs/in-002-2020_superfoods
- Comfrutti. (2020). *Aguaymanto Organico deshidratado*. Comfrutti Peru. <https://www.comfruttiperu.com/producto/aguaymanto-deshidratado/>
- Conservatis. (2021). *Laminated Aluminum DoyPack Bags*. Conservatis. <https://conservatis.com/en/protection-storage/laminated-aluminum-doypack-bags-with-zip>
- Cruz Campo Perú. (2017). *Aguaymanto deshidratado*. <https://cruzcampoperu.com/raw-dried-fruits/>
- Cultivida. (2020). *Perú alcanza las 12,000 hectáreas de cultivos de arándanos*. Cultivida. [http://www.cultivida.org.pe/blog/?view=post&title=Perú alcanza las 12,000 hectáreas de cultivos de arándanos](http://www.cultivida.org.pe/blog/?view=post&title=Perú%20alcanza%20las%2012,000%20hect%C3%A1reas%20de%20cultivos%20de%20ar%C3%A1ndanos)

- Datosmacro. (2021). *UE - Unión Europea 2021*. Datosmacro.Com. <https://datosmacro.expansion.com/paises/grupos/union-europea>
- de Bruijn, J., Rivas, F., Rodriguez, Y., Loyola, C., Flores, A., Melin, P., & Borquez, R. (2016). Effect of Vacuum Microwave Drying on the Quality and Storage Stability of Strawberries. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5), 1104–1115. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12691>
- Díaz Garay, B., Jarufe Zedán, B., & Noriega Aranibar, M. T. (2008). Disposición de Planta. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (2nd ed., Vol. 53, Issue 9). Fondo Editorial Universidad de Lima.
- DW. (2021, April 27). *El gobierno alemán mejora su previsión de crecimiento económico hasta un 3,5%*. DW. <https://www.dw.com/es/el-gobierno-alemán-mejora-su-previsión-de-crecimiento-económico-hasta-un-35/a-57350030>
- Ecoandino. (2018). *Golden Berries*. Ecoandino. <https://ecoandino.com/products/golden-berries/>
- El Comercio Editorial. (2015). *Los beneficios de incorporar aguaymanto en tu dieta*. VIU EL COMERCIO PERÚ. <https://elcomercio.pe/viu/estar-bien/beneficios-incorporar-aguaymanto-dieta-198172-noticia/>
- Emmerson Packaging. (2018). *Advantages of Stand Up Pouches*. Emmerson Packaging. <https://www.emmersonpackaging.com/8-advantages-of-stand-up-pouches/>
- EnWave Corporation. (2019). *How it works - EnWave Corporation*. EnWave. <https://www.enwave.net/how-it-works>
- EPSEL S.A. (2018). *Estudio tarifario*. https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/epsel_etfinal_518.pdf
- Equilibrium Business Development Consultancy. (2021). *DEEP Inmobiliario Marzo 2021*. www.equilibriumbdc.com
- Etzbach, L., Pfeiffer, A., Weber, F., & Schieber, A. (2018). Characterization of carotenoid profiles in goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruits at various ripening stages and in different plant tissues by HPLC-DAD-APCI-MSn. *Food Chemistry*, 245, 508–517. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.120>
- Galviz-Quezada, A., Ochoa-Aristizábal, A. M., Arias Zabala, M. E., Ochoa, S., & Osorio-Tobón, J. F. (2019). Valorization of iraca (*Carludovica palmata*, Ruiz & Pav.) infructescence by ultrasound-assisted extraction: An economic evaluation. *Food and Bioproducts Processing*, 118, 91–102. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2019.08.016>
- Guo, Q., Sun, D. W., Cheng, J. H., & Han, Z. (2017). Microwave processing techniques

- and their recent applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 236–247. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2017.07.007>
- INEI. (2021). *Estadísticas de Seguridad Ciudadana: Vol. Julio-Di.*
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe_seguridad_ciudadana_1.pdf
- INTAGRI. (2017). *El Cultivo de Arándano*. Artículos Técnicos de INTAGRI.
<https://www.intagri.com/articulos/frutillas/El-Cultivo-de-Arándano-o-Blueberry>
- Inyang, U., Oboh, I., & Etuk, B. (2017). Drying and the Different Techniques. *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 8(1), 45–72.
www.ModernScientificPress.com/Journals/IJFNS.aspx
- Jain, M. S., & Yadav, T. K. (2017). SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING : A Review of Improvement in Approach to Pulse Processing Mills. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(5), 503–507.
<https://www.irjet.net/archives/V4/i5/IRJET-V4I599.pdf>
- Jeszka-Skowron, M., & Czarzyńska-Goślińska, B. (2020). Raisins and the other dried fruits: Chemical profile and health benefits. In *The Mediterranean Diet* (pp. 229–238). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818649-7.00021-7>
- Junqueira, J. R. de J., Corrêa, J. L. G., de Oliveira, H. M., Ivo Soares Avelar, R., & Salles Pio, L. A. (2017). Convective drying of cape gooseberry fruits: Effect of pretreatments on kinetics and quality parameters. *LWT - Food Science and Technology*, 82, 404–410. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.04.072>
- Kerr, W. L. (2019). Food drying and evaporation processing operations. In *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* (pp. 353–387). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814803-7.00014-2>
- Knoema. (2020). *Germany - Population growth rate*. Knoema.
<https://knoema.com/atlas/Germany/Population-growth-rate?origin=knoema.es>
- Kocetkovs, V. (2021). Conference : Biosystems The shelf-life of liquid pancake dough , depending on the different types of packaging . *Latvia University of Life Sciences and Technologies*, June, 6–7.
- Kuruçayli, H., Şen, F., & Okşar, R. E. (2017). Effects of Different Packaging on Quality of Organic Dried Apricot Fruit During Shelf Life. *Research Journal of Biology Sciences*, 10(2), 1–5.
- León Carrasco, J. C. (2020, June 23). *El 85% del aguaymanto exportado por Perú en 2019 corresponde a deshidratado*. Agraria.Pe. <https://agraria.pe/noticias/el-85-del-aguaymanto-exportado-por-peru-en-2019-corresponde--21822>

- Li, L., Zhang, M., Chitrakar, B., & Jiang, H. (2020). Effect of combined drying method on phytochemical components, antioxidant capacity and hygroscopicity of Huyou (*Citrus changshanensis*) fruit. *Lwt*, *123*(December 2019), 109102. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109102>
- Luchese, C. L., Gurak, P. D., & Marczak, L. D. F. (2015). Osmotic dehydration of physalis (*Physalis peruviana* L.): Evaluation of water loss and sucrose incorporation and the quantification of carotenoids. *LWT - Food Science and Technology*, *63*(2), 1128–1136. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.04.060>
- Mathlouthi, M. (2001). Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*, *12*(7), 409–417. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(01\)00032-9](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(01)00032-9)
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2006). Requerimientos de espacio y ergonomía en el diseño de la estación de manufactura. In *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales: Tercera edición* (pp. 63–92). Purdue University Press.
- MINCETUR. (2020). *PDM Alemania - 8.1 Alimentación*. MINCETUR. https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/plan_exportador/Penx_2025/PDM/alemania/08_01.html
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). Anuario Estadístico de Producción Agrícola. *Ministerio de Agricultura y Riego*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2016). *Pauta metodológica para la elaboración de Planes de Negocio de aguaymanto en el marco de la Ley PROCOMPITE* (J. R. Chambilla Cáceres & M. E. Alvarado Lobatón (eds.); MEF). Ministerio de Economía y Finanzas.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Estadística eléctrica por regiones*. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo_2_Estadistica_por_Regiones_2018.pdf
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta* (Hispano Eu, Vol. 2). McGraw Hill Book Company. <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
- Muther, R., & Hales, L. (2015). The Systematic Layout Planning Pattern. In *Systematic Layout Planning*.
- Nature's Heart. (2020). *Productos | Nature's Heart*. Nature's Heart. <http://naturesheartterrafertel.com/productos/>
- Nawirska-Olszańska, A., Stepień, B., Biesiada, A., Kolniak-Ostek, J., & Oziembłowski, M. (2017). Rheological, chemical and physical characteristics of golden berry (*Physalis*

peruviana l.) after convective and microwave drying. *Foods*, 6(8), 1–11.
<https://doi.org/10.3390/foods6080060>

Nocetti, D., Núñez, H., Puente, L., Espinosa, A., & Romero, F. (2020). Composition and biological effects of goldenberry byproducts: an overview. In *Journal of the Science of Food and Agriculture* (Vol. 100, Issue 12, pp. 4335–4346). John Wiley and Sons Ltd.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.10386>

NXTDRIED. (2020). *Golden Berry (Physalis Peruviana L.)*. NXTDRIED.
<https://www.nxtdried.com/golden-berry-physalis-peruviana-l/?lang=en>

Ochoa, S., Durango-Zuleta, M. M., & Felipe Osorio-Tobón, J. (2020). Techno-economic evaluation of the extraction of anthocyanins from purple yam (*Dioscorea alata*) using ultrasound-assisted extraction and conventional extraction processes. *Food and Bioproducts Processing*, 122, 111–123. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2020.04.007>

Organica Food. (2022). *CRUNCHY FRUIT - BLUEBERRY*. Organica Food.
<http://www.organicafood.fr/organica-crunchyfruit-myrtille-en.php>

Orsat, V., Changrue, V., & Raghavan, V. (2006). Microwave drying of fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 2(6), 1–7.
<https://doi.org/10.2212/spr.2006.6.4>

Osorio-Tobón, J. F., Carvalho, P. I. N., Rostagno, M. A., & Meireles, M. A. A. (2016). Process integration for turmeric products extraction using supercritical fluids and pressurized liquids: Economic evaluation. *Food and Bioproducts Processing*, 98, 227–235. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2016.02.001>

Ozcelik, M., Heigl, A., Kulozik, U., & Ambros, S. (2019). Effect of hydrocolloid addition and microwave-assisted freeze drying on the characteristics of foamed raspberry puree. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 56(January), 102183.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102183>

Parit, R. K., & Prabhu, C. S. (2017). Microwave Fruit and Vegetables Drying. *International Advanced Research Journal in Science*, 4(2).
<https://doi.org/10.17148/IARJSET/NCETETE.2017.26>

Pereira-Freire, J. A., Oliveira, G. L. D. S., Lima, L. K. F., Ramos, C. L. S., Arcanjo-Medeiros, S. R., Lima, A. C. S. De, Teixeira, S. A., Oliveira, G. A. L. De, Nunes, N. M. F., Amorim, V. R., Lopes, L. D. S., Rolim, L. A., Costa-Júnior, J. S. Da, & Ferreira, P. M. P. (2018). In Vitro and Ex Vivo Chemopreventive Action of *Mauritia flexuosa* Products. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018.
<https://doi.org/10.1155/2018/2051279>

Polypouch. (2022). *Plastic Packaging - 10 Benefits of Plastic Pouches & Bags*. Polypouch UK. <https://www.polypouch.co.uk/news/top-10-advantages-of-plastic-packaging/>

- PRO ECUADOR. (2019). *FRUTAS SECAS Y DESHIDRATADAS EN ALEMANIA*.
- PROCOLOMBIA. (2021). *Uchuva tiene el potencial para superar los US\$100 millones en exportaciones en 5 años*. <https://procolombia.co/noticias/uchuva-tiene-el-potencial-para-superar-los-us100-millones-en-exportaciones-en-5-anos>
- Puente, L. A., Pinto-Muñoz, C. A., Castro, E. S., & Cortés, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. In *Food Research International* (Vol. 44, Issue 7, pp. 1733–1740). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.034>
- Puente, L., Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K. S., Rodríguez, A., Pasten, A., Poblete, J., Pardo-Orellana, C., & Muñoz, M. (2020). Refractance Window drying of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pulp: A comparison of quality characteristics with respect to other drying techniques. *Lwt*, *131*(February), 109772. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109772>
- Ramadan, M., El-Ghorab, A., & Ghanem, K. (2015). Volatile compounds, antioxidants, and anticancer activities of Cape gooseberry fruit (*Physalis peruviana* L.): An in-vitro study. *Journal of The Arab Society for Medical Research*, *10*(2), 56–56. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=16874293&v=2.1&it=r&id=GAL E%7CA443524746&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>
- Ramadan, M. F., & Morsel, J. T. (2003). Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *51*(4), 969–974. <https://doi.org/10.1021/jf020778z>
- Redacción Gestión. (2018). *Paro agrario: Carretera Central continúa cerrada en tres tramos ante protesta de agricultores*. Diario Gestión. <https://gestion.pe/peru/paro-agrario-carretera-central-continua-cerrada-en-tres-tramos-ante-protesta-de-agricultores-noticia/>
- Revista agroexportaciones & Medio Ambiente. (2020). *Perú producirá la próxima temporada 171 mil toneladas de arándanos – Revista Agroexportaciones y Medio Ambiente*. Revista Agroexportaciones & Medio Ambiente. <https://agroexportaciones.com/2020/08/20/peru-producira-la-proxima-temporada-171-mil-toneladas-de-arandanos/>
- Rojas, P. (2016). *Cosecha de arándanos cierra con bajas cifras por factores climáticos*. SAGO: Sociedad Agrícola y Ganadera de Osorno. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CD627WSU_EYJ:https://sa go.cl/cosecha-arandanos-cierra-bajas-cifras-factores-climaticos/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe&client=firefox-b-d
- Sang-Ngern, M., Youn, U. J., Park, E. J., Kondratyuk, T. P., Simmons, C. J., Wall, M. M., Ruf, M., Lorch, S. E., Leong, E., Pezzuto, J. M., & Chang, L. C. (2016). Withanolides

derived from *Physalis peruviana* (Poha) with potential anti-inflammatory activity. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 26(12), 2755–2759.
<https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2016.04.077>

Santander trade. (2021). *Política y economía Alemania*. Santander Trade.
<https://santandertrade.com/es/portal/analizar-mercados/alemania/politica-y-economia>

Sapag, N., & Sapag, R. (2013). Preparación y evaluación de proyectos. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

SEDA HUANUCO S.A. (2016). *Estructura tarifaria y tarifa vigente*.

SEDAPAL S.A. (2021). *Servicio de agua potable y alcantarillado de Lima*.
https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/etsedapal_062015.pdf

Shandong Dongxuya Machinery Co. (2020). *Shandong Dongxuya Machinery Co., Ltd. - Industrial Microwave Machines, Hot Air Drying Machines*. Shandong Dongxuya Machinery Co.
https://dongxuya.en.alibaba.com/es_ES/?spm=a2700.details.cordpanyb.2.77de6a3bEV SZyj

Shenstone, E., Lippman, Z., & Van Eck, J. (2020). A review of nutritional properties and health benefits of *Physalis* species. In *Plant Foods for Human Nutrition* (Vol. 75, Issue 3, pp. 316–325). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00821-3>

Sierra y Selva Exportadora. (2020). *Análisis de Mercado Aguaymanto 2015 - 2020*.

SIICEX. (n.d.). *Ficha Comercial UCHUVAS (UVILLAS) (PHYSALIS PERUVIANA) FRESCAS*. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior. Retrieved June 16, 2021, from
https://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=172.17100&_portletid_=sfichaproductoinit&scriptdo=cc_fp_init&pproducto=229&pnomproducto=Aguaymanto

Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2014). Dehydration. In *Introduction to Food Engineering* (pp. 675–710). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398530-9.00012-7>

Staniszewska, I., Liu, Z. L., Zhou, Y., Zielinska, D., Xiao, H. W., Pan, Z., & Zielinska, M. (2020). Microwave-assisted hot air convective drying of whole cranberries subjected to various initial treatments. *Lwt*, 133(June), 109906.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109906>

Taghinezhad, E., Kaveh, M., Jahanbakhshi, A., & Golpour, I. (2020). Use of artificial intelligence for the estimation of effective moisture diffusivity, specific energy consumption, color and shrinkage in quince drying. *Journal of Food Process Engineering*, 43(4). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13358>

- Trautmann, W., & Lieberz, S. (2020). *Report Name : Product Brief Dried Fruits and Nuts Report Highlights :*
[https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Product Brief Dried Fruits and Nuts_Berlin_Germany_01-07-2020&fbclid=IwAR0pMIKwgiYOTThaW947OUYkNwCIpSjHqIEoW8s1Pr1BpUjXoLouzhDbKLS](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Product%20Brief%20Dried%20Fruits%20and%20Nuts_Berlin_Germany_01-07-2020&fbclid=IwAR0pMIKwgiYOTThaW947OUYkNwCIpSjHqIEoW8s1Pr1BpUjXoLouzhDbKLS)
- Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Lech, K., Tkacz, K., & Nowicka, P. (2019). Influence of different drying methods on the quality of Japanese quince fruit. *Lwt*, *114*(July), 108416. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108416>
- USDA-NRCS. (2021). *Physalis peruviana L.* Natural Resources Conservation Service. <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=PHPE4>
- Van Ballegooijen, A. J., Pilz, S., Tomaschitz, A., Grübler, M. R., & Verheyen, N. (2017). The Synergistic Interplay between Vitamins D and K for Bone and Cardiovascular Health: A Narrative Review. In *International Journal of Endocrinology* (Vol. 2017). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2017/7454376>
- Whole Food. (2020). *Our Top 10 Food Trends for 2020*. Whole Food Markets. <https://www.wholefoodsmarket.com/tips-and-ideas/top-food-trends>
- Whole Food. (2021). *The Next Big Things: Top 10 Food Trends for 2021*. Whole Food Market. <https://www.wholefoodsmarket.com/trends/top-food-trends-2021>
- Wojdyło, A., Lech, K., Nowicka, P., Hernandez, F., Figiel, A., & Carbonell-Barrachina, A. A. (2019). Influence of different drying techniques on phenolic compounds, antioxidant capacity and colour of ziziphus jujube mill. *Fruits. Molecules*, *24*(13). <https://doi.org/10.3390/molecules24132361>
- Yimen, N., & Dagbasi, M. (2019). Multi-Attribute Decision-Making: Applying a Modified Brown-Gibson Model and RETScreen Software to the Optimal Location Process of Utility-Scale Photovoltaic Plants. *Processes*, *7*(8), 505. <https://doi.org/10.3390/pr7080505>
- Youherbit. (2018). *Dried Osmotic Apricots*. Youherbit. <https://www.youherbit.com/product/dried-osmotic-apricots/>
- Zielinska, M., Sadowski, P., & Błaszczak, W. (2016). Combined hot air convective drying and microwave-vacuum drying of blueberries (*Vaccinium corymbosum L.*): Drying kinetics and quality characteristics. *Drying Technology*, *34*(6), 665–684. <https://doi.org/10.1080/07373937.2015.1070358>

Anexos

Anexo 1.

Ficha Técnica Aguaymanto Deshidratado

Ficha Técnica Aguaymanto Deshidratado		
Producto	Aguaymanto deshidratado por microondas a vacío	
Nombre comercial del producto	Aguaymanto o Uchuva (<i>Physalis Peruviana</i>)	
Descripción	Producto con alto contenido de compuestos bioactivos y características sensoriales similares al producto fresco	
Empaques	Envase primario	Doypacks
	Envase secundario	Cajas de cartón corrugado
Presentación	Cajas de 4 kilos	6 unidades por caja
Características fisicoquímicas	Humedad	4 – 5%
Características microbiológicas	Aerobios mesófilos	< 10 x 10 ³ UFC
	Hongos y levaduras	< 250 UFC
	E. Coli	< 10 ² UFC
	Plomo (pb)	< 0.5 ppm
	Arsénico	Ausente
Condiciones de almacenamiento	Conservar en ambientes fresco y seco, resguardado de la luz y humedad	
Precio Referencial	US\$ 24 (FOB)	
Partida Arancelaria	0813400000	

Anexo 2.*Cálculo de las Áreas Requeridas por Ambiente*

A continuación, se detalla el cálculo para cada uno de los ambientes presentados en el layout:

- Área de recepción de materia prima

Cálculo del Área de Recepción de Materia Prima

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m²)
Balanza industrial	EE	2	1	1.50	1.50	0.10	2.25	2.25	8.45	25.90
Balanza electrónica	EE	1	1	0.40	0.40	0.40	0.16	0.16	0.60	0.92
Carretilla	EM	2	1	1.60	0.60	1.20	0.96	0.96	3.61	11.05
Pallets	EM	4	1	1.20	1.00	0.10	1.20	1.20	4.51	27.63
Total										65.50
Ajuste 10%										72.05

Nota: Elaboración propia

- Área de producción

Cálculo para el Área de Producción

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m²)
Balanza industrial	EE	1	1	1.50	1.50	0.10	2.25	2.25	1.86	6.36

Mesas de acero inox.	EE	4	4	1.10	0.60	0.90	0.66	2.64	1.37	18.67
Máquina de lavado	EE	1	1	2.50	1.50	1.00	3.75	3.75	3.11	10.61
Deshidratador	EE	1	2	11.00	1.20	2.20	13.20	26.40	16.41	56.01
Montacarga	EM	1	1	3.40	2.00	2.50	6.80	6.80	5.64	19.24
Carretilla	EM	3	1	1.60	0.60	1.20	0.96	0.96	0.80	8.15
Pallets	EM	5	1	1.20	1.00	0.10	1.20	1.20	0.99	16.97
Total										136.00
Ajuste 10%										149.60

Nota: Elaboración propia

- Área de envasado

Cálculo del Área de Envasado

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Balanza industrial	EE	1	1	1.50	1.50	0.10	2.25	2.25	6.26	10.76
Mesas acero inox.	EE	2	3	1.10	0.60	0.90	0.66	1.98	3.67	12.63
Balanza electrónica	EE	3	1	0.60	0.60	0.80	0.36	0.36	1.00	5.17
Montacarga	EM	1	1	3.40	2.00	2.50	6.80	6.80	18.92	32.52
Carretilla	EM	1	1	1.60	0.60	1.20	0.96	0.96	2.67	4.59
Pallets	EM	5	1	1.20	1.00	0.10	1.20	1.20	3.34	28.70
Total										94.37
Ajuste 10%										103.81

Nota: Elaboración propia

- Almacén de materia prima

Cálculo del Área de Almacén de Materia Prima

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Estante	EE	2	1	1.20	0.50	1.76	0.60	0.60	0.27	2.94
Montacarga	EM	1	1	3.40	2.00	2.50	6.80	6.80	3.05	16.65
Carretilla	EM	2	1	1.60	0.60	1.20	0.96	0.96	0.43	4.70
Pallets	EM	15	1	1.20	1.00	0.10	1.20	1.20	0.54	44.08
Total										68.37
Ajuste 10%										75.21

Nota: Elaboración propia

- Almacén de producto terminado

Cálculo de área de Almacén de producto terminado

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Estantes	EE	2	1	1.20	0.50	1.76	0.60	0.60	0.20	2.81
Montacarga	EM	1	1	3.40	2.00	2.50	6.80	6.80	2.31	15.91
Carretilla	EM	2	1	1.60	0.60	1.20	0.96	0.96	0.33	4.49
Pallets	EM	20	1	1.20	1.00	0.10	1.20	1.20	0.41	56.16
Total										79.37
Ajuste 10%										87.31

Nota: Elaboración propia

- Almacén de insumos y envases

Cálculo de Área de Almacén de Insumos y Envases

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Estante	EE	4	1	1.20	0.50	1.76	0.60	0.60	0.12	5.28
Carretilla	EM	1	3	1.00	1.60	0.60	1.20	3.60	0.48	5.28
Pallets	EM	1	1	1.20	1.00	0.10	1.20	1.20	0.24	2.64
Total										13.19
Ajuste 10%										14.51

Nota: Elaboración propia

- Oficinas de producción

Cálculo de Área de Oficinas de Producción

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Estante	EE	2	1	1.20	0.50	1.76	0.60	0.60	0.61	3.63
Escritorio	EE	1	2	1.50	1.00	0.70	1.50	3.00	2.31	6.81
Sillas	EM	3	1	0.60	0.60	1.20	0.36	0.36	0.37	3.27
Total										13.70
Ajuste 10%										15.07

Nota: Elaboración propia

- Oficinas administrativas

Cálculo de Área de Oficinas Administrativas

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
-----------	-------	---	---	---	---	---	----	----	----	------------------------------

Estante	EE	4	1	1.20	0.50	1.76	0.60	0.60	0.70	7.59
Escritorio	EE	4	2	1.50	1.00	0.70	1.50	3.00	2.62	28.48
Mueble	EE	1	1	2.00	0.70	1.20	1.40	1.40	1.63	4.43
Sillas	EM	12	1	0.60	0.60	1.20	0.36	0.36	0.42	13.67
Total										54.17
Ajuste 10%										59.58

Nota: Elaboración propia

- Servicios higiénicos y vestidores

Cálculo de Área de Servicios Higiénicos y Vestidores

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Inodoro	EE	2	4	0.90	0.60	1.00	0.54	2.16	0.97	7.35
Lavabo	EE	1	4	0.50	0.50	0.60	0.25	1.00	0.45	1.70
Ducha	EE	2	4	1.20	1.20	1.80	1.44	5.76	2.60	19.60
Urinario	EE	1	1	1.00	0.50	0.70	0.50	0.50	0.36	1.36
Vestidor	EE	2	4	1.20	1.20	1.80	1.44	5.76	2.60	19.60
Casilleros	EE	2	2	2.00	0.50	2.00	1.00	2.00	1.08	8.16
Carro de limpieza	EM	1	2	0.50	0.50	1.20	0.25	0.50	0.27	1.02
Total										58.79
Ajuste 10%										64.67

Nota: Elaboración propia

- Laboratorio de calidad

Cálculo de Área de Laboratorio de Calidad

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Estantes	EE	2	1	1.20	0.50	1.76	0.60	0.60	0.90	4.20
Escritorio y sillas	EE	1	2	1.50	2.00	0.70	3.00	6.00	6.74	15.74
Mesa acero inox.	EE	1	3	1.00	0.60	0.70	0.60	1.80	1.80	4.20
Refrigeradora	EE	1	1	0.63	0.58	1.49	0.37	0.37	0.55	1.28
Coche de transporte	EM	2	3	1.00	1.00	1.50	1.00	3.00	2.99	13.99
Total										39.39
Ajuste 10%										43.33

Nota: Elaboración propia

- Almacén de materiales de limpieza

Cálculo de Área de Almacén de Materiales de Limpieza

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Estante	EE	1	1	1.20	0.50	1.76	0.60	0.60	0.34	1.54
Sujetadores pared	EE	1	3	2.00	0.30	1.80	0.60	1.80	0.67	3.07
Carro de limpieza	EM	4	1	0.50	0.50	1.00	0.25	0.25	0.14	2.56
Total										7.17
Ajuste 10%										7.89

Nota: Elaboración propia

-

-

- Comedor

Cálculo del Área del Comedor

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Kitchenet	EE	1	1	1.50	0.70	1.00	1.05	1.05	1.70	3.80
Mesa	EE	3	4	1.50	1.50	0.70	2.25	9.00	9.12	61.10
Silla	EM	10	1	0.60	0.60	1.20	0.36	0.36	0.58	13.03
Total										77.94
Ajuste 10%										85.73

Nota: Elaboración propia

- Estacionamiento

Cálculo del Área de Estacionamiento

Elementos	Clase	n	N	l	a	h	ss	sg	se	s total (m ²)
Zona desecho	EE	1	3	2.00	1.50	1.20	3.00	9.00	21.00	33.00
Contenedor 20 pies	EM	1	3	10.00	2.50	4.50	25.00	75.00	175.00	275.00
Camión	EM	2	1	7.00	2.50	4.00	17.50	17.50	61.25	192.50
Total										500.50
Ajuste 10%										550.55

Nota: Elaboración propia

Anexo 3.

Fases del Proyecto por Ms Project



Anexo 4.*Evaluación Económica Escenario Inicial en Superpro Designer*

Economic Evaluation Report
for Escenario 0

abril 18, 2022

1. EXECUTIVE SUMMARY (2021 prices)

Total Capital Investment	3,524,000 \$
Capital Investment Charged to This Project	3,524,000 \$
Operating Cost	5,453,000 \$/yr
Revenues	7,718,000 \$/yr
Batch Size	1,094.72 MP Entities
Cost Basis Annual Rate	308,710 MP Entities/yr
Unit Production Cost	17.66 \$/MP Entity
Net Unit Production Cost	17.66 \$/MP Entity
Unit Production Revenue	25.00 \$/MP Entity
Gross Margin	29.35 %
Return On Investment	44.68 %
Payback Time	2.24 years
IRR (After Taxes)	41.33 %
NPV (at 7.0% Interest)	8,573,000 \$

MP = Flow of Discrete Entity 'Cajas de carton' in Stream 'Puerto'

Anexo 5.*Evaluación Económica Escenario 2 en Superpro Designer*

Economic Evaluation Report
for Escenario 2-final

abril 18, 2022

1. EXECUTIVE SUMMARY (2021 prices)

Total Capital Investment	3,581,000 \$
Capital Investment Charged to This Project	3,581,000 \$
Operating Cost	6,087,000 \$/yr
Revenues	7,718,000 \$/yr
Batch Size	1,094.72 MP Entities
Cost Basis Annual Rate	308,710 MP Entities/yr
Unit Production Cost	19.72 \$/MP Entity
Net Unit Production Cost	19.72 \$/MP Entity
Unit Production Revenue	25.00 \$/MP Entity
Gross Margin	21.13 %
Return On Investment	33.34 %
Payback Time	5.00 years
IRR (After Taxes)	31.80 %
NPV (at 7.0% Interest)	5,813,000 \$

MP = Flow of Discrete Entity 'Cajas de carton' in Stream 'Puerto'

Anexo 6.*Evaluación Económica Escenario 3 en Superpro Designer*

Economic Evaluation Report
for Escenario 3-final

abril 18, 2022

1. EXECUTIVE SUMMARY (2021 prices)

Total Capital Investment	3,746,000 \$
Capital Investment Charged to This Project	3,746,000 \$
Operating Cost	7,901,000 \$/yr
Revenues	7,718,000 \$/yr
Batch Size	1,094.72 MP Entities
Cost Basis Annual Rate	308,710 MP Entities/yr
Unit Production Cost	25.59 \$/MP Entity
Net Unit Production Cost	25.59 \$/MP Entity
Unit Production Revenue	25.00 \$/MP Entity
Gross Margin	- 2.37 %
Return On Investment	0.87 %
Payback Time	114.85 years
IRR (After Taxes)	N/A
NPV (at 7.0% Interest)	- 2,496,000 \$

MP = Flow of Discrete Entity 'Cajas de carton' in Stream 'Puerto'

Anexo 7.*Evaluación Económica Escenario 4 en Superpro Designer*

Economic Evaluation Report
for Escenario 4-final

abril 18, 2022

1. EXECUTIVE SUMMARY (2021 prices)

Total Capital Investment	2,080,000 \$
Capital Investment Charged to This Project	2,080,000 \$
Operating Cost	5,258,000 \$/yr
Revenues	7,718,000 \$/yr
Batch Size	1,094.72 MP Entities
Cost Basis Annual Rate	308,710 MP Entities/yr
Unit Production Cost	17.03 \$/MP Entity
Net Unit Production Cost	17.03 \$/MP Entity
Unit Production Revenue	25.00 \$/MP Entity
Gross Margin	36.87 %
Return On Investment	76.22 %
Payback Time	3.31 years
IRR (After Taxes)	63.20 %
NPV (at 7.0% Interest)	9,730,000 \$

MP = Flow of Discrete Entity 'Cajas de carton' in Stream 'Puerto'

Anexo 8.*Evaluación Económica Escenario 5 en Superpro Designer*

Economic Evaluation Report
for Escenario 5-final

abril 18, 2022

1. EXECUTIVE SUMMARY (2021 prices)

Total Capital Investment	6,228,000 \$
Capital Investment Charged to This Project	6,228,000 \$
Operating Cost	10,758,000 \$/yr
Revenues	15,436,000 \$/yr
Batch Size	2,189.44 MP Entities
Cost Basis Annual Rate	617,421 MP Entities/yr
Unit Production Cost	17.42 \$/MP Entity
Net Unit Production Cost	17.42 \$/MP Entity
Unit Production Revenue	25.00 \$/MP Entity
Gross Margin	33.30 %
Return On Investment	51.23 %
Payback Time	1.95 years
IRR (After Taxes)	46.64 %
NPV (at 7.0% Interest)	11,096,000 \$

MP = Flow of Discrete Entity 'Cajas de carton' in Stream 'Puerto'