



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL AGUAYMANTO ORGÁNICO PARA OPTIMIZAR LA CARGA NUTRICIONAL Y EL COLOR DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA AGROANDINO S.R.L.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Bachiller: Ingri Melissa Aurazo Hoyos
Bachiller: Fiorela Cecilia Barrantes Navarro

ASESOR:

Ing. Jimy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca - Perú
2017

APROBACIÓN DE TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por las bachilleres Aurazo Hoyos, Ingri Melissa; Barrantes Navarro, Fiorela Cecilia, denominada:

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL AGUAYMANTO ORGÁNICO PARA OPTIMIZAR LA CARGA NUTRICIONAL Y EL COLOR DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA AGROANDINO S.R.L.

ASESOR

Ing. Jimy Frank Oblitas Cruz

JURADO

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza

JURADO

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero

JURADO

Mg. Ing. Karla Rossemay Sisniegas Noriega

DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a Dios por darme sabiduría,
a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional,
por los consejos y confianza presente en cada logro
de mi formación personal y profesional.*

Fiorela Cecilia Barrantes Navarro

*Dedico esta tesis a Dios por darme la vida y las
fuerzas para cumplir mis metas, a mis padres y
hermanas por su amor y apoyo incondicional
en todo momento y por saberme orientar para
tomar buenas decisiones, a mis amigos que
siempre estuvieron conmigo y confiaron en mí.*

Ingri Melissa Aurazo Hoyos

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la vida, las fuerzas, su gran sabiduría y su conocimiento para realizar este trabajo.

A nuestros padres Carlos Aurazo Díaz, Fabiola Hoyos Medina, Raúl Barrantes Heredia y María Navarro Torres; por su apoyo y contribución a nuestra carrera profesional y sobre todo el amor que nos han dado.

A la empresa AgroAndino S.R.L., por habernos permitido realizar nuestro trabajo de investigación y contribuir con nuestros conocimientos.

Al ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz por ser nuestro asesor y brindarnos su apoyo moral e intelectual para realizar la presente investigación.

Al ing. Luis Gutiérrez por habernos brindado la información requerida en estos periodos de estudio y por su apoyo incondicional.

A nuestros familiares, amigos y demás personas que de algún modo ayudaron a concluir nuestros estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE TESIS	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación del problema.....	3
1.4. Limitaciones	3
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases Teóricas.....	10
2.2.1. Temperatura	10
2.2.2. Humedad relativa.....	10
2.2.3. Generalidades de las curvas de secado.....	11
2.2.4. Curvas de secado.....	11
2.2.4.1. Determinación experimental	12
2.2.4.2. Tratamiento de los datos experimentales	13
2.2.4.3. Estimación del tiempo de secado	15
2.2.4.4. Periodo de secado a velocidad constante	16
2.2.4.5. Periodo de secado a velocidad decreciente	16
2.2.5. Superficie de respuesta	17

2.2.5.1.	Factores.....	17
2.2.5.2.	Respuesta.....	18
2.2.5.3.	Función de respuesta	18
2.2.5.4.	Función de respuesta predicha.....	18
2.2.5.5.	Gráfica de contornos.....	19
2.2.5.6.	Región experimental.....	19
2.2.5.7.	Polinomio de primer orden.....	20
2.2.6.	Aguaymanto.....	21
2.2.6.1.	Características generales del aguaymanto.....	21
2.2.6.2.	Usos.....	22
2.2.6.3.	Alternativas de procesamiento agroindustrial y consumo	22
2.2.6.4.	Obtención de aguaymanto deshidratado	23
2.2.6.5.	Beneficios y Propiedades del Producto	23
2.2.7.	Análisis de los alimentos.....	24
2.2.7.1.	Análisis químico proximal	24
2.2.7.2.	Análisis de vitaminas	25
2.2.7.2.1.	Cuantificación de vitamina C	25
2.2.7.3.	Sustancia seca en porcentaje en masa	25
2.3.	Definición de términos básicos.....	26
2.4.	Formulación de la hipótesis.....	29
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....		30
3.1.	Operacionalización de variables	30
3.2.	Tipo de diseño de investigación	32
3.3.	Material de estudio.....	33
3.3.1.	Unidad de estudio.....	33
3.3.2.	Población.....	33
3.3.3.	Muestra.....	34
3.4.	Técnicas, procedimientos e instrumentos	34
3.4.1.	Para recolectar datos.....	34
3.4.2.	Para procesar datos	37
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		42
4.1.	Diagnóstico situacional de la empresa	42

4.2.	Diagnóstico del Área de Estudio	53
4.3.	Resultados del Diagnóstico.....	73
4.4.	Diseño de la Propuesta de Mejora	75
4.5.	Desarrollo de la propuesta de mejora	77
4.6.	Resultados de los indicadores después de la propuesta de mejora.	96
4.7.	Análisis estadístico (prueba de hipótesis) – Investigación Cualitativa (Influencia y Causalidad).....	97
4.8.	Resultados del análisis económico financiero.....	101
4.8.1.	Inversión de activos tangibles.....	101
4.8.2.	Otros gastos	101
4.8.3.	Gastos del personal y de supervisión	102
4.8.4.	Costos proyectados – Aplicación.....	103
4.8.5.	Evaluación C/B: VAN, TIR, IR.....	104
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		111
CONCLUSIONES.....		114
RECOMENDACIONES		115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		116
ANEXOS		119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1. Taxonomía del fruto	21
Tabla n°2. Composición nutricional del aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L)	24
Tabla n°3. Operacionalización de variables (variable independiente)	30
Tabla n°4. Operacionalización de variables (variable dependiente).....	31
Tabla n°5. Tipo de diseño de investigación: Experimental puro	32
Tabla n°6. Atributos de la superficie de respuesta	33
Tabla n°7. Recolección de información	34
Tabla n°8. Técnicas e Instrumentos	34
Tabla n°9. Personal Administrativo de AgroAndino S.R.L.....	45
Tabla n°10. Personal Producción de AgroAndino S.R.L	45
Tabla n° 11. Información General de Balanza Digital.....	45
Tabla n° 12. Información general de Maquina Cortadora de fruta.....	46
Tabla n° 13. Información General de Horno Deshidratador Pequeño	47
Tabla n° 14. Información General de Horno Deshidratador Grande	48
Tabla n° 15. Información General de Maquina Termoselladora al Vacío	49
Tabla n° 16. Principales proveedores de AgroAndino S.R.L.	50
Tabla n° 17. Principal competencia en Cajamarca.....	51
Tabla n° 18. Principales competidores a nivel nacional	51
Tabla n° 19. Productos que ofrece AgroAndino S.R.L	52
Tabla n° 20. Análisis FODA de la empresa AgroAndino S.R.L.	54
Tabla n° 21. Porcentaje acumulado del tiempo del proceso productivo de un día de trabajo por horas.	60
Tabla n° 22. Porcentaje acumulado de variables en la empresa AgroAndino SRL.....	61
Tabla n° 23. Porcentaje acumulado del problema con la imagen del producto.....	62
Tabla n° 24. Porcentaje acumulado en la disminución de la carga nutricional.....	63
Tabla n° 25. Análisis fisicoquímicos realizados al aguaymanto fresco.....	65
Tabla n° 26. Diagrama Analítico de Proceso del Aguaymanto Deshidratado.....	67
Tabla n° 27. Resultados del Diagnóstico antes de la mejora.	73
Tabla n° 28. Primera muestra para hallar la isoterma de adsorción.....	77
Tabla n° 29. Segunda muestra para hallar la isoterma de adsorción	77
Tabla n° 30. Sustancia seca en porcentaje de masa (SS%)	78
Tabla n° 31. Datos obtenidos de los pesos.	79
Tabla n° 32. Tabla de resultados de la deshidratación a 60°C.....	80
Tabla n° 33. Tabla de resultados de la deshidratación a 70°C.....	81
Tabla n° 34. Tabla de resultados de la deshidratación a 80°C.....	81
Tabla n° 35. Corrida de datos para el cálculo de la Superficie de Respuesta	85
Tabla n° 36. Optimizar respuesta con respecto a L.....	87
Tabla n° 37. Optimizar respuesta con respecto a a*	90

Tabla n° 38. Optimizar respuesta con respecto a b*	92
Tabla n° 39. Optimizar respuesta con respecto a la vitamina C	95
Tabla n° 40. Resultado de los indicadores después de la mejora	96
Tabla n° 41. Análisis de varianza para L	97
Tabla n° 42. Análisis de varianza para a*	98
Tabla n° 43. Análisis de varianza para b*	99
Tabla n° 44. Análisis de la varianza para la vitamina C	100
Tabla n° 45. Inversión de activos tangibles	101
Tabla n° 46. Otros gastos	101
Tabla n° 47. Gastos del personal	102
Tabla n° 48. Gastos del supervisor	102
Tabla n° 49. Costos proyectados - Aplicación de las curvas de secado y superficie de respuesta	103
Tabla n° 50. Análisis de los indicadores – Escenario óptimo	104
Tabla n° 51. Análisis de la demanda insatisfecha	104
Tabla n° 52. Ingresos proyectados – Escenario óptimo	104
Tabla n° 53. Flujo de caja neto proyectado – Escenario óptimo	105
Tabla n° 54. Indicadores de evaluación – escenario óptimo	105
Tabla n° 55. Tasa COK	106
Tabla n° 56. Análisis de los indicadores – Escenario pesimista	107
Tabla n° 57. Ingresos proyectados - Escenario pesimista	107
Tabla n° 58. Flujo de caja neto proyectado - Escenario pesimista	107
Tabla n° 59. Indicadores de evaluación - Escenario pesimista	108
Tabla n° 60. Análisis de los indicadores - Escenario optimista	108
Tabla n° 61. Ingresos proyectados - Escenario optimista	109
Tabla n° 62. Flujo de caja neto proyectado - Escenario optimista	109
Tabla n° 63. Indicadores de evaluación - Escenario optimista	109
Tabla n° 64. Cuadro resumen de escenarios	110
Tabla n° 65. Principales Exportaciones Mundiales - Código Sistema Armonizado 081340, en miles de dólares	120
Tabla n° 66. Principales Importaciones Mundiales - Código Sistema Armonizado 081340, en miles de dólares	120
Tabla n° 67. Empresas exportadoras de frutas deshidratadas	121
Tabla n° 68. Principales mercados de destino para las exportaciones de Aguaymanto deshidratado	121
Tabla n° 69. Trabajo semanal (cosecha del 23 Abril del 2016)	122
Tabla n° 70. Proceso productivo por día	122
Tabla n° 71. Stock de productos terminados	123
Tabla n° 72. Calibración del H5 por horas	124
Tabla n° 73. Reordenamiento de coches en el H5 (calibración)	125
Tabla n° 74. Calibración del H6 por horas	126
Tabla n° 75. Reordenamiento de coches en el H6 (calibración)	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1. Contenido de humedad en función del tiempo de secado.	12
Figura n° 2. Obtención de datos experimentales para la construcción de curvas de secado.....	12
Figura n° 3. Primera curva de secado	13
Figura n° 4. Segunda curva de secado	15
Figura n° 5. Superficie de respuesta en dos dimensiones	19
Figura n° 6. Superficie de respuesta tridimensional	20
Figura n° 7. Gráfica de contornos.....	20
Figura n° 8. Organigrama de AgroAndino S.R.L.	44
Figura n° 9. Diagrama Causa - Efecto Problemas con la imagen del producto.....	55
Figura n° 10. Diagrama Causa - Efecto Disminución de la carga nutricional en el P.T.	58
Figura n° 11. Diagrama de Pareto del proceso productivo de un día de trabajo en horas.	60
Figura n° 12. Diagrama de Pareto del método de las 5M's	61
Figura n° 13. Diagrama de Pareto del problema con la imagen del producto.	62
Figura n° 14. Diagrama de Pareto de la disminución de la carga nutricional en el P.T.	63
Figura n° 15. Diagrama de Flujo del Aguaymanto Deshidratado	64
Figura n° 16. Diagrama de operaciones del aguaymanto deshidratado.....	66
Figura n° 17. Recorrido del producto en la planta.	69
Figura n° 18. Esquema de proceso Productivo del Aguaymanto Deshidratado	71
Figura n° 19. Diseño de la Propuesta de Mejora en AgroAndino S.R.L	75
Figura n° 20. Gráfico de la isoterma de adsorción	80
Figura n° 21. Humedad del producto con relación al tiempo de deshidratación.....	82
Figura n° 22. Velocidad de secado con relación al tiempo de deshidratación.....	83
Figura n° 23. Velocidad de secado con relación a la humedad.....	84
Figura n° 24. Diagrama de Pareto estandarizada para L.	85
Figura n° 25. Gráfica de efectos principales con respecto a L.	86
Figura n° 26. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las variables temperatura, humedad relativa con respecto a L.	86
Figura n° 27. Diagrama de Pareto estandarizada para a*.	88
Figura n° 28. Gráfica de efectos principales para a.....	88
Figura n° 29. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las variables temperatura, humedad relativa con respecto a a*	89
Figura n° 30. Diagrama de Pareto estandarizada para b*.	90
Figura n° 31. Gráfica de efectos principales para b*	91
Figura n° 32. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las variables temperatura, tiempo con respecto a b*	91
Figura n° 33. Diagrama de Pareto estandarizada para la vitamina C	93
Figura n° 34. Gráfica de efectos principales para la vitamina C	93

Figura n° 35. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las vitamina C, tiempo y temperatura	94
Figura n° 36. Flujo de caja proyectado – Escenario óptimo	105
Figura n° 37. Flujo de caja proyectado - Escenario pesimista.....	108
Figura n° 38. Flujo de caja proyectado - Escenario optimista	109
Figura n° 39. Reordenamiento de coches en el horno 5	125
Figura n° 40. Reordenamiento de los coches en el horno 6.....	127
Figura n° 41. Layout de la empresa AgroAndino SRL.....	128
Figura n° 42. Determinación de acidez	129
Figura n° 43. Pesado de fruta	129
Figura n° 44. Trituración de fruta.....	130
Figura n° 45. Determinación de humedad.....	130
Figura n° 46. Descerado de fruta	131
Figura n° 47. Horno de trabajo	131
Figura n° 48. Preparación de bandejas	132
Figura n° 49. Estufa Programada é inicio del proceso de secado convectivo	132
Figura n° 50. Muestras de las corridas para la superficie de respuesta	133

ANEXO

ANEXO 01. Principales exportaciones, importaciones empresas exportadoras y principales mercados de fruta deshidratada y aguaymanto.	120
ANEXO 02. Proceso productivo por día en la empresa AgroAndino S.R.L.....	122
ANEXO 03. Stock de productos terminados.....	123
ANEXO 04. Evaluación de deshidratación en los hornos 5 y 6	124
ANEXO 05. Layout de la empresa AgroAndino SRL.....	128
ANEXO 06. Análisis físico químico del aguaymanto orgánico	129
ANEXO 07. Mantenimiento y supervisión adecuada del nuevo horno.	134

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la empresa AgroAndino S.R.L. perteneciente al sector productivo, esta se dedica a la deshidratación de fruta, siendo su principal producto el aguaymanto deshidratado orgánico, su principal problema es el cambio de color del producto ya que la empresa oferta un “Golden Berry” deshidratado de color amarillo naranja pero muchas veces toma un color marrón, generando problemas en la imagen y calidad de producto, por otra parte como la empresa está en crecimiento requiere la adquisición de un nuevo horno con las condiciones idóneas para la utilización de la tecnología incrementado así sus ventas; de allí que el propósito de la presente investigación consistió en determinar la influencia de la temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico para optimizar la carga nutricional y el color del producto en la empresa AgroAndino S.R.L., teniendo como hipótesis que mediante la influencia de la temperatura y la humedad relativa en proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico el valor nutricional aumentará y el color marrón cambiará a amarillo naranja. El estudio se realizó mediante pruebas de secado, análisis físico – químicos y la recolección de información a través de entrevistas, análisis documental, guía de observación y toma de datos. Se midió la carga nutricional mediante la cuantificación de la vitamina C y el color del producto en términos de L^* , a^* , b^* (luminosidad, matiz y saturación). La información obtenida se procesó en Excel y se realizó un modelamiento de superficie de respuesta mediante el Software Statgrafic consolidando los resultados en tablas y figuras, también se desarrolló una evaluación económica mediante la metodología costo – beneficio. De acuerdo a los resultados para la vitamina C, la temperatura influye significativamente en su optimización con un valor $-P$ menor de 0.05 y un R^2 de 99.9989%, en cuanto al color para los indicadores L^* y b^* , la temperatura y la humedad relativa influyen significativamente con un valor $-P$ menor de 0.05 y un R^2 de 99.7826% para L^* y 99.9724% para b^* , en cuanto al indicador a^* , sólo la temperatura presenta un valor- P menor de 0.05 con un R^2 de 97.5471%. Se determinó que la temperatura de deshidratación óptima para lograr una menor pérdida de vitamina C es de 63.23°C. Para que el aguaymanto deshidratado tenga un color más claro la temperatura tiene que ser de 60 °C y llegar una humedad relativa de 40% y si se desea obtener un aguaymanto deshidratado más amarillo la temperatura debe ser de 66.78°C. En cuanto a la evaluación económica, se obtuvo un VAN de 150 532.70 soles, con un TIR de 185% y por cada sol de inversión retorna 4.74 soles de rentabilidad. Y finalmente se obtuvo un CPPC de 18.69%, concluyendo que el proyecto es viable. Para la aplicación de esta investigación se tiene que tener la debida disponibilidad de laboratorio y los equipos, tomar datos más acercados a la realidad para obtener resultados óptimos.

Palabras claves: Carga nutricional, color del producto, curvas de secado, superficie de respuesta, CIELAB.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the company AgroAndino S.R.L. Pertaining to the productive sector, this one is dedicated to the dehydration of fruit, being its main product the organic dehydrated aguaymanto, its main problem is the color change of the product since the company offers a "Golden Berry" dehydrated of yellow orange color but many Sometimes takes a brown color, generating problems in the image and quality of product, on the other hand as the company is in growth requires the acquisition of a new furnace with the ideal conditions for the use of the technology thus increased its sales; The purpose of the present investigation was to determine the influence of temperature and relative humidity in the process of dehydration of the organic aguaymanto to optimize the nutritional load and the color of the product in the company AgroAndino SRL, having as hypothesis that Influence of temperature and relative humidity in dehydration process of the organic aguaymanto the nutritional value will increase and the brown color will change to yellow orange. The study was performed through drying tests, physical - chemical analysis and the collection of information through interviews, documentary analysis, observation guide and data collection. The nutritional load was measured by quantifying vitamin C and product color in terms of L^* , a^* , b^* (brightness, hue and saturation). The information obtained was processed in Excel and a response surface modeling was performed using the Statgrafic Software, consolidating the results into tables and figures. An economic evaluation was also developed using the cost - benefit methodology. According to the results for vitamin C, the temperature significantly influences its optimization with a P-value less than 0.05 and an R2 of 99.9989%, as regards color for the L^* and b^* indicators, temperature and relative humidity Have a significant P-value of less than 0.05 and an R2 of 99.7826% for L^* and 99.9724% for b^* , as for indicator a^* , only the temperature has a P-value of less than 0.05 with an R2 of 97.5471% . It was determined that the optimum dehydration temperature to achieve a lower vitamin C loss is 63.23 ° C. In order for the dehydrated aguaymanto to have a lighter color the temperature must be 60 ° C and a relative humidity of 40% and if it is desired to obtain a dehydrated aguaymanto plus yellow the temperature must be 66.78 ° C. As for the economic evaluation, a NPV of 150 532.70 soles was obtained, with a TIR of 185% and for each investment sol returns 4.74 soles of profitability. And finally a CPPC of 18.69% was obtained, concluding that the project is viable. For the application of this research has to have the proper availability of laboratory and equipment, take data closer to reality for optimal results.

Key words: *Nutritional load, product color, drying curves, response surface, CIELAB.*

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las empresas deshidratadoras enfrentan diversos problemas en el proceso productivo pero el mercado ofrece una variedad de herramientas para una mayor eficiencia. La empresa AgroAndino S.R.L. se dedica a la deshidratación de fruta, siendo su principal producto el aguaymanto deshidratado orgánico. Para mejorar el proceso productivo es imprescindible realizar ensayos experimentales de secado, para conocer el contenido de humedad a través del tiempo, la velocidad de secado de un alimento bajo determinadas circunstancias y establecer de manera óptima las condiciones de secado, en las cuales se mantiene mejor el valor nutricional y color del producto. Se sabe que la empresa tiene una demanda insatisfecha de dos toneladas por lo cual vamos a incrementar las ventas.

En la actualidad muchas personas y negocios de países Europeos, Asiáticos, Estados Unidos y Canadá, han empezado a enfatizar en los productos orgánicos, por ello han construido mercados de solo productos ecológicos y orgánicos como el aguaymanto deshidratado. (Arándanos y berries del Perú, s.f.) Dentro del ranking de exportaciones mundiales del sistema armonizado 081340 correspondiente a frutos secos, destacan los países asiáticos como Tailandia participando en el mercado con el 42, 46%, China con 9, 94% y USA con el 7, 94% (ver Tabla n° 65). (Arex, s.f.)

Asimismo, tenemos las principales importaciones mundiales del sistema armonizado 081340 destaca Vietnam con 28, 58% en las importaciones totales, con un monto de US\$ 237, 754, Estados Unidos que creció en 17, 80%, importando una cantidad de US\$ 95, 636, entre otros. (Ver Tabla n°66). (Arex, s.f.)

Las principales zonas productoras de aguaymanto en el Perú es la Sierra Norte (Cajamarca y parte de Amazonas); la Sierra Central (Ancash, Huánuco y Huancayo) y Sierra Sur (Cuzco, Puno y Ayacucho). (Agricultura andina Inca, 2009)

A nivel nacional tenemos empresas peruanas exportadoras de fruta deshidratada, de las cuales destaca Villa Andina, que exportó una cantidad de US\$ 257, 780, en el año 2012, la empresa Ecoandino, que en el año 2008 fue de US\$ 13, 666 y AgroAndino que en el año 2010 exportó US\$ 12, 848 y en el 2012 despachó US\$ 68, 702 (ver Tabla n° 67) (Arex, s.f.) Y en la actualidad es la primera empresa nacional en exportar aguaymanto deshidratado. Además, sabemos que las exportaciones de aguaymanto deshidratado están dirigidas principalmente al mercado de Europa 60%, Norteamérica 25% y lo restante es a Asia. (Gestión, 2017).

En la región Cajamarca existen aproximadamente 369 hectáreas dedicadas al cultivo de esta planta y arroja una producción promedio de 5 166 TN, debiéndose el alto rendimiento de la producción por el abonamiento y realización de poda, el uso de controladores biológicos entre otros. En el 2013, tenemos a estas como principales zonas de producción. Magdalena (San Cristobal, Cumbico, Callatpampa); Matara; San Pablo (Yamincha, La Chonta, El Ingenio); Chetilla; San Marcos (Juquit); Bambamarca (Cashapampa, La Hualga, Huangamarca, Chaquil, Huilcate, Cachapampa, Liclipampa, Clinshacucho); Hualgayoc (Moran pata, Ojos Corral); Huasmín (Tahuan); Celendín (Poyunte).

La empresa AgroAndino S.R.L. tiene 10 años de fundación perteneciendo al sector productivo, además comercializa productos agrícolas de los pequeños agricultores de los Andes de Perú y en conjunto con la municipalidad de San Pablo y el gobierno regional de Cajamarca, fomenta la producción y la transformación de aguaymanto y otros frutos deshidratados. Tiene como productos al aguaymanto deshidratado orgánico, mango deshidratado orgánico, banano deshidratado orgánico, piña deshidratada orgánica, centrándonos en el proceso productivo del aguaymanto deshidratado ya que tiene una producción continua. (AgroAndino S.R.L., s.f.)

En el **proceso del horno** se tiene deficiencias ya que se desconoce exactamente la graduación de la temperatura y el tiempo de funcionamiento del equipo, adecuados para la deshidratación del aguaymanto, además no hay un debido control de la humedad. Por ello es necesario determinar las condiciones óptimas de operación de los hornos.

En AgroAndino S.R.L., se simuló el proceso de los dos hornos grandes H5 y H6 (aire convectivo), especificando la hora de entrada, hora en que se han reordenado los coches, teniendo en cuenta la temperatura, para tener un dato acertado de obtener un color óptimo de aguaymanto deshidratado y en el H5 (Ver Figura N° 39) se tiene un mejor ordenamiento de coches, porque la temperatura es descendente y no hay un cambio brusco obteniendo una mejor uniformidad de color, a diferencia del H6 (Ver Figura N° 40), vemos un aumento de temperatura por ende un cambio brusco que puede cambiar el color de la fruta deshidratada.

Dependiendo de las condiciones del proceso en algunas ocasiones llega a alterarse los componentes bioactivos, nutritivos, color y textura. El principal problema para la empresa AgroAndino S.R.L. es el cambio de color del producto de amarillo naranja a un color marrón y debido a eso no se arriesgan a la adquisición de un nuevo horno que pueda cubrir la demanda insatisfecha, para ello se requiere un control de las variables que influyen significativamente en el proceso de deshidratación, así los hornos van a funcionar con las condiciones idóneas para lograr un producto de calidad.

Debido a los problemas encontrados en el aguaymanto deshidratado, en el proceso de deshidratación es necesario determinar la influencia de la temperatura y humedad relativa mediante la aplicación de la superficie de respuesta. La metodología de la superficie de respuesta es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en los que una variable de interés es influenciada por otras. El objetivo es de optimizar la variable de interés. Esto se logra al determinar las condiciones óptimas de operación del sistema. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

La aplicación de la superficie de respuesta nos brindará información útil para la optimización del color y la carga nutricional así como también nos permitirá tener un mayor control de las variables más relevantes.

1.2. Formulación del problema.

¿En qué medida influye la temperatura y la humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico para optimizar la carga nutricional y el color del producto?

1.3. Justificación del problema.

En la justificación teórica, la investigación a través del análisis de la temperatura y humedad relativa mediante la aplicación de las curvas de secado y la superficie de respuesta, se optimizará el proceso de deshidratación del aguaymanto que afecta la carga nutricional y el color del producto.

En la justificación aplicada o práctica, se pretende mejorar el proceso productivo en la línea de producción del aguaymanto deshidratado de la empresa AgroAndino S.R.L, mediante el conocimiento de la temperatura y humedad relativa en el aguaymanto que permitirá tener un mejor control en el proceso de adsorción y deshidratación.

Para la justificación valorativa, permitirá mejorar el proceso de deshidratación del aguaymanto, logrando que la empresa brinde un mejor producto a sus clientes y genere una buena imagen.

En la justificación académica, servirá como guía para aquellos estudiantes y profesionales que quieran realizar investigaciones referentes a la influencia de temperatura y humedad relativa en la deshidratación del aguaymanto.

1.4. Limitaciones

El acceso a la información de la empresa AgroAndino S.R.L, pero con la información adquirida basta para realizar el estudio de investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

Determinar la Influencia de la temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico para optimizar la carga nutricional y el color del producto en la empresa AgroAndino S.R.L.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Identificar y analizar en el proceso de deshidratación del aguaymanto la maquinaria y condiciones idóneas de la empresa AgroAndino S.R.L.
- Determinar las curvas de secado y superficie de respuesta en la deshidratación del aguaymanto para mejorar y tener más control en el proceso de deshidratación en la empresa AgroAndino S.R.L.
- Evaluar el proceso productivo del aguaymanto deshidratado antes y después de la aplicación de las curvas de secado y superficie de respuesta en la empresa AgroAndino S.R.L.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora mediante la metodología costo – beneficio en la empresa AgroAndino S.R.L.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

- (Cortés, Betancourt, Rojano, López, & Arenas, 2012) en su tesis “Evaluación de las propiedades termodinámicas de sorción de la Uchuva”, de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín - Colombia. Sustentan que el agua en las frutas estimula diversas reacciones químicas que afectan la calidad del producto como también la actividad del agua en los productos alimenticios es equivalente a la humedad relativa del aire en equilibrio con el producto. Se ha determinado el estado del equilibrio termodinámico de sorción entre la humedad relativa del aire que circunda el adsorbente y la actividad de agua en la fruta, es un prerrequisito básico para entender los procesos de transferencia de masa.

Tiene como objetivo principal determinar el efecto de la temperatura en las isothermas de sorción y en las propiedades termodinámicas de sorción (calor isostérico y energía libre de Gibbs) de agua en la uchuva en un rango de temperatura de los 25 - 60°C. Además se evaluaron siete modelos de isothermas de sorción como la energía libre de Gibbs, GAB, BET, SMITH, el modificado de Hasley, el modificado de Chung – Pfof, el modificado de Oswin y el modificado de Henderson. Teniendo al modelo GAB como el más adecuado para describir las curvas de sorción. Se tuvo como resultado que las humedades de las isothermas de sorción de la uchuva a 4 temperaturas (25, 35, 50 y 60°C) y los diferentes niveles de humedad relativa fueron determinados mediante el uso del método gravimétrico estático. El contenido de humedad en el equilibrio aumenta con la disminución de la temperatura con una humedad relativa constante.

Este artículo científico tiene relación con el trabajo de estudio en el tema de isothermas de adsorción, sorción entre la humedad relativa del aire y la actividad del agua en la fruta.

- (Tenezaca, 2013) en su tesis “Evaluación nutricional de la Uvilla deshidratada, a tres temperaturas mediante un deshidratado de bandejas”. De la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobama – Ecuador. Sustenta que en la industria alimentaria una de las técnicas más usada para la conservación de alimentos es la deshidratación, esta técnica trata de preservar la calidad de los alimentos bajo la actividad del agua (aw), disminuyendo la cantidad de humedad, previniendo el deterioro y contaminación microbiológica de los mismos durante el almacenamiento del producto. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la carga nutricional y microbiológica de la uvilla fresca y deshidratada, establecer las condiciones óptimas de secado y el grado de aceptación de la uvilla deshidratada por medio de tres temperaturas (60, 70 y 80°C), obteniendo que a mayor temperatura menor es el tiempo de deshidratación.

También, se estableció la temperatura óptima de secado usando el porcentaje de pérdida de vitamina C en las distintas muestras de temperaturas. Por último, se usó el análisis

físico, químico y microbiológico de la uvilla fresca y deshidratada con menor pérdida de vitamina C, estableciendo el grado de aceptación de la uvilla deshidrata usando una escala hedónica de tres puntos. Espero sirva este trabajo en la industria alimentaria la cual se especializa en productos deshidratados, para aumentar el consumo de dicho producto, debido a las bondades que tiene.

Esta tesis tiene relación con la carga nutricional del aguaymanto, para prevenir su deterioro y contaminación microbiológica (pardeamiento enzimático), además establece las condiciones óptimas del secado en el proceso del horno.

- (Duque, Villamizar, & Giraldo, 2011), en su artículo científico “Evaluación de las técnicas de secado de uchuva y mora con aire caliente y aire caliente – microondas”. En la revista Tumbaga. Colombia. Manifiesta en este trabajo la eficiencia de la reducción del agua de frutas de la uchuva y la mora, por medio de métodos de secado con aire caliente (SAC) a 35 °C, y secado combinado de aire caliente y microondas (SAC-MW), a los productos de la uchuva y la mora entera y en mitades, se les evaluó las variables de tiempo de secado, color (ΔE) y textura.

Los resultados obtenidos mostraron que el secado con SAC-MW es más eficiente que el SAC, ya que las frutas requieren de menor tiempo para alcanzar el equilibrio. La fruta de uchuva entera, secada por SAC-MW y por SAC, alcanzó el equilibrio a los 600 min y a los 7280 min, respectivamente. La uchuva en mitades alcanzó el equilibrio por SAC-MW a los 300 min y por SAC a los 2960 min. En el caso de la mora entera, secada por SAC-MW, se alcanzó el equilibrio a los 720 min. Y por SAC a los 5760 min. Ello demuestra que el efecto de las MW acelera el proceso. El color y la textura no presentaron diferencia estadística entre los procedimientos. Además, los tratamientos no presentan una influencia directa en la modificación del color; sin embargo, entre el proceso la textura presentaba un comportamiento inverso.

El artículo científico está relacionado con la técnica de secado, que es por aire caliente ya que este no hace variar el color de la fruta en el proceso de deshidratación.

- (Aredo, Arteaga, Benites, & Gerónimo, 2012) en la publicación de su artículo científico “Comparación entre el secado convectivo y osmoconvectivo en la pérdida de vitamina C de Aguaymanto con y sin pre-tratamiento de NaOH”, en la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú. Se evaluó la pérdida de vitamina C en el secado de aguaymanto, las muestras fueron separadas en dos grupos sumergiendo a uno de estos en una solución de 1.5% NaOH por 5 segundos a 80°C y al otro grupo en agua a las mismas condiciones, luego cada grupo se dividió en dos subgrupos a uno de los cuales se le sometió posteriormente a un secado convectivo (60°C y 3 m/s) a las mismas condiciones del anterior y tuvo también una deshidratación osmótica al vacío (40°C, 65°Brix, 540 mmHg

por 4 horas), y se usó un parámetro de parada del proceso un 20% de humedad del producto.

Al aguaymanto deshidratado se le determinó el contenido de vitamina C y la humedad. Se determinó que en la deshidratación osmoconvectiva se dan mayores pérdidas de vitamina C que en por secado convectivo, y el pretratamiento con NaOH influye positivamente facilitando la transferencia de masa en los procesos de secado generando también menores pérdidas de la vitamina. Se recomienda deshidratar el aguaymanto convectivamente a 60°C y a 3 m/s, haciendo un pretratamiento e NaOH al 1.5% por 5 seg. A 80° para evitar la pérdida de vitamina C.

El trabajo anterior tiene relación con el nuestro en evaluar la pérdida de vitamina C en el secado de aguaymanto y se determinó que se tiene que procesar la fruta a 60°C y a 3 m/s.

- (Rossi, y otros, s.f.) en su artículo científico “Efecto de la temperatura y sinergismo de sacarosa, sacarina y sugar lighth en la deshidratación osmótica de aguaymanto”, de la Universidad Nacional de Trujillo, 2012. Trujillo – Perú. Investigaron el efecto sinérgico de tres solutos en distintas combinaciones de soluciones a una concentración de 30° Brix. Para el estudio se utilizó aguaymantos de 1.5 cm de diámetro evaluados a 3 horas, determinando la difusión efectiva promedio del agua y sólidos solubles, utilizando para el diseño y análisis estadístico el diseño Simplex con centroide Ampliado que corresponde a la metodología de superficie de respuesta.

Este diseño corresponde a un triángulo que representa todo el universo de posibilidades de mezcla en proporción para la deshidratación osmótica de aguaymanto. El análisis estadístico se hace para evaluar la pérdida de agua, ganancia de sólidos solubles y análisis sensorial (sabor y apariencia), se procedió en determinar los coeficientes de correlación para los modelos lineal, cuadrático y cubico respectivamente, y el análisis de varianza para cada uno de los modelos que sirvió para elegir el modelo más significativo y con mejor ajuste en el cual se construyeron las superficies de respuesta correspondientes. Se encontró que las muestras pertenecientes al Tratamiento 6 (0.5% sacarina y 0.5% sugar light) hay mayor ganancia de sólidos solubles y la mejor temperatura a la que se dio fue a 53 °C.

En lo que se refiere a las características organolépticas como el sabor, se encontró que fue mayor en las soluciones con mayor proporción de sacarosa, y menor en la sacarina. También se percibió que en cuanto a apariencia, esta se dio de manera más considerable en los Tratamientos que contienen un mayor contenido de sacarosa, así mismo en la interacción de sacarina con sugar light.

Esta investigación tiene la relación de utilizar la superficie de respuesta que corresponde a un triángulo que representa todo el universo de posibilidades de mezcla en proporción

para la deshidratación del aguaymanto. Es un análisis estadístico que se hace para evaluar la pérdida de agua, ganancia de sólidos solubles y mejorar el análisis sensorial (sabor y apariencia).

- Reina (2015), en su tesis “Efecto del proceso de deshidratación de la pulpa concentrada de uvilla (*Physalis peruviana*) con adición de pulpa de tomate de árbol amarillo (*Solanum betaceum*) sobre el color y la capacidad antioxidante”. De la Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito – Ecuador. Sustenta que tiene como estudio determinar el proceso de deshidratación por aire de la pulpa concentrada de uvilla con adición de pulpa de tomate de árbol amarillo hasta la obtención de láminas de fruta; además se determinó el color y la capacidad antioxidante antes y después del proceso de deshidratación.

La concentración se realizó en una mezcla de 80% - 20% (fruta – azúcar) a una temperatura de 50 °C, hasta alcanzar los 50 °Brix. En la deshidratación se aplicaron cuatro tratamientos: 50°C y 4 mm, 50° C y 2 mm, 60°C y 4 mm, 60° C y 2 mm. Se midió el color en términos de L*, a*, b* (luminosidad, matiz y saturación) antes y después de cada tratamiento (colorímetro de superficie), de acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento 1 (50 °C y 4 mm) presentó la mayor capacidad antioxidante, con 20.69 $\mu\text{mol eq Trolox}/100\text{ g muestra}$ con el método ABTS+ y 0.35 $\mu\text{mol eq Trolox}/100\text{ g muestra}$ con el método DPPH, en relación a los otros tratamientos, y obtuvo los valores más altos en luminosidad, matiz y saturación. Y los tratamientos 1 y 3 que permanecieron mayores tiempos en el deshidratador y tuvieron mayor espesor presentaron mayor capacidad antioxidante con relación a los tratamientos 2 y 4 de menor espesor y menores tiempos de deshidratación.

Tiene relación en determinar el proceso de deshidratación por aire de la pulpa concentrada de aguaymanto, utilizando el método de Cielab, además de determinar el color óptimo de la fruta y una adecuada carga nutricional.

Tenemos empresas peruanas exportadoras de aguaymanto deshidratado tales como:

- **VillaAndina S.A.C.**

Fundada en el año 2007 y tiene como objetivo desarrollar productos de primera calidad de alimentos naturales orgánicos que hacen una contribución real a la mejora en la dieta humana. Han creado un modelo de negocio que implica trabajar con la amplia variedad de materias primas biodiversas del Perú y contribuye a mejorar las condiciones de vida en comunidades rurales.

Empezó vendiendo pequeñas cantidades de aguaymanto al mercado internacional. La excelente aceptación que recibió su producto les hizo tomar la decisión de pasar al departamento de Cajamarca, en los Andes del Norte del Perú, donde hay un mejor cultivo

de aguaymanto. Se tomó la decisión de establecer su operación en La Huaraclla, un pequeño pueblo a 15 minutos de Cajamarca, debido a sus características geográficas, climáticas y socio-económicas. Su modelo de negocio es ser un tanto social como una empresa ruralmente responsable. Se involucran activamente con las comunidades agrícolas rurales, participan en sus fiestas y trabajan con más de 5.000 agricultores

Villa Andina cuenta con un departamento especializado en el diseño y formulación de proyectos de desarrollo financiados por la cooperación internacional y los programas de extensión del gobierno peruano. Estos proyectos de desarrollo se dirigen a aumentar la productividad agrícola y mejorar las condiciones de vida de los productores rurales. A medida que desarrollan sus actividades en la misma zona y junto a los agricultores con los que trabajan acortan la cadena de suministro y hacen una conexión más directa entre el campo y el consumidor final. (Villandina, s.f.)

- **Ecoandino S.A.C.**

Son una empresa peruana dentro del sistema orgánico, dedicándose al cultivo, procesamiento y comercialización de súper alimentos ancestrales de la biodiversidad andina y amazónica desde 1998. Desarrollan sus actividades agrícolas y de procesamiento en diferentes pisos ecológicos de la región central del Perú. Así tienen como sus centros de abastecimientos en Oxapampa, Junín, Satipo, Pampas, Huanta, Concepción, Jauja y Huánuco donde trabajan integrados con pequeños productores agrícolas, que han mantenido los cultivos hereditarios y los que consideran como fuente principal de sus ingresos. Están comprometidos con los principios del Biocomercio, Comercio Justo, Desarrollo Sostenible y Conservación del Medio Ambiente.

Tienen un personal calificado, capacitado y experimentados profesionalmente. Son comprometidos con el desarrollo rural mediante la promoción agroindustrial de los cultivos ancestrales y tradicionales que efectivamente mejoren la calidad de vida de la población vinculada a la cadena de valor de su agroindustria.

En su moderna Planta de Procesamiento de Alimentos Orgánicos desarrollan y producen súper alimentos de mayor valor agregado. Cuentan con las más avanzadas máquinas para elaborar producto de alta calidad con las mejores certificaciones de Buenas Prácticas Manufactureras (BPM) del Sistema HACCP y Certificación ISO. Muchas de sus máquinas han sido diseñadas y fabricadas especialmente para ellos y de esta manera pueden procesar adecuadamente los súper alimentos que comercializan.

Entre los productos que elaboran están aguaymanto deshidratado y en mermelada, café tostado en granos enteros molino y harina de café, harina de kion, maca en polvo, gelatinizada y en cápsulas, quinua precocida, gelatinizada, en harina y en granos, harina

de algarrobo, cacao, camu camu, lúcuma en polvo, maíz morada en polvo y en granos, y harina de uña de gato. (Ecoandino, s.f.)

- **Peruvian Heritage S.A.C.**

Fundada en 1999 con el objetivo de ofrecer al mundo los mejores productos naturales peruanos combinado con el conocimiento científico de avanzada. Sus productos terminados cuentan con certificaciones de Buenas Prácticas de Manufactura GMP e ISO 9002. (Peruvian Heritage, s.f.)

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Temperatura

La temperatura desempeña un factor importante en el proceso de secado, conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles. En la práctica del secado, la elección de la temperatura se lleva a cabo tomando en consideración la especie que se vaya a someter al proceso. (Tenezaca, 2013)

Fito et al. y Valdés señalan que la temperatura es un factor relevante a considerar, debido a que su incremento aumenta la difusividad de agua dentro del producto, el exceso de temperatura puede provocar deterioro de la calidad al presentarse reacciones de pardeamiento, formación de costras superficiales y gelatinización o caramelización del producto (como se citó en Reina, 2015).

2.2.1.1. Temperatura de bulbo seco: es aquella del ambiente, se mide con instrumentación ordinaria como un termómetro de mercurio. (Tenezaca, 2013)

2.2.1.2. Temperatura superficial: es la de la especie a secar, generalmente se mide por medio de un sensor infrarrojo. (Tenezaca, 2013)

2.2.2. Humedad relativa

Cantidad de vapor de agua que hay en la atmósfera. Se expresa comúnmente en tanto por ciento:

$$\text{Humedad relativa} = 100 \left(\frac{\text{Cantidad de vapor de agua}}{\text{Cantidad de vapor de agua en saturación}} \right)$$

La humedad relativa es 100% si el vapor está saturado, y 0% si no hay en absoluto vapor de agua. Entre menor humedad relativa tenga el aire este tendrá mayor capacidad para absorber y retener la humedad. También la humedad en el aire determinará el nivel de humedad del producto a deshidratar. El aire es capaz de transportar agua. La forma que adopta el agua en el aire es como vapor. Mientras mayor sea la temperatura en el aire, tanto mayor será su capacidad de transporte, pues su humedad específica será menor y podrá contener mayor vapor antes de alcanzar el punto de saturación. (Giraldo, 2014)

2.2.3. Generalidades de las curvas de secado

Un proceso de secado es usualmente descrito por diagramas construidos con las siguientes coordenadas. (Proceso de secado, s.f.)

- I. Contenido de humedad del material contra Tiempo de secado (1° Curva de secado)
- II. "Flux" de secado contra contenido de humedad del material (2° Curva de secado)
- III. Temperatura del material contra contenido de humedad

Estas curvas son obtenidas bajo condiciones de laboratorio donde se mide el cambio de masa y temperatura con el tiempo a base de muestreo. (Proceso de secado, s.f.)

2.2.4. Curvas de secado

Una típica curva de secado se obtiene al representar el contenido de humedad libre frente al tiempo de secado. (Ibarz & Ribas, 2005)

Son curvas construidas a partir de datos experimentales que dan información sobre la velocidad de secado de un alimento bajo determinadas condiciones. Se obtienen preferiblemente en un equipo que reproduzca lo más fielmente posible el equipo de proceso usando condiciones de aire que se asemejen a las que se usan en el mismo. (FUNDAMENTOS DE SECADO, EXTRACCION SOLIDO-LIQUIDO Y DESTILACION: A. TECANTE)

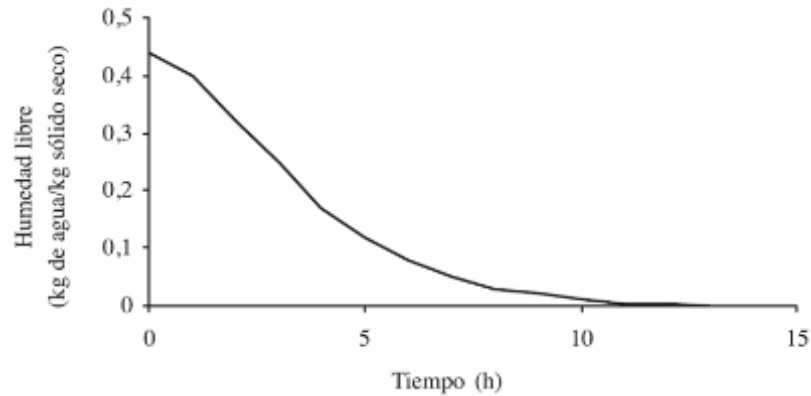


Figura n° 1. Contenido de humedad en función del tiempo de secado.

Fuente: Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos.

La información obtenida de estas curvas es útil para propósitos de:

1. Estimar el tamaño del secador
2. Establecer las condiciones de operación
3. Calcular, estimar o aún predecir el tiempo de secado

2.2.4.1. Determinación experimental

El dispositivo experimental debe ser lo más semejante posible al equipo en donde se efectúa realmente el secado y las condiciones del aire deben ser constantes.

El experimento consiste en registrar el cambio de la masa del alimento con el tiempo.

Este cambio se debe a la pérdida de agua y está relacionado con la humedad del alimento y las propiedades del aire. (FUNDAMENTOS DE SECADO, EXTRACCION SOLIDO-LIQUIDO Y DESTILACION: A. TECNANTE)

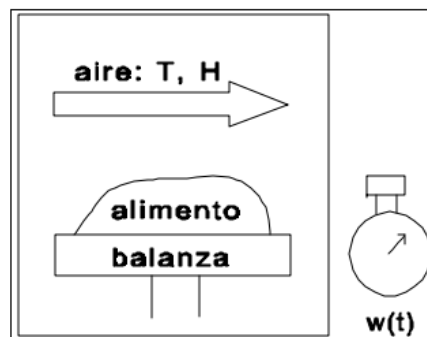


Figura n° 2. Obtención de datos experimentales para la construcción de curvas de secado

Fuente: Fundamentos de secado, extracción de sólido, líquido y destilación.

2.2.4.2. Tratamiento de los datos experimentales

Para construir las curvas de secado los datos tabulados tiempo y la masa del alimento húmedo obtenidos experimentalmente se transforman en datos de tiempo y humedad base seca. Para ello se usan las siguientes ecuaciones:

$$Hbh = 1 - \frac{W_i * (1 - X_i)}{W_f}$$

$$Hbs = \frac{Hbh}{1 - Hbh}$$

Donde:

Hbh = humedad base húmeda

W_i = peso inicial de la muestra

X_i = humedad inicial de la muestra

W_f = peso final de la muestra

Hbs = humedad base seca

La ecuación permite calcular la humedad de equilibrio, h_e , la cual se utiliza para calcular la humedad libre, hL .

La humedad libre se calcula con la ecuación siguiente

$$hL(t) = hbs(t) - h_e$$

Una vez obtenida la humedad libre, ésta y el tiempo al representarlos gráficamente producen la primera curva de secado.

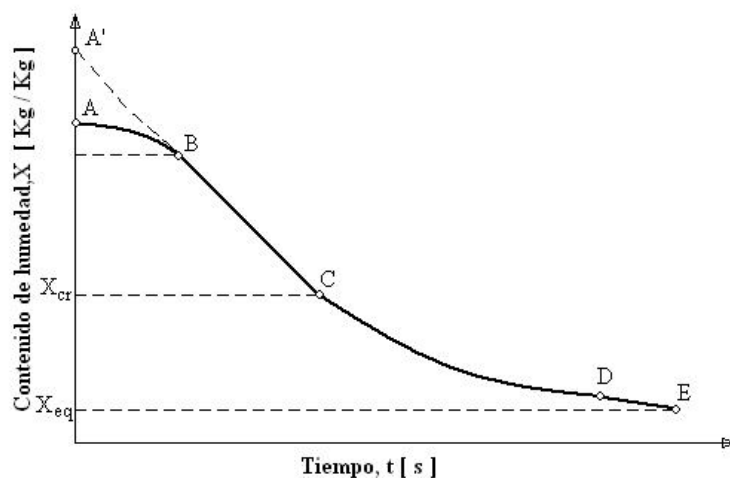


Figura n° 3. Primera curva de secado

Fuente: Proceso de secado (Catarina)

- Región AB: Período de calentamiento La masa del alimento húmedo disminuye sólo un poco debido a la débil contribución del calor sensible a la evaporación de agua.
- Región BC: Período de velocidad constante. En él ocurre buena parte del secado y la pérdida de humedad es directamente proporcional al tiempo.
- Región CD: Primer período de velocidad decreciente.
- Región DE: Segundo período de velocidad decreciente. En ambas regiones la humedad del alimento disminuye menos rápido que en la región BC para incrementos de tiempo iguales.

El punto C es el límite entre el período de velocidad constante y el de velocidad decreciente.

La humedad para la cual se aprecia este límite se denomina humedad crítica, h_c .

Tanto la humedad libre como la humedad crítica están expresadas en base seca.

Para analizar el proceso de secado se grafica el flux de secado contra la humedad libre.

El "flux" de secado se calcula con la ecuación:

$$R = - \frac{m_{ss}}{A} \frac{dhL}{dt}$$

Donde:

A = área de secado, m^2

R = "flux" de secado, $kg / h \times m^2$

El signo negativo en la ecuación aparece porque el término dhL / dt es inherentemente negativo y ya que no tiene sentido físico que R sea negativo es necesario multiplicar por -1.

Los valores de dhL / dt se obtienen derivando la primera curva de secado. Graficando entonces R contra hL se obtiene la segunda curva de secado.

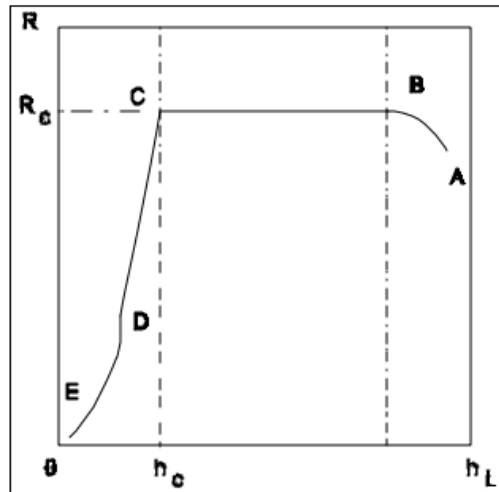


Figura n° 4. Segunda curva de secado

Fuente: Proceso de secado (Catarina)

La segunda curva permite apreciar de una manera más clara las características de los períodos de secado.

- Período BC:

El flux es independiente de la humedad libre, mientras que de C a E hay dos períodos decrecientes.

Este último es el caso más general ya que dependiendo del alimento el período de velocidad decreciente puede ser único.

Existe la posibilidad de que en este período la relación entre R y hL sea lineal. Entonces el análisis de esta parte de la curva se simplifica considerablemente.

2.2.4.3. Estimación del tiempo de secado

A partir de las curvas de secado es posible estimar el tiempo de secado. También es posible hacerlo teóricamente.

El tiempo de secado depende del material, esto define las características que tendrá la curva de secado. El tiempo de secado debe ser determinado separadamente para el primer y segundo periodo de secado. (FUNDAMENTOS DE SECADO, EXTRACCION SOLIDO-LIQUIDO Y DESTILACION: A. TECANTE)

$$t_s = t_C + t_D$$

2.2.4.4. Periodo de secado a velocidad constante

Durante el período de velocidad constante la rapidez de eliminación de humedad del alimento está limitada sólo por la rapidez de evaporación de agua desde la superficie o desde el interior del mismo. Esta rapidez de secado continuará mientras la migración de humedad desde el interior hacia la superficie en la cual ocurre la evaporación sea más rápida que la evaporación que ocurre en la superficie. (FUNDAMENTOS DE SECADO, EXTRACCION SOLIDO-LIQUIDO Y DESTILACION: A. TECANTE)

$$t_C = \frac{x * \rho_s * Lt * \lambda_w (Y_1 - Y_c)}{G * \hat{C}_s * b (T_1 - T_w) [1 - \exp(\frac{-h * Lt}{G * \hat{C}_s * b})]}$$

Donde:

t_C = Tiempo de secado para el periodo de velocidad constante.

x = Espesor del lecho.

ρ_s = Densidad del sólido.

Lt = Longitud de la bandeja.

λ_w = Calor latente a la temperatura T_w .

Y_1 = Contenido inicial de humedad del producto.

Y_c = Contenido de humedad crítico.

G = Densidad del flujo másica del aire.

\hat{C}_s = Calor específico húmedo de la mezcla aire-agua

b = Distancia entre bandejas.

T_1 = Temperatura del aire de entrada de la bandeja.

T_w = Temperatura de bulbo húmedo.

h = Coeficiente de transmisión de calor.

2.2.4.5. Periodo de secado a velocidad decreciente

Después de alcanzar la humedad crítica, el secado continúa a una velocidad decreciente. La velocidad de secado puede ser lineal con respecto a la disminución de humedad. En algunos productos puede haber más de un período de velocidad decreciente. En el período de velocidad constante la superficie del alimento está saturada con agua. Conforme el agua se evapora ocurre migración de agua desde el interior del sólido.

$$t_D = \frac{x * \rho_s * Lt * \lambda_w * Y_c * \ln(Y_C / Y_F)}{G * \hat{C}_s * b (T_1 - T_w) [1 - \exp(\frac{-h * Lt}{G * \hat{C}_s * b})]}$$

Donde:

t_D = Tiempo de secado para el periodo de velocidad decreciente.

x = Espesor del lecho.

ρ_s = Densidad del sólido.

L_t = Longitud de la bandeja.

λ_w = Calor latente a la temperatura T_w .

Y_c = Contenido de humedad crítico.

Y_F = Humedad final del producto

G = Densidad del flujo másica del aire.

\hat{C}_s = Calor específico húmedo de la mezcla aire-agua

b = Distancia entre bandejas.

T_1 = Temperatura del aire de entrada de la bandeja.

T_w = Temperatura de bulbo húmedo.

h = Coeficiente de transmisión de calor.

Cuando esta migración no es suficientemente rápida como para mantener la superficie saturada ocurre el período decreciente. Cuando toda la superficie de secado alcanza un estado de insaturación de humedad la migración interna de humedad se vuelve el factor que controla la velocidad de secado. La migración de agua en el interior del alimento puede estar sujeta a varios mecanismos. (FUNDAMENTOS DE SECADO, EXTRACCION SOLIDO-LIQUIDO Y DESTILACION: A. TECANTE)

1. Movimiento por fuerzas capilares
2. Difusión de líquidos
3. Difusión de superficie
4. Difusión de vapor de agua

2.2.5. Superficie de respuesta

La metodología de la superficie de respuesta es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en los que una variable de interés es influenciada por otras. El objetivo es de optimizar la variable de interés. Esto se logra al determinar las condiciones óptimas de operación del sistema. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

2.2.5.1. Factores

Son las condiciones del proceso que influyen en la variable de respuesta. Estos pueden ser cualitativos o cuantitativos. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

2.2.5.2. Respuesta

Es una cantidad medible cuyo valor se ve afectado al cambiar los niveles de los factores. El interés principal es optimizar dicho valor. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

2.2.5.3. Función de respuesta

Al decir que un valor de respuesta Y depende de los niveles X_1, X_2, \dots, X_k de K factores E_1, E_2, \dots, E_k , estamos diciendo que existe una función matemática de X_1, X_2, \dots, X_k cuyo valor para una combinación dada de los niveles de los factores corresponde a Y , esto es $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

2.2.5.4. Función de respuesta predicha

La función de respuesta se puede representar con una ecuación polinomial. El éxito en una investigación de una superficie de respuesta depende de que la respuesta se pueda ajustar a un polinomio de primer o segundo grado.

Supongamos que la función de respuesta para los niveles de dos factores se puede expresar utilizando un polinomio de primer grado: (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

Donde $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ son los coeficientes de regresión a estimar, X_1 y X_2 representan los niveles de E_1 y E_2 respectivamente. Suponiendo que se recolectan $N \geq 3$ valores de respuesta (Y), con los estimadores b_0, b_1, b_2 se obtienen $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ respectivamente. Al remplazar los coeficientes de regresión por sus estimadores obtenemos: (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Donde \hat{Y} denota el valor estimado de Y dado por X_1 y X_2 . (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

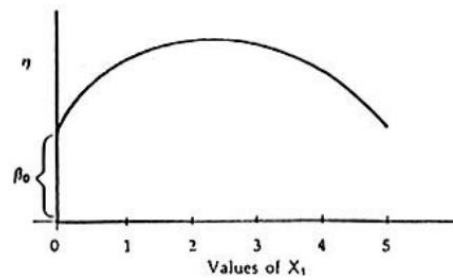


Figura n° 5. Superficie de respuesta en dos dimensiones

Fuente: Superficie de respuesta (Catarina)

2.2.5.5. Gráfica de contornos

La gráfica de contorno facilita la visualización de la forma de una superficie de respuesta en tres dimensiones. En esta las curvas de los valores iguales de respuesta se grafican en un plano donde los ejes coordenados representan los niveles de los factores. Cada curva representa un valor específico de la altura de la superficie, es decir un valor de \hat{Y} . Esto se muestra en la figura n° 7. Esta gráfica nos ayuda a enfocar nuestra atención en los niveles de los factores a los cuales ocurre un cambio en la altura de la superficie. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

2.2.5.6. Región experimental

La región experimental especifica la región de valores para los niveles de los factores. Esto se puede hacer empleando los niveles actuales de operación para cada factor, si se desea explorar si incrementa y decrece el valor del nivel en una cantidad determinada. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

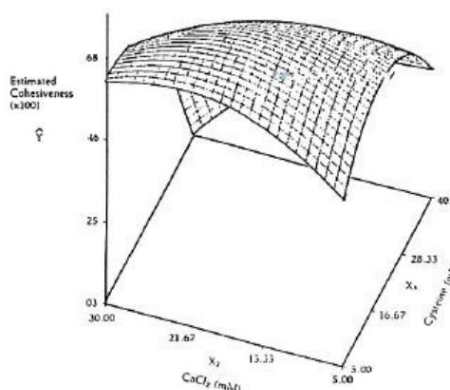


Figura n° 6. Superficie de respuesta tridimensional

Fuente: Superficie de respuesta (Catarina)

2.2.5.7. Polinomio de primer orden

Generalmente se desconoce la relación entre la respuesta y las variables independientes, por ello requerimos un modelo que aproxime la relación funcional entre Y y las variables independientes. Este modelo provee las bases para un nuevo experimento que nos lleva hacia un nuevo modelo y el ciclo se repite. Si la respuesta se describe adecuadamente por una función lineal de las variables independientes se utiliza el modelo de primer orden. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \dots + \beta_kX_k + \epsilon$$

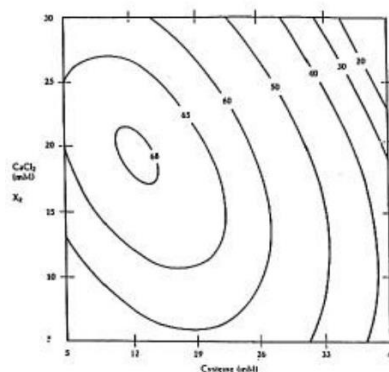


Figura n° 7. Gráfica de contornos

Fuente: Superficie de respuesta (Catarina)

Los parámetros del modelo se estiman mediante el método de mínimos cuadrados. Una vez que se tienen los estimadores se sustituye en la ecuación y obtenemos el modelo ajustado: (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k$$

Este modelo se utiliza cuando queremos estudiar el comportamiento de la variable de respuesta únicamente en la región y cuando no conocemos la forma de la superficie. (La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta)

2.2.6. Aguaymanto

2.2.6.1. Características generales del aguaymanto.

Es una fruta redonda, amarilla, dulce y pequeña (entre 1,25 y 2 cm de diámetro), originaria de América, donde se conocen más de 50 especies en estado silvestre. Aunque se conoce desde épocas precolombinas y es un alimento silvestre tradicional en zonas andinas, que alcanza hasta dos metros de altura, puede llegar a generar 30 tallos huecos, sus hojas son acorazonadas y con vellosidades; tiene una raíz principal, de la que salen raíces laterales, las flores tienen cinco pétalos de color amarillo, el fruto es una baya globosa y jugosa, con una pulpa agridulce dentro de la cual se encuentran gran número de semillas; el fruto puede pesar de 4 a 10 gramos y permanece cubierto por el cáliz o capacho, o durante todo su desarrollo. (Arex, s.f.)

A continuación presentamos la taxonomía del aguaymanto:

Tabla n° 1. Taxonomía del fruto.

Reino:	Plantae
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotyledoneae
Orden:	Tubiflorae
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Physalis</i>
Especie:	<i>peruviana</i> L.
Nombre científico:	<i>Physalis peruviana</i> .
Nombre común:	Aguaymanto, tomatillo, uvilla, uchuva, capulí, etc.

Fuente: BRITO, D.2002. "Agro exportación de productos no tradicionales. Productores de uvilla para exportación". Quito - Ecuador. 10 p.

Elaboración: Propia

2.2.6.2. Usos

- Fruto fresco: se consume la fruta entera, en ensaladas o en cócteles y se pueden hacer jugos, salsas, pasteles y helados.
- Fruta procesada: se elabora néctares, mermeladas, se puede deshidratar y conservar en almíbar.
- Medicinales: la cocción de las hojas se utiliza como un líquido diurético y antiasmático. Las hojas calientes se colocan sobre las inflamaciones para aliviarlas.
- Otros: puede servir como planta de cobertura para proteger los terrenos de la erosión. La planta de uchuva contiene esteroides que actúan como repelentes contra varios coleópteros, sin embargo esta propiedad, hasta ahora, no ha sido investigada. (Arex, s.f.)

2.2.6.3. Alternativas de procesamiento agroindustrial y consumo

Los frutos del aguaymanto poseen características tanto fisicoquímicas como organolépticas que permiten obtener diversos productos transformados con elevados rendimientos; el contenido en pulpa (70%), en sólidos solubles (14%), su pH alrededor de 3.4 y especial color, aroma y sabor son parámetros que sin duda favorecen el aprovechamiento industrial de mínimo la categoría "segundas", es decir aquella fruta sana, que por no alcanzar los índices de calidad para su venta en fresco como, forma, tamaño e integridad, podrían ser rechazadas. (Tenezaca, 2013)

Los productos que se procesan del aguaymanto pueden ser: mermeladas, conservas, jaleas, jugos, néctar, licor, batidos, yogurt, fruta deshidratada. Es un ingrediente muy atractivo para ensaladas de fruta, diferentes platos gourmet, cocktails y licores. (Tenezaca, 2013)

Dada sus propiedades curativas, se utilizan tanto las hojas como el fruto en la industria química y farmacéutica. (Tenezaca, 2013)

2.2.6.4. Obtención de aguaymanto deshidratado

Este es un proceso para obtener aguaymanto deshidratado (con bajo contenido de humedad), enteras, por medio de ósmosis directa y convección de aire caliente. Su apariencia final es parecida a la de una uva pasa, con piel arrugada y ligeramente transparente, de un color anaranjado oscuro. Presenta intensos sabores dulce-ácido y una consistencia gomosa y pegajosa. El producto se puede conservar alrededor de un año en condiciones de humedad inferiores a 50%. (Arex, s.f.)

2.2.6.5. Beneficios y Propiedades del Producto

- **Beneficios**

Según investigaciones por ser digestivo, ayuda a prevenir cáncer del estómago, colon y del intestino. El fruto sirve para purificar la sangre, ayuda a eliminar la albúmina de los riñones, reconstituye el nervio óptico, limpia las cataratas, contribuye contra la diabetes, la artritis incipiente y alivia eficazmente las afecciones de la garganta. Por su contenido de vitamina A se le considera un fruto carotenógeno. Ayuda a combatir las siguientes enfermedades: (Arex, s.f.)

- Amibiasis: Controla la amibiasis.
- Asma: Combate el asma.
- Bronquios: Alivia los problemas bronquiales.
- Calcio: Ayuda con la formación de los dientes y los huesos.
- Cáncer (Colon, Intestino, estomago): Previene la aparición del cáncer por sus propiedades digestivas.
- Cansancio mental: Combate el cansancio mental.
- Colesterol: Disminuye los niveles del colesterol en la sangre.
- Depresión: Combate la depresión.
- Diabetes: Consumir el fruto del aguaymanto ya que tiene una sustancia similar a la insulina.
- Envejecimiento: El consumo de este previene el envejecimiento.
- Garganta: Alivia los problemas de la garganta.
- Heridas: Favorece la cicatrización de las heridas.
- Menopausia: Alivia los síntomas característicos de este periodo.
- Menstruación: Alivia los cólicos menstruales.
- Próstata: Favorece el tratamiento de las personas con problemas de la próstata gracias a sus propiedades diuréticas.

- Sinusitis: Combate la sinusitis.
- Sistema Inmunológico: Fortalece.
- Stress: Combate el stress. 13
- Tranquilizante: Consumir aguaymanto ya que contiene flavonoides.
- Vista: El jugo de la fruta, cura las nubes del ojo, 3 gotas 2 o 3 veces por día.

- **Propiedades**

- Información Nutricional

Tabla n° 2. Composición nutricional del aguaymanto (Physalis peruviana L).

Componentes	Contenido de 100g de Aguaymanto	Valores diarios recomendado (basado en dieta de 2000 cal.)
Humedad	78.90%	
Carbohidratos	16 g	300 g
Ceniza	1.01 g	
Fibra	4.90 g	25 g
Grasa total	0.16 g	66 g
Proteína	0.05 g	
Ácido ascórbico	43 Mg	60 Mg
Calcio	8 Mg	162 Mg
Caroteno	1.61 Mg	5000 IU
Fósforo	55.30 Mg	125 Mg
Hierro	1.23 Mg	18 Mg
Niacina	1.73 Mg	20 Mg
Riboflabina	0.03 Mg	1.7 Mg

Fuente: Revista Agrin-fast, Seminario de precios y noticias internacionales, noviembre 16 de 1999.

Elaboración: Propia

2.2.7. Análisis de los alimentos

2.2.7.1. Análisis químico proximal

El estudio de un alimento se inicia con la determinación de sus principales componentes, o sea el análisis químico proximal (AQP). Este se emplea para conocer la composición aproximada

en lo que se refiere al contenido de proteínas, lípidos totales, humedad, ceniza, fibra cruda. (Muñoz, 2002)

2.2.7.2. Análisis de vitaminas

2.2.7.2.1. Cuantificación de vitamina C

La vitamina C también conocida como ácido ascórbico. Tiene propiedades antioxidantes, protege a los alimentos de la oxidación y es necesaria para el metabolismo de todas las células. Se destruye fácilmente con el calor, el aire y las bases, y se pierde de la misma manera en el agua de cocción. (Roth, 2009)

$$[vit. C] = \frac{Am * Cst * f}{Ast}$$

Donde:

[vit.C] = concentración de vitamina C (mg/g)

Am = área de la muestra

Ast = área del estándar

Cst = concentración del estándar

f = Factor de dilución

2.2.7.3. Sustancia seca en porcentaje en masa

La sustancia seca es la parte que resta de la fruta después de extraer toda el agua posible y dejarla en un peso constante a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio. (Tenezaca, 2013)

$$SS(\%) = \frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} * 100$$

Donde:

SS (%) = sustancia seca en porcentaje en masa

m = masa del plato en g.

m₁ = masa del plato con la fruta en g.

m₂ = masa del plato con la fruta después del calentamiento en g.

2.3. Definición de términos básicos

Deshidratación o secado de alimentos:

Es una de las operaciones unitarias más utilizadas en la conservación de alimentos. En los procesos de deshidratación el agua del alimento es eliminada, en mayor o menor grado, y se consigue con ello una mejor conservación microbiológica, además de retardar muchas reacciones indeseables. Este proceso de secado de alimentos no solo rebaja su contenido en agua, sino que afecta otras características físicas y químicas de los mismos, como son destrucción de nutrientes, reacciones enzimáticas y no enzimáticas, entre otras. (Ibarz & Ribas, 2005)

CIELAB: Es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. Las siglas LAB se refieren al espacio de color tridimensional, en donde L o L* es luminosidad de negro a blanco, A o a* va de rojo a verde y B o b* es la gradiente del azul. (Palomino, 2015)

Cromatografía: Significa grafica de colores y fue diseñada por Michael Tswett, es un grupo de técnicas utilizadas en la determinación de la identidad de sustancias, en la separación de componentes de la mezcla y en la purificación de compuestos. (Universidad Nacional del Santa)

Horno Deshidratador:

Es un equipo que está diseñado para la deshidratación o desecación de frutas y hortalizas mediante corriente de aire caliente controladas, dirigidas y sostenidas, a diversas temperaturas y velocidades dependiendo del tipo de producto. (SENA, 2010)

Isotermas de sorción: Es la expresión de la relación funcional existente entre el contenido de humedad de un alimento y la actividad acuosa del mismo alimento. La isoterma se puede presentar en forma gráfica, o bien en forma de ecuación. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia: Isotermas de sorción, s.f.)

Isoterma: Es una curva que describe, para una temperatura dada, la relación de equilibrio entre la cantidad de agua del alimento y la presión de vapor o humedad relativa. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia: Isotermas de sorción, s.f.)

Sorción: Se usa para relacionar el comportamiento de un producto, dependiendo de su contenido inicial de humedad, el cual perderá o ganará

(adsorber) agua durante el proceso de equilibrio con la atmósfera que rodea al producto. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia: Isotermas de sorción, s.f.)

Isoterma de adsorción: Hace referencia al comportamiento de alimentos deshidratados almacenados a una humedad relativa atmosférica alta, tienden a ganar agua para equilibrar las presiones de vapor de agua tanto del alimento como de la atmósfera. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia: Isotermas de sorción, s.f.)

Propiedades Del Alimento De Importancia Para El Secado

Humedad (h): Un alimento está constituido por muchos componentes. Para propósitos de secado se considera que está formado solamente por agua y sólidos secos. Los sólidos secos incluyen todos los componentes sólidos que componen el alimento (sólidos totales). (Tecante, 2009)

Tipos de humedad de los alimentos: El agua contenida en un alimento está unida a él en formas que son el resultado de interacciones físicas y químicas. (Tecante, 2009)

Humedad, atada, higroscópica o disuelta: Se refiere a la humedad contenida en una sustancia que ejerce una presión de vapor en el equilibrio menor que la del líquido puro a la misma temperatura. Cuando la presión de vapor del sólido es menor a la del líquido puro a la misma temperatura, el agua puede estar unida químicamente o físicamente al sólido. (Tecante, 2009)

Este tipo de humedad se da por: el agua retenida en poros, capilares finos que no tienen fácil acceso a la superficie del sólido, el agua unida molecularmente a la sustancia como en los hidratos, el agua puede contener una alta concentración del sólido disuelto. (Tecante, 2009)

Humedad, desatado, libre o capilar: Es la humedad contenida en sólido, es la humedad que se encuentra en exceso tomando en cuenta la humedad de equilibrio. Es ésta la humedad que se puede evaporar y depende de la concentración de vapor en la corriente gaseosa. Es la diferencia entre la humedad Total del sólido y la humedad de equilibrio. (Tecante, 2009)

Humedad de equilibrio (he): La humedad de equilibrio es la humedad que existe cuando la presión de vapor del agua en el alimento está en equilibrio con la presión parcial del vapor de agua en el aire. Si el aire se satura totalmente durante el secado, entonces el equilibrio se establece con la presión de vapor del agua en el aire ya que esta presión es igual a la presión parcial del vapor de agua bajo esas condiciones. (Tecante, 2009)

Actividad de agua (aw): La actividad de agua en un alimento es el cociente entre la presión de vapor del agua contenida en él y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. (Tecante, 2009)

Contenido crítico de humedad: Es una humedad característica, ocurre un cambio en las condiciones de secado en las cuales pasa del sacado a velocidad constante a la velocidad decreciente de secado. (La Catarina: PROCESO DE SECADO - Capitulo 4)

Contenido máximo de humedad: Esta es el contenido máximo de humedad en el cual los vacíos están llenos de humedad. (La Catarina: PROCESO DE SECADO - Capitulo 4)

Contenido inicial de humedad: El contenido de humedad al comienzo de secado. (La Catarina: PROCESO DE SECADO - Capitulo 4)

Contenido máximo de humedad higroscópica: Esta es el equilibrio en el contenido de humedad del solido cuando la humedad del ambiente está saturada. (La Catarina: PROCESO DE SECADO - Capitulo 4)

Secado convectivo:

Es el proceso de secado térmico más habitual. Gases provenientes de combustión, Aero-calentadores o similar circulan sobre o entre las partículas de producto y evaporan el solvente. (INGETECSA)

Secado por Aire Caliente:

En este proceso es necesario que la presión de vapor de agua en el aire que rodea al producto a deshidratar, sea significativamente inferior que su presión parcial saturada a la

temperatura de trabajo. Puede realizarse de dos formas: por partidas o de forma continua, constando el equipo de: túneles, desecadores de bandeja u horno, desecadores de tambor o giratorios y desecadores neumáticos de cinta acanalada, giratorios, de cascada, torre, espiral, lecho fluidificado, de tolva y de cinta o banda. (Ibarz & Ribas, 2005)

Software Estatgrafic: Herramienta que trabaja con gran cantidad de datos numéricos y funciones estadísticas. Añadiendo una serie de valores en una tabla, genera gráficos de barras, áreas, circulares o de vectores en dos y tres dimensiones, de manera inmediata y configurando los parámetros a nuestro gusto. (DesdeLinux: software de estadística)

2.4. Formulación de la hipótesis

La temperatura y la humedad relativa del proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico influenciarán en la optimización de la carga nutricional y color del producto en la empresa AgroAndino S.R.L.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Variable independiente: Temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico.

Variable dependiente: Optimización de la carga nutricional y color del producto.

Tabla n° 3. Operacionalización de variables (variable independiente)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDADES
Independiente				
Temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico	La temperatura desempeña un factor importante en el proceso de secado, conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles (Tenezaca, 2013)	PRODUCCIÓN (Deshidratación en el horno)	Temperatura	°C
	Cantidad de vapor de agua que hay en la atmósfera. Se expresa en un 100% si el vapor está saturado y 0% si no hay en absoluto vapor de agua (Tenezaca, 2013)		Humedad relativa	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 4. Operacionalización de variables (variable dependiente)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDADES
Dependiente				
Optimización de la carga nutricional y color del producto	Optimizar el color del aguaymanto deshidratado mediante:		L (luminosidad)	Adimensional
	- El método de espacio de color: modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. (Palomino, 2015)	CALIDAD DEL PRODUCTO	a (rojo o verde)	+ - a
	- Escala de colores: método visual para determinar el color de la fruta. (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992)		b (amarillo o azul)	+ - b
	- Además de incrementar el contenido de vitamina C. (Roth, 2009)		Vitamina C	mg/100g DM

Fuente: Elaboración propia

3.2. Tipo de diseño de investigación

La investigación es de tipo experimental: experimental puro, aplicada.

Tabla n° 5. Tipo de diseño de investigación: Experimental puro

Grupo	Asignación	Pre-prueba	Tratamiento	Post-prueba
GE	Asignación al azar de la temperatura, humedad relativa.	Medición de la temperatura, humedad relativa.	Aplicación de las curvas de secado y la superficie de respuesta en los datos obtenidos de la temperatura y humedad relativa.	Optimización de la temperatura, humedad relativa y velocidad del aire.
GC	Asignación al azar del color y carga nutricional	Medición de la temperatura la calidad del producto mediante el color(de formar sensorial y por CIELAB) y el valor nutricional (cuantificación de vitamina C)	-	Medición de la calidad del producto mediante el color(de formar sensorial y por CIELAB) y el valor nutricional (cuantificación de vitamina C)

Fuente: Elaboración propia

- Diseño de investigación

Atributos de la Superficie de Respuesta

Clase de diseño: Superficie de Respuesta

Nombre del Diseño: Factorial de 3 niveles: 3^2

Nombre del archivo: Tesis AgroAndino S.R.L.

- Diseño Base

Número de factores experimentales: 2

Número de bloques: 3

Número de respuestas: 4

Número de corridas: 9

Grados de libertad para el error: 3

Aleatorizar: Sí

En la Tabla n° 6, referente al diseño experimental de la tesis el diseño es un cubo por ser tridimensional (superficies de respuesta) en el cual el valor más bajo es -1 y el valor más alto es +1, son datos continuos y se expresa la temperatura en °C y la humedad relativa en %.

En diseño base, el número de factores experimentales son 2 (temperatura y humedad relativa), número de bloques son 3, porque 3 veces se ha repetido el análisis, número de respuestas 4, que es el L, a*, b* y vitamina C, número de corridas 9 multiplicadas por 3 dan 27 corridas, el grado de libertad para el error son 3, este es parte del modelo estadístico y son datos aleatorios.

Tabla n° 6. Atributos de la superficie de respuesta

Factores	Bajo	Alto	Unidades	Continuo
Temperatura	-1.0	1.0	°C	Sí
Humedad relativa	-1.0	1.0	%	Sí

Fuente: Elaboración propia

3.3. Material de estudio

3.3.1. Unidad de estudio

Lo constituye el área del proceso de deshidratación, los dos hornos grandes.
Periodo Abril 2016 – Julio 2017.

3.3.2. Población

La maquinaria de la empresa AgroAndino S.R.L. Periodo Abril 2016 – Julio 2017.

3.3.3. Muestra:

Todas las áreas de la empresa AgroAndino S.R.L. Periodo Abril 2016 – Julio 2017.

3.4. Técnicas, procedimientos e instrumentos

3.4.1. Para recolectar datos

Se cuenta con varias técnicas e instrumentos para la recolección de información como se muestra en la tabla n°7:

Tabla n° 7. Recolección de información

Método	Fuente	Técnica
Cualitativo	Primaria	• Entrevista
	Secundaria	• Análisis documental
Observación	Primaria	• Guía de observación

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n°8 se detalla las técnicas e instrumentos a utilizar en este estudio:

Tabla n° 8. Técnicas e Instrumentos

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Permitirá identificar los procesos actuales dentro de la gestión de Operaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de entrevista. • Cámara • Lapicero. 	Encargados de la gestión de Operaciones
Observación directa	Podemos observar el grado de participación de cada uno de los integrantes del proceso de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de observación 	Todo el personal del sistema de Operaciones
Análisis de documentos	Para obtener la información histórica de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Registro 	Historial de la empresa

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Entrevista**

Objetivo:

Conocer la situación actual de los trabajadores que tienen relación directa en la gestión de operaciones o el proceso de deshidratación en el área de horno de la empresa AgroAndino SRL:

Procedimiento:

Preparación de la Entrevista

- El grupo investigador ha determinado entrevistar a tres personas teniendo en cuenta la posición que ocupa cada uno de ellos en la organización, mencionando sus responsabilidades básicas y actividades.
 - Jefe de planta: Luis Gutiérrez
 - Operarios en el área de deshidratación (dos)
- La entrevista tendrá una duración de 30 minutos c/u de ellos.
- El lugar donde se realizará la entrevista será en la empresa AgroAndino SRL.

Secuela de la entrevista

- Escribir los resultados obtenidos a la entrevista.
- Entregar una copia al entrevistado, solicitando su conformación, correcciones o adiciones.
- Una copia al entrevistado, solicitando su conformación, correcciones o adiciones

Instrumentos

- Cámara Fotográfica
- Papel – Guía de la entrevista
- Lapiceros

✓ **Observación Directa**

Objetivo:

Permitirá identificar las fallas críticas encontradas en el área de deshidratación.

Observación directa

- Participar en el proceso de producción del aguaymanto deshidratado
- Participar en las evaluaciones de isotermas de adsorción y curvas de secado en la producción de aguaymanto deshidratado como también en la carga nutricional del aguaymanto (calidad de la fruta).
- Registrar de acuerdo a los formatos de fotografías los componentes identificados en el área el horno.

Secuela de la Observación directa:

- Registro fotográfico de las evaluaciones realizadas en el área de deshidratación.
- Evaluación de isotermas de adsorción y carga nutricional.
- Enviar la información registrada al área de planeamiento de la operación.

Instrumentos:

- Cámara fotográfica
- Block para apuntes
- Lapiceros

✓ Análisis de Documentos

Objetivo

Determinar las superficies de respuesta para optimizar la carga nutricional y color del producto en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico.

Procedimiento:

Recolección de documentos

Es necesario recopilar toda la documentación para poder evaluar el proceso en el área del horno. Estos reportes se los clasifica en:

- Encontrar el valor de las isotermas de adsorción.
- Hallar las curvas de secado en el área de deshidratación del horno.
- Encontrar el valor óptimo de la temperatura y humedad relativa.
- Carga nutricional y color del aguaymanto deshidratado.

Secuela de la recolección de documentos:

- Obtención de la superficie de respuesta
- Hacer la calibración correcta del horno con la temperatura y humedad relativa óptima.
- Determinación de causas del porque el aguaymanto deshidratado cambia de color.

Instrumentos:

- Correo electrónico
- Anemómetro para medir la velocidad del aire y humedad relativa
- Análisis en laboratorio para la vitamina C y superficie de respuesta.

3.4.2. Para procesar datos

- **Programas:**

Office 2010: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Project, Power Point, software STATGRAFIC y escala CIE LAB.

Para el procesamiento de datos se determinó la toma de muestra, determinación de isothermas de adsorción, curvas de secado, carga nutricional del aguaymanto, optimización de la variable de producción (superficie de respuesta) y por último la obtención de la fruta deshidratada óptima

- Toma de muestra.

Se sabe que al horno ingresa un total de 930 Kg de aguaymanto fresco, de lo cual para el estudio hemos tomado 100 gr de fruta.

- Determinación de isoterma de adsorción.

Para la determinación de la isoterma de adsorción se hizo el siguiente procedimiento:

1. Especificar el orden de sales en la placa Petri por campana, se utilizó 5 gramos y/o 5 mililitros de ácido sulfúrico, cloruro de litio, cloruro de magnesio, nitrato de sodio, cloruro de sodio, cromato de potasio y agua.
2. Pesar una unidad de muestra menor a 5 gramos y ponerlo en una placa Petri.

3. Colocar la muestra de fruta en cada campana y aplicar vacío por 5 días a una temperatura constante de 25°C a 37°C.
4. Después de los 5 días sacar la muestra de la fruta y pesar nuevamente.
5. Se determinó la sustancia de porcentaje de masa seca.
6. Procesar los datos obtenidos de los pesos en una hoja Excel.
 - 6.1. Se hizo una diferencia del peso inicial con el peso final.
 - 6.2. Se halló el peso de la fruta, restando el peso con la placa y fruta menos el peso de la placa Petri.
 - 6.3. Luego se halló el precio de la materia utilizando el peso de la masa seca por el peso de la fruta.
 - 6.4. Se determinó el peso del agua, que consiste en restar el peso de la fruta con el peso de la materia.
 - 6.5. Se determina el peso del agua en la fruta después de la desecación en las campanas al vacío, restando el peso inicial de agua en la fruta con la diferencia de peso inicial y el peso final de la muestra.
 - 6.6. Por último se halló el porcentaje de agua en la fruta mediante la división del peso de agua y el peso del agua en la fruta por cien.
7. Se realizó la gráfica de la isoterma de adsorción, relacionando la actividad del agua y el contenido de humedad.

- **Determinación de la curva de secado**

1. Para construir las curvas de secado los datos tabulados obtenidos en la isoterma de adsorción se van a transformar en datos de humedad en base seca. Para ello se usan las siguientes ecuaciones:

$$Hbh = 1 - \frac{W_i * (1 - Xi)}{W_f}$$

$$Hbs = \frac{Hbh}{1 - Hbh}$$

Donde:

Hbh = humedad base húmeda

W_i = peso inicial de la muestra

X_i = humedad inicial de la muestra

W_f = peso final de la muestra

Hbs = humedad base seca

2. Luego se calcula la humedad libre con la ecuación siguiente

$$hL(t) = hbs(t) - h_e$$

3. Calculamos el "flux" de secado con la ecuación:

$$R = - \frac{mss}{A} \frac{dhL}{dt}$$

Donde:

A = área de secado, m²

R = "flux" de secado, kg / h × m²

4. Estimación del tiempo de secado:

A partir de las curvas de secado es posible estimar el tiempo de secado.

$$t_s = t_C + t_D$$

4.1. Periodo de secado a velocidad constante

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$t_C = \frac{x * \rho_s * Lt * \lambda_w (Y_1 - Y_c)}{G * \hat{C}_s * b (T_1 - T_w) [1 - \exp(\frac{-h * Lt}{G * \hat{C}_s * b})]}$$

Donde:

t_C = Tiempo de secado para el periodo de velocidad constante.

x = Espesor del lecho.

ρ_s = Densidad del sólido.

Lt = Longitud de la bandeja.

λ_w = Calor latente a la temperatura T_w.

Y₁ = Contenido inicial de humedad del producto.

Y_c = Contenido de humedad crítico.

G = Densidad del flujo másica del aire.

Ĉ_s = Calor específico húmedo de la mezcla aire-agua

b = Distancia entre bandejas.

T₁ = Temperatura del aire de entrada de la bandeja.

T_w = Temperatura de bulbo húmedo.

h = Coeficiente de transmisión de calor.

4.2. Periodo de secado a velocidad decreciente

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$t_D = \frac{x * \rho_s * Lt * \lambda_w * Y_C * \ln(Y_C / Y_F)}{G * \hat{C}_s * b(T_1 - T_w) [1 - \exp(\frac{-h * Lt}{G * \hat{C}_s * b})]}$$

Donde:

t_D = Tiempo de secado para el periodo de velocidad decreciente.

x = Espesor del lecho.

ρ_s = Densidad del sólido.

Lt = Longitud de la bandeja.

λ_w = Calor latente a la temperatura T_w .

Y_C = Contenido de humedad crítico.

Y_F = Humedad final del producto

G = Densidad del flujo másica del aire.

\hat{C}_s = Calor específico húmedo de la mezcla aire-agua

b = Distancia entre bandejas.

T_1 = Temperatura del aire de entrada de la bandeja.

T_w = Temperatura de bulbo húmedo.

h = Coeficiente de transmisión de calor.

- **Determinar la carga nutricional del aguaymanto.**

Para la carga nutricional hemos seguido la siguiente metodología:

- Vitamina C. Por el método de extracción se llevó a cabo con las soluciones de extracción de ácido meta-fosfórico al 5% (AMP) de acuerdo con el método por el Milagres Campos et al. (2009) con algunas modificaciones. Treinta mililitros de las soluciones de extracción se añadieron a 5 g de la muestra; a continuación, la muestra se molió en un triturador micro durante 5 min y se filtra sobre una capa doble de tela de queso. Los filtrados se centrifugaron durante 15 min a 5000 rpm a 10 ° C. El sobrenadante se inyectó para el análisis cromatográfico.

- **Optimización de variable de producción.**

1. Se determinó los valores de tiempo, temperatura y humedad relativa en el proceso del horno desde que ingresó la fruta hasta su deshidratación (21 horas), tomando los datos cada 15 min con ayuda de un anemómetro.

2. Con los datos obtenidos adaptamos un horno que se acerque a la realidad del horno de la empresa, para hacer 27 simulaciones relacionando los diferentes rangos obtenidos en la primera muestra.
3. Luego se ingresan los datos obtenidos de las simulaciones al software Statgrafic, el cual determina a que temperatura, humedad relativa a la que se tiene que deshidratar el aguaymanto en el proceso del horno para optimizar L, a*, b* (método CIELAB) y vitamina C

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico situacional de la empresa

1. Aspecto general

Razón Social	: AgroAndino S.R.L.
Tipo de Sociedad	: Sociedad de Responsabilidad Limitada
RUC	: 20513346396
Sector	: Sector Agroindustrial
Ubicación	: Av. Enrique Villanueva N° 347- San Pablo
Fecha de Fundación	: 13/06/2006
Nro. De Trabajadores	: 72 trabajadores en temporada alta – 32 trabajadores en temporada baja.
Giro de negocio	: Producción y exportación de fruta deshidratada.

2. Descripción de la actividad

AgroAndino S.R.L. pertenece al sector productivo y a la exportación de la fruta deshidratada, desde su fundación tiene 10 años en el mercado. En el presente, posee una planta de producción en el distrito de San Pablo dedicada a la deshidratación del aguaymanto (todo el año) y del banano, yacón, mango y pina (temporada).

La empresa tiene como uno de sus objetivos principales elaborar productos de alta calidad que satisfagan las necesidades de sus clientes, además quieren tener un proceso optimizado generando eficiencia y rentabilidad a todo el personal. Tienen también el objetivo de fomentar la asociación de productores de los pequeños agricultores de Cajamarca, garantizar un precio justo y así fomentar el desarrollo en nuestra región.

La empresa cuenta con certificación orgánica otorgada por Control Unión de Holanda y la certificación para el mercado justo otorgada por FLO INTERNATIONAL de Alemania. La empresa cuenta con la asesoría técnica, organizativa y comercial del Centro Ecuamérico de Promoción y Acción Social Norte "CEDEPAS NORTE". Ellos realizan el manejo técnico de sus unidades productivas, en el marco de la producción orgánica, con la finalidad de obtener un producto de calidad acorde con los estándares nacionales e internacionales. La transformación en Mango orgánico deshidratado para la exportación a los Estados Unidos y Europa está

certificada por BIO Latina. Además cuentan con la certificación HCCP en la empresa.

3. Misión:

AgroAndino S.R.L es una empresa dedicada al desarrollo, producción, comercialización y exportación de productos nativos deshidratados con certificación orgánica BIO Latina y bajo normas de calidad nacional e internacional.

Comprometidos con la satisfacción de nuestros clientes y el alto impacto socioeconómico y ambiental, de tal forma que contribuyamos a mejorar la calidad de vida de todos los stakeholders de la empresa.

4. Visión:

Ser una empresa líder en el desarrollo, producción, comercialización y exportación de productos orgánicos ofreciendo productos con altos estándares de calidad que se adapten a las necesidades de nuestros clientes y a las exigencias de sus mercados, fomentando el rescate de productos nativos olvidados y promoviendo el desarrollo de las zonas rurales del Perú.

5. Organigrama:

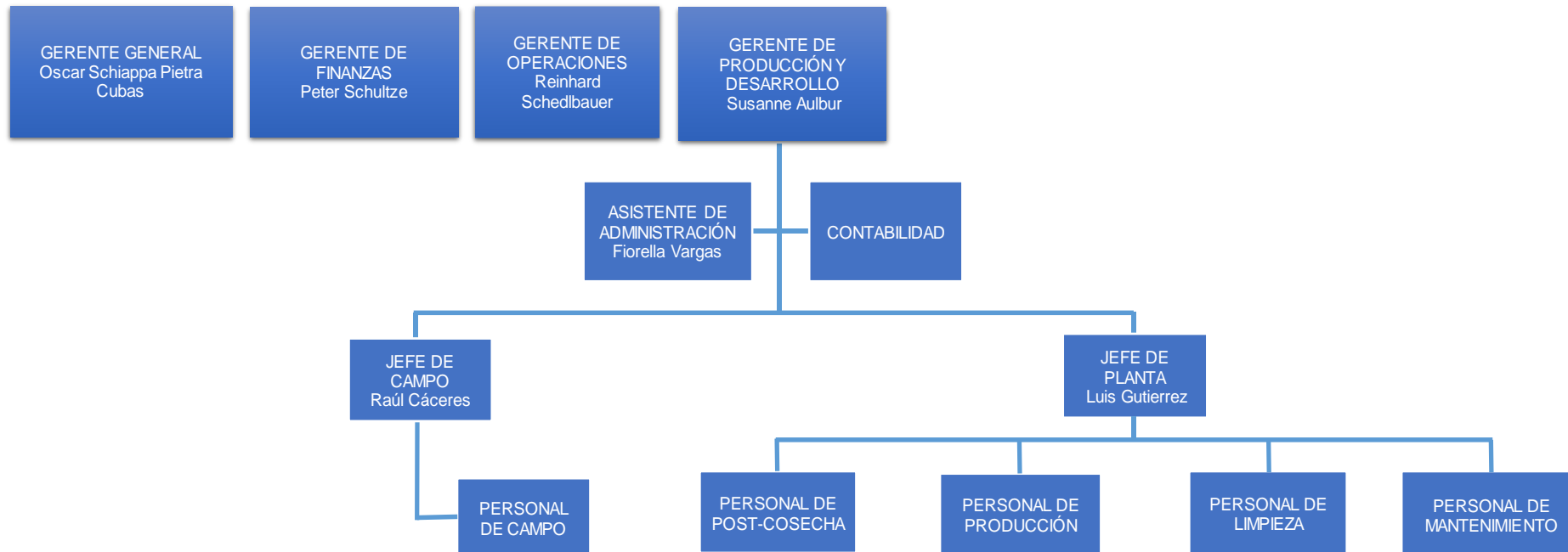


Figura n° 8. Organigrama de AgroAndino S.R.L.

Fuente: Elaboración Propia

6. Personal:

- **Personal Administrativo**

Tabla n° 9. Personal Administrativo de AgroAndino S.R.L

Puesto	Número del personal
Gerente General	1
Gerente Finanzas	1
Gerente Operaciones	1
Gerente de Producción y Desarrollo	1
Asistente de Administración	1
Jefe de campo	1
Jefe de planta	1

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia

- **Personal de Producción**

Tabla n° 10. Personal Producción de AgroAndino S.R.L

Puesto	Número del personal
Personal campo	30
Personal Planta post cosecha	27
Personal Planta producción	9
Personal limpieza	4
Personal mantenimiento	2

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia

7. Máquinas, Equipos y Herramientas

7.1. Maquinaria

Tabla n° 11. Información General de Balanza Digital

Balanzas Digitales	
Balanza	Unidad
Balanzas de 500 kg	1
Balanzas de 200 kg	1
Balanzas de 20 kg	1
Balanza gramera de 200g	1
Balanza de humedad de 200g	1

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia


Tabla n° 12. Información general de Maquina Cortadora de fruta

Unidades	Cortadora Características Generales	Dimensiones Generales
01 unidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad instalada para 150 kg por hora. ✓ Tablero de control de encendido, apagado y apagado de emergencia. ✓ Tolva de alimentación. ✓ Cuchillas en acero inoxidable. ✓ Ductos de salida de producto cortado. ✓ Receptor de líquido de corte. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Largo total 1,70 mts. ✓ Ancho total 0,80 mts. ✓ Alto parcial 1,10 mts

Fuente: AgroAndino S.R.L.

Elaboración: Propia.


Tabla n° 13. Información General de Horno Deshidratador Pequeño

Horno deshidratador		
Unidades	Características Generales	Dimensiones Generales
 <p style="text-align: center;">04 unidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad instalada para 26 bandejas de 90 cm x 70 cm x 4 cm, uso real es de 18 bandejas mínimo a 22 bandejas máximo ✓ La carga total de physalis por horno será de 500- 600 kgs aproximadamente. ✓ Sistema de control de temperatura. ✓ Sistema de regulación de ingreso de gas. ✓ Sistema de escape de aire húmedo. ✓ Portón de acceso para ingreso de bandejas al horno. ✓ Vías metálicas de circulación para las bandejas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Largo total 3,35 mts. ✓ Ancho total 1,00 mts. ✓ Alto parcial 2,50 mts

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia


Tabla n° 14. Información General de Horno Deshidratador Grande

Horno deshidratador		
Unidades	Características Generales	Dimensiones Generales
 <p style="text-align: center;">02 unidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad instalada para 132 bandejas de 90 cm x 90 cm x 4 cm. ✓ La capacidad total de physalis por horno 1TM. ✓ Tablero de control de temperatura. ✓ Quemador de aire impulsado con sistema de regulación de ingreso de gas. ✓ Sistema de ingreso de aire fresco. ✓ Sistema de extracción de Humedad. ✓ Portón de acceso para ingreso de los coches al horno. ✓ Vía metálica de circulación para los coches 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Largo total 5,13 mts. ✓ Ancho total 5,00 mts. ✓ Alto parcial 3,50 mts.

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia

Tabla n° 15. Información General de Maquina Termoselladora al Vacío

Empacadora al vacío		
Unidades	Características Generales	Dimensiones Generales
 <p style="text-align: center;">01 unidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Transformador: Entrada: 220 V, Salida: 30 V, Wattios: 500V. ✓ Temporizadores: para control de tiempo de sellado, tiempo de cierre de la mordaza y enfriamiento y tiempo de aspiración. ✓ Sistema de control para realizar soldadura normal o para aspiración y soldadura. ✓ Sistema de extracción de aire. ✓ Capacidad de empaque entre 60 – 100 kg por hora. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Largo total 0,90 mts. ✓ Ancho total 0,60 mts. ✓ Alto parcial 1,90 mts.

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia

7.2. Equipos:

Los equipos con que cuenta la empresa son:

- 01 Computadora de escritorio
- 04 Laptops
- 01 Fotocopiadora
- 02 Impresoras

7.3. Herramientas

- ✓ Microsoft Excel
- ✓ Microsoft Word

8. Proveedores y Clientes

• Proveedores:

Tabla n° 16. Principales proveedores de AgroAndino S.R.L.

MATERIA PRIMA	Aguaymanto	San Pablo: 130 productores de aguaymanto Cajamarca: 25 productores de aguaymanto Bambamarca: 22 productores de aguaymanto
	Mango	Quinden
	Plátano	Bambamarca
	Piña	Bambamarca
	Yacón	Cumbico
MATERIALES	Bolsas de polietileno 90 micras	Lima
	Cajas de cartón de 20 x 40 cm	Lima
	Etiquetas	Lima

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia

• Clientes:

Los principales países a los que exporta AgroAndino son:

- ✓ Alemania
- ✓ Holanda
- ✓ Corea del Sur
- ✓ Estados Unidos
- ✓ Francia
- ✓ Inglaterra
- ✓ Perú

9. Competencia

Referente a competencia a nivel distrital su principal competidor es:

Tabla n° 17. Principal competencia en Cajamarca

Villa Andina: Empresa Agroindustrial, exportadora de productos deshidratados como aguaymanto, maca, mango, plátano, piña, cacao, yacón, entre otros.



Fuente: Elaboración propia

A nivel nacional sus principales competidores son:

Tabla n° 18. Principales competidores a nivel nacional

EcoAndino SAC



Nutry Body SAC



Peruvian Heritage SAC



Peruvian Nature S&S SAC



Interamsa AgroIndustrial SAC



Britt Perú SAC



Fuente: Elaboración propia

10. Offering

La empresa Agro Andino S.R.L deshidrata y exporta frutos orgánicos deshidratados como:

Tabla n° 19. Productos que ofrece AgroAndino S.R.L

Aguaymanto Deshidratado Orgánico	
Mango Deshidratado Orgánico	
Banano deshidratado orgánico	
Piña Deshidratada Orgánico	
Yacón Deshidratado Orgánico	

Fuente: AgroAndino S.R.L

Elaboración: Propia

4.2. Diagnóstico del Área de Estudio

En el análisis FODA nos permite identificar las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades. En AgroAndino S.R.L encontramos en fortalezas que la empresa es reconocida a nivel departamental y nacional, cuenta con calidad y garantía en productos desarrollados, en variedad y capacidad de desarrollar nuevos productos, además cuenta con instalaciones propias; fomentando la asociación de productores de pequeños agricultores de Cajamarca en un total de doscientos proveedores. Asimismo, cuenta con certificaciones como la Certificación Orgánica, Mercado Justo, HCCP; de la misma manera cuenta con una asesoría comercial CEDEPAS NORTE.

En debilidades hay una deficiencia en el sistema de control de calidad y un manual inexistente, falta de normas del control interno, se encuentra también falta de mantenimiento en la maquinaria, desconocimiento de la temperatura y humedad relativa óptima en el proceso de deshidratación En oportunidades la empresa tiene acceso a nuevas tecnologías, capacitaciones del personal en el campo y redes de telecomunicaciones, sostiene un respaldo de la Municipalidad Provincial de San Pablo. Tiene la posibilidad de nuevos mercados en el extranjero permitiendo el incremento de su oferta. Actualmente, la demanda mundial de aguaymanto deshidratado se ha incrementado, generando una mayor cantidad de pedidos.

Por último, en amenazas hay una fuerte competencia industrial, con la posibilidad de que otras empresas, con mayor capacidad y mejores condiciones de producción puedan atender los pedidos de clientes que AgroAndino no pueda atender. También, puede haber una nueva crisis económica a nivel mundial que haga que los dejen de hacer pedidos a la empresa. Finalmente, otra amenaza para la empresa es el desorden civil y los desastres naturales.

Tabla n° 20. Análisis FODA de la empresa AgroAndino S.R.L.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa reconocida a nivel departamental y nacional. • Calidad y garantía en productos deshidratados. • Variedad y capacidad para desarrollar nuevos productos • Instalación propia • Fomentar la asociación de productores de pequeños agricultores de Cajamarca. • Cuenta con doscientos proveedores en Cajamarca. • Cuenta con certificación Orgánica otorgada por Control Unión de Holanda. • Certificación para el Mercado Justo otorgada por FLO INTERNATIONAL de Alemania • Cuenta con la asesoría técnica, organizativa y comercial del Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social Norte "CEDEPAS NORTE" • Cuenta con la certificación HCCP en la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a nuevas tecnologías. • Acceso a capacitaciones del personal en el campo • Acceso a redes de telecomunicaciones • Nuevos mercados en el extranjero que posibilita el incremento de su oferta. • Apoyo de la Municipalidad de San Pablo a la empresa AgroAndino S.R.L. • Actualmente, la demanda mundial de aguaymanto deshidratado se ha incrementado, generando una mayor cantidad de pedidos
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de la temperatura y humedad relativa óptima en el proceso de deshidratación. • Falta de mantenimiento en la maquinaria. • Operarios no tiene definidos los procedimientos y responsabilidad en cada área. • Inexistencia de un manual de calidad para los operarios. • Falta de normas del control interno. • Deficiencia en el sistema del control de calidad en el área de deshidratación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia industrial • Desorden civil / desastres naturales: bloqueos de carretera. • Posibilidad de que otras empresas, con mayor capacidad y mejores condiciones de producción puedan atender los pedidos de clientes que AgroAndino no pueda atender. • Posibilidad de que una nueva crisis económica a nivel mundial haga que los clientes dejen de hacer pedidos a la empresa.

Fuente: Elaboración Propia

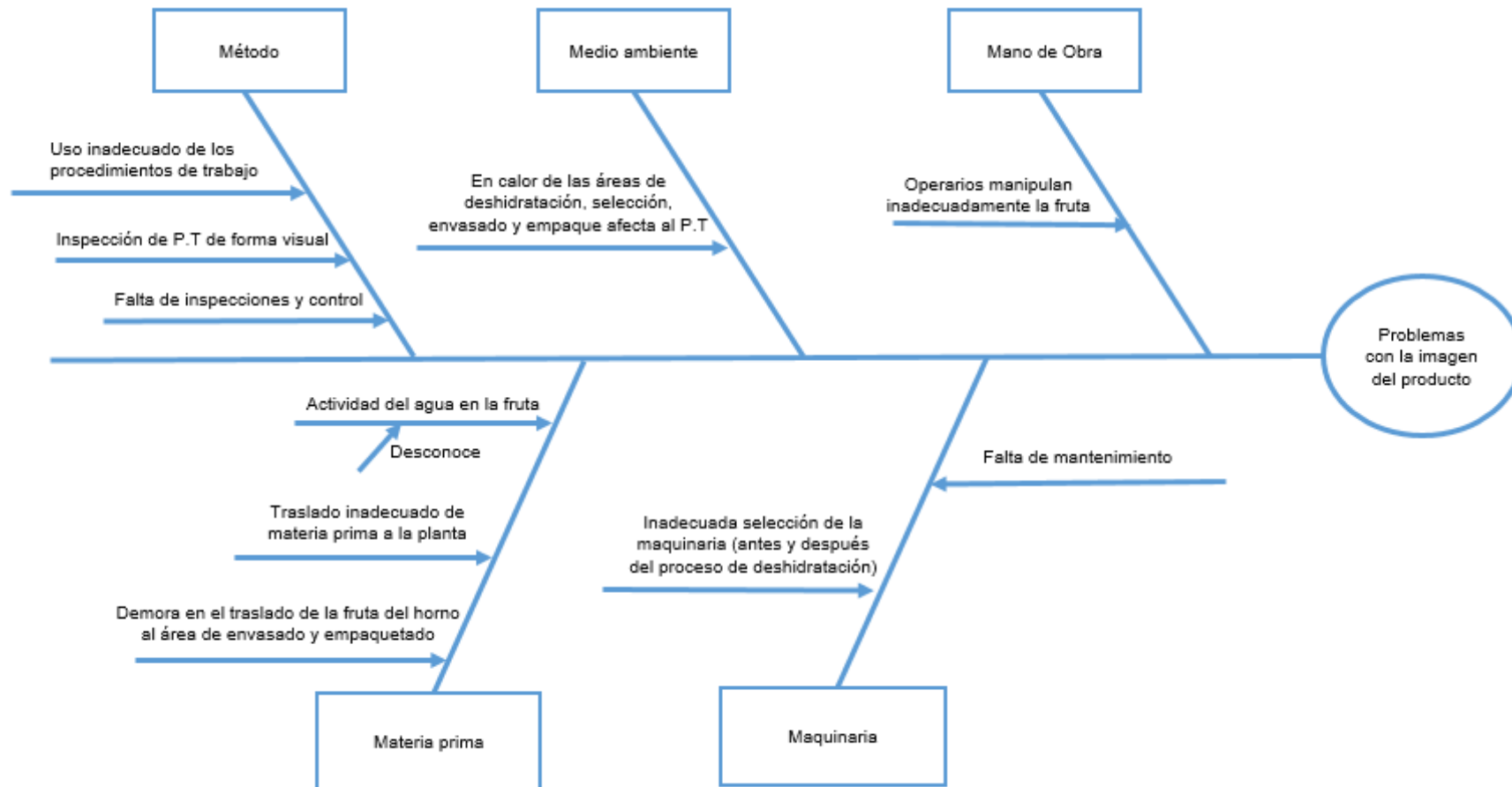


Figura n° 9. Diagrama Causa - Efecto Problemas con la imagen del producto.

Fuente: Elaboración Propia

Los problemas con la imagen del producto se ocasionan porque los operarios manipulan inadecuadamente la fruta y no están capacitados, la falta de inspección y control, el traslado inadecuado de la M.P. a la planta, inadecuada selección de la maquinaria, antes y después de la deshidratación, el calor de las áreas de deshidratación, selección, envasado y empaque afectan al P.T.

Al referirnos al problema de la imagen del producto damos a entender que es en el cambio de color del aguaymanto deshidratado, que básicamente es la presentación del producto.

✓ **Mano de obra:**

- **Operarios manipulan inadecuadamente la fruta:** Cuando pelan la fruta no hacen el proceso adecuado de extraer la membrana que rodea el fruto, el cual consiste de abrir y rotar el caliz, ellos lo desprenden sin el debido cuidado provocando que la fruta se raje.

✓ **Medio ambiente:**

- **El calor de las áreas de deshidratación, selección, envasado y empaque afecta al P.T.:** El área de producción se encuentra en las mañanas a 20°C, a medio día a 30°C y en las noches vuelve a descender a 15°C.

✓ **Método:**

- **Uso inadecuado de los procedimientos de trabajo.** El operario aunque esté calificado, aún comete errores en el proceso productivo.
- **Inspección del P.T. de forma visual.** No cuentan con un método o equipos específicos de inspección para el producto terminado.
- **Falta de inspección y control.** No hay inspecciones constantes en las distintas áreas de trabajo.

✓ **Materia prima:**

- **Se desconoce la actividad del agua en la fruta.** La empresa no cuenta con ese dato.
- **Traslado de materia prima inadecuado a la planta.** Los proveedores al trasladar la fruta a la planta no tienen un debido cuidado, la fruta lleva chancada, rajada; ocasionando mucha merma.
- **Demora en el traslado de la fruta del horno al área de envasado y empaquetado.** Se ha podido percatar que la fruta deshidratada del viernes muchas veces no se llega a empaquetar, quedando expuesta al medio ambiente durante sábado y domingo, puesto que en estos días no se trabaja.

✓ **Maquinaria:**

- **Inadecuada selección de la maquinaria (antes y después de la deshidratación).**
Al decir antes nos referimos a la máquina cortadora de fruta, ya que esta máquina manipula mucho la fruta y la maltrata; y después de la deshidratación no cuentan con una máquina seleccionadora de aguaymanto deshidratado por aceptación de tamaño que requiere el cliente.
- **Falta de mantenimiento.** La maquinaria no cuenta con un mantenimiento preventivo ni predictivo.

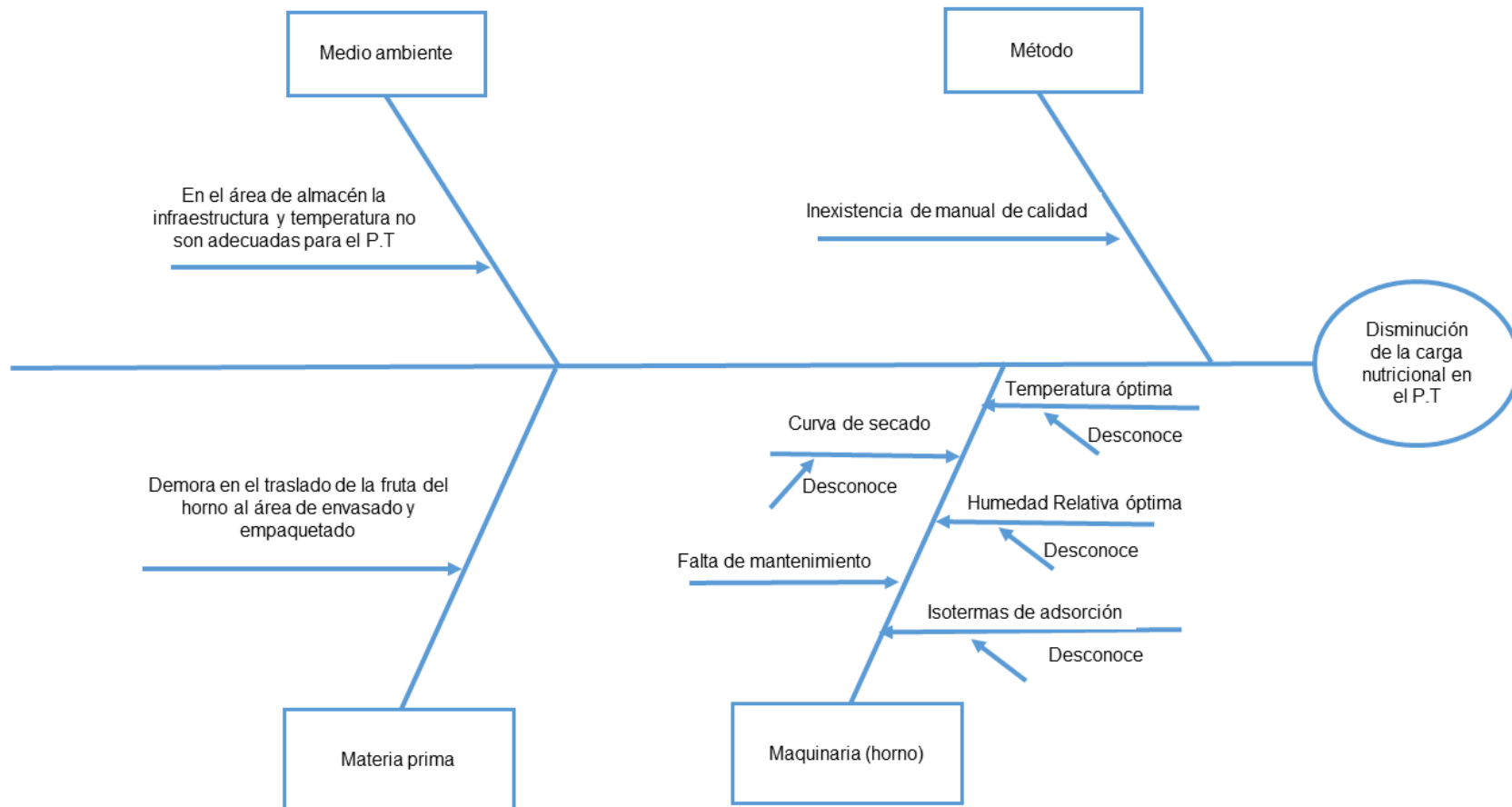


Figura n° 10. Diagrama Causa - Efecto Disminución de la carga nutricional en el P.T.

Fuente: Elaboración propia

Los problemas con la disminución de la carga nutricional en el P.T. es que los operarios no están calificados, no entrenados y capacitados. Además, se desconoce las isotermas de adsorción, por ende las curvas de secado, tampoco se conoce la temperatura y humedad relativa óptimas en la que debe estar calibrado el horno, por último no hay mantenimiento en el horno.

La disminución de la carga nutricional del producto terminado se da porque se desconoce la temperatura óptima en el horno y al suceder esto la cantidad de vitamina C se destruye cuando hay un elevado calor, entre otros nutrientes; esto llega a pasa cuando la fruta opta un color marrón.

✓ **Método**

- **Inexistencia de manual de calidad.** La empresa no cuenta con un manual de calidad para el proceso de deshidratación (color de la fruta).

✓ **Medio ambiente**

- **En el área de almacén la infraestructura y temperatura no son las adecuadas para el P.T.** El almacén no cuenta con las especificaciones necesarias como almacén, además no tiene una buena ventilación ni temperatura adecuada (20°C) y los productos se encuentran apilados en distintas partes del almacén.

✓ **Materia prima**

- **Demora en el traslado de la fruta del horno al área de envasado y empaquetado.** Se ha podido percatar que la fruta deshidratada del viernes muchas veces no se llega a empaquetar, quedando expuesta al medio ambiente durante sábado y domingo, puesto que en estos días no se trabaja.

✓ **Maquinaria (horno)**

- **Desconoce curvas de secado.** La empresa no cuenta con esa información.
- **Desconoce temperatura óptima, humedad relativa y velocidad del aire.** Trabajan a una temperatura de 59°C, pero no es la óptima, por eso es que el aguaymanto cambia de color y por ende disminuye su carga nutricional. Los otros datos no son operables en el equipo.
- **Desconoce isoterma de adsorción.** La empresa desconoce este dato, indispensable para sacar las curvas de secado.
- **Falta de mantenimiento.** El horno no tiene un mantenimiento preventivo y predictivo, además el hidrómetro no es el adecuado para el horno porque se descalibra en el proceso.

Tabla n° 21. Porcentaje acumulado del tiempo del proceso productivo de un día de trabajo por horas.

OPERACIÓN	Peso Kg	TIEMPO (h)	TIEM. ACUM	%ACUMULADO
Deshidratación de la fruta	1100	21.5	21.5	76.6%
Lavado de fruta	1198	1.7	23.2	82.5%
Recepción y pesado de M.P.	1198	1.3	24.5	87.2%
Pelado de M.P	85	1.2	25.7	91.4%
Selección de M.P.	176	0.9	26.6	94.7%
Selección de la fruta	857	0.8	27.4	97.6%
Empaquetado	429	0.7	28.1	100%

Fuente: Elaboración propia

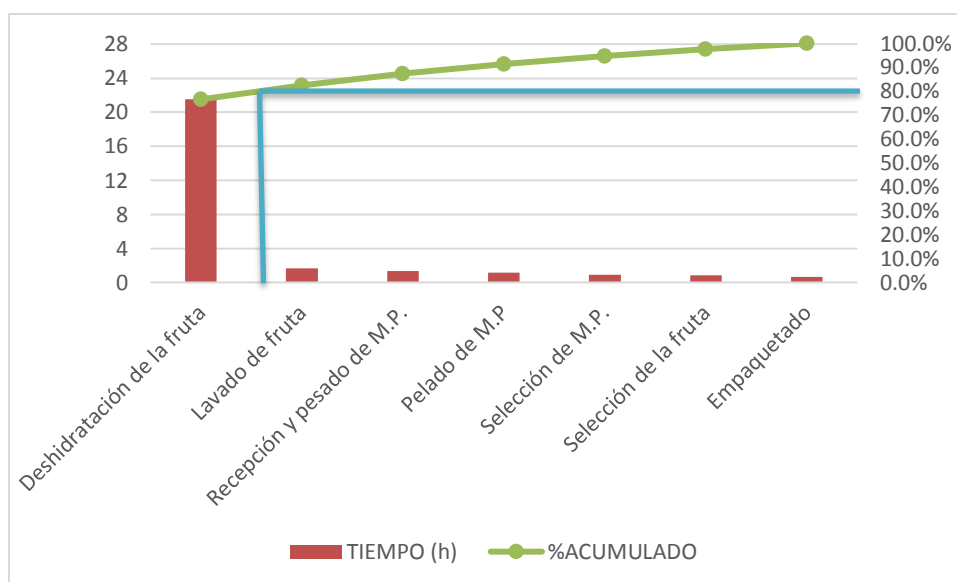


Figura n° 11. Diagrama de Pareto del proceso productivo de un día de trabajo en horas.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 11 tenemos como causa vital la deshidratación de la fruta, en el proceso del horno porque demanda una mayor cantidad de horas a diferencia de los otros procesos y esto es debido a que no hay un dato exacto de temperatura y tiempo para hacer el reordenamiento adecuado de los coches en el horno grande.

Tabla n° 22. Porcentaje acumulado de variables en la empresa AgroAndino SRL

VARIABLES	Calificación	Calif. Acum.	%ACUMULADO	N°	Calificación
Maquinaria	4	5	26%	1	excelente
Mano de obra	4	9	47%	2	muy bueno
Métodos	4	13	68%	3	bueno
Medio ambiente	3	16	84%	4	regular
Materia prima	3	19	100%	5	malo

Fuente: Elaboración propia

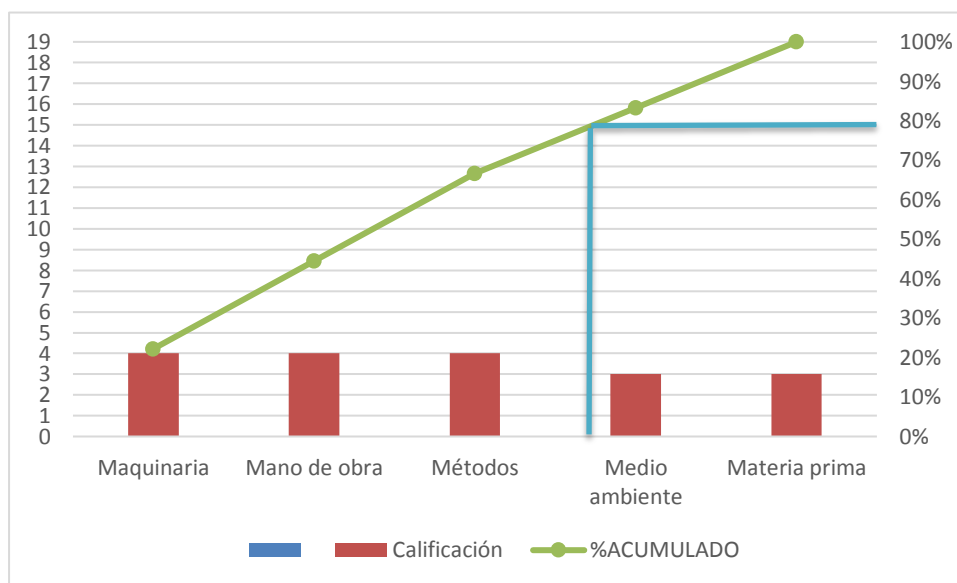


Figura n° 12. Diagrama de Pareto del método de las 5M's

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 12 dado el método de las 5M's nos dice que las causas vitales se encuentra en la maquinaria específicamente en el horno, en la mano de obra el personal no está calificado, la mayoría son técnicos pero no han tenido una buena formación profesional y en métodos porque la manera de inspeccionar es de forma visual.

Tabla n° 23. Porcentaje acumulado del problema con la imagen del producto.

VARIABLES	CALIFICIÓN	CALIFICATIVO ACUMULADO	% ACUMULADO
Operarios manipulan inadecuadamente la fruta	4	4	21%
Demora en el traslado de M.P del horno al área de envasado y empaque	4	8	42%
Inspección del P.T es deforma visual	4	12	63%
El calor en las áreas de deshidratación, selección, envasado y empaque afectan al P.T	4	16	84%
Falta de mantenimiento en la maquinaria	3	19	100%

Fuente: Elaboración propia

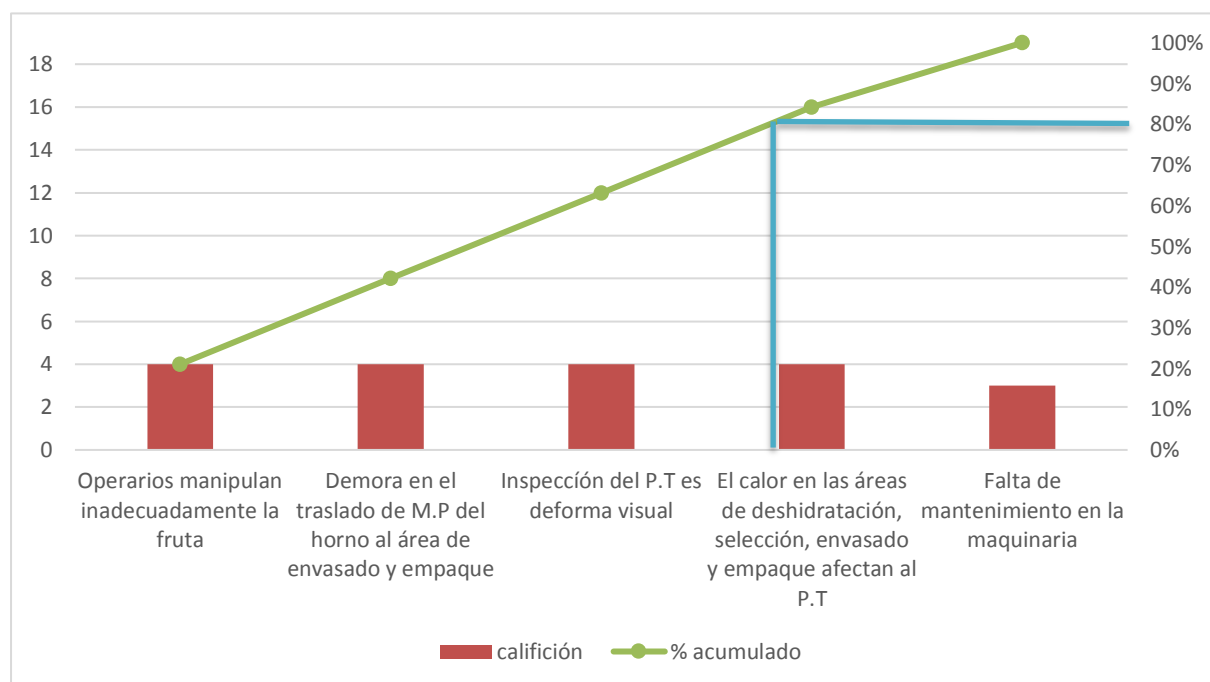


Figura n° 13. Diagrama de Pareto del problema con la imagen del producto.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 13 las principales causas que generan problemas con la imagen del producto es que los operarios no están entrenados y capacitados debidamente, también es por la demora en el traslado de M.P. del horno al área de envasado y empaque y por último por qué se hace una inspección de forma visual.

Tabla n° 24. Porcentaje acumulado en la disminución de la carga nutricional.

VARIABLES	CALIFICACION	CAL. ACUM	% ACUM
Curvas de secado	5	5	25%
Isotermas de adsorción	5	10	50%
Inexistencia del manual de calidad	4	14	70%
En el área de almacén la infraestructura y temperatura no son adecuadas para el P.T.	3	17	85%
Demora en el traslado de la fruta del horno al área de envasado y empaquetado	3	20	100%

Fuente: Elaboración propia

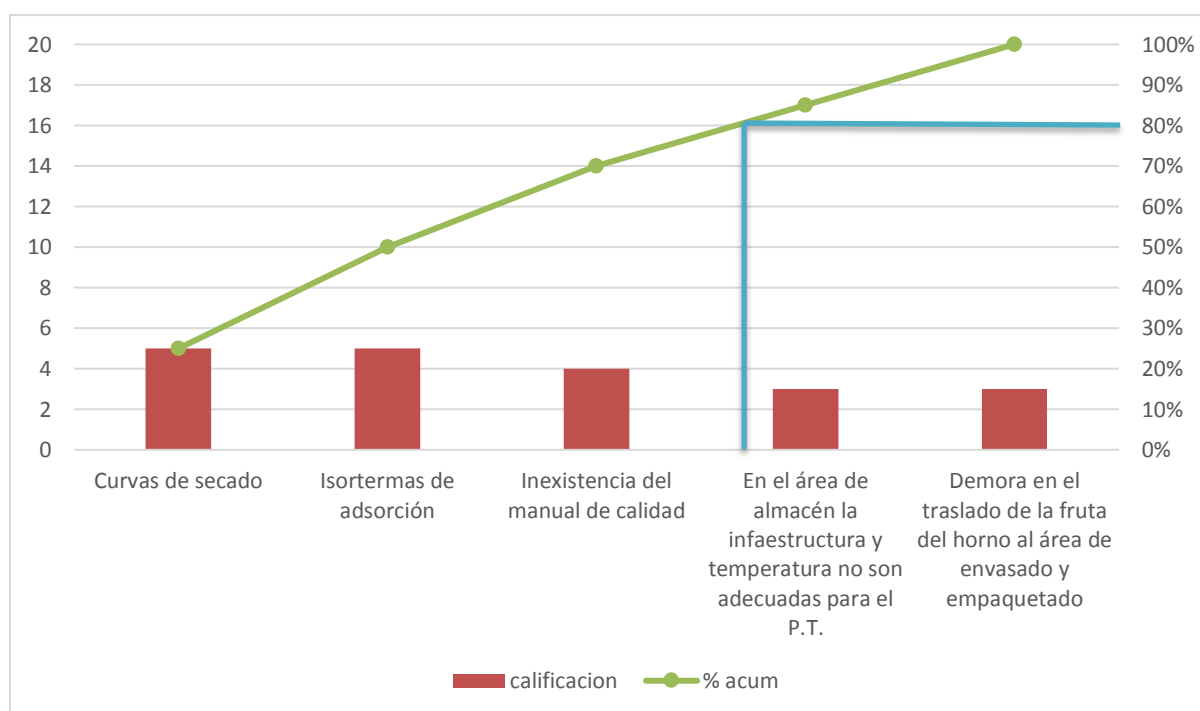


Figura n° 14. Diagrama de Pareto de la disminución de la carga nutricional en el P.T.

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura n° 14 la disminución de la carga nutricional en el producto terminado es porque se desconoce las isotermas de adsorción, las curvas de secado, también hay una inexistencia del manual de calidad de los productos y además los operarios no están entrenado y capacitados adecuadamente.

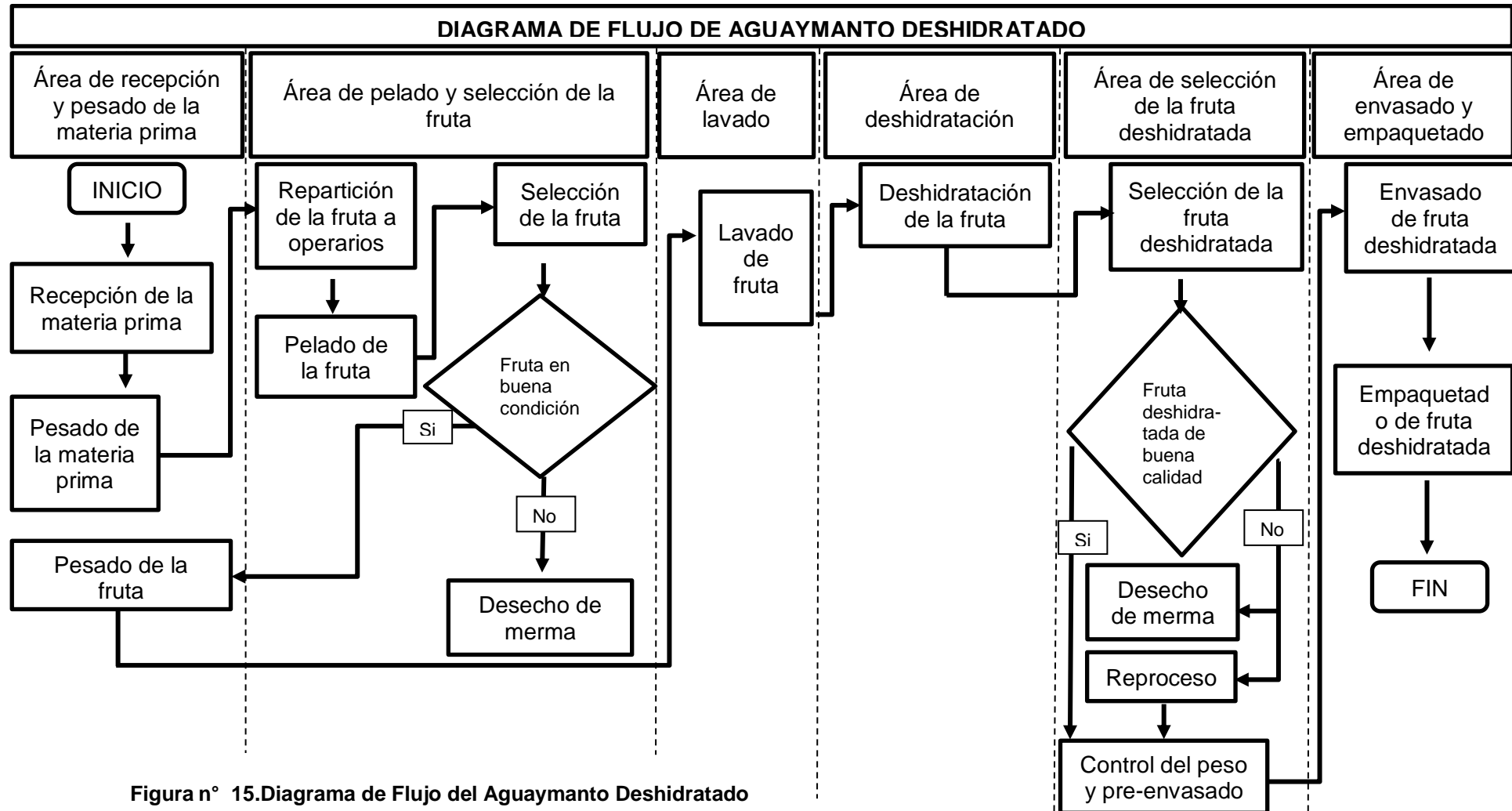


Figura n° 15. Diagrama de Flujo del Aguaymanto Deshidratado

Fuente: Elaboración Propia

Explicación: Para la deshidratación del aguaymanto la materia prima pasa por seis áreas para obtener el producto final, las cuales son: área de recepción y pesado, área de pelado y selección, área de lavado, área de deshidratado, área de selección de la fruta deshidratada y área de envasado y empaquetado.

- CARACTERIZACIÓN DEL AGUAYMANTO ORGÁNICO

El aguaymanto orgánico de la empresa AgroAndino S.R.L. está representada con la humedad, sólidos solubles, pH, acidez y cantidad de vitamina C que se muestran en la Tabla n° 25.

Tabla n° 25. Análisis fisicoquímicos realizados al aguaymanto fresco

Características Fisicoquímicas	Valor
Humedad (%)	81.04 ± 1.26
Sólidos Solubles (°Brix)	14.38 ± 0.75
pH	3.45 ± 0.04
Acidez (%)	1.56 ± 0.18
Vitamina C (mg/100 g DM)	89.24 ± 1.67

Fuente: Elaboración propia

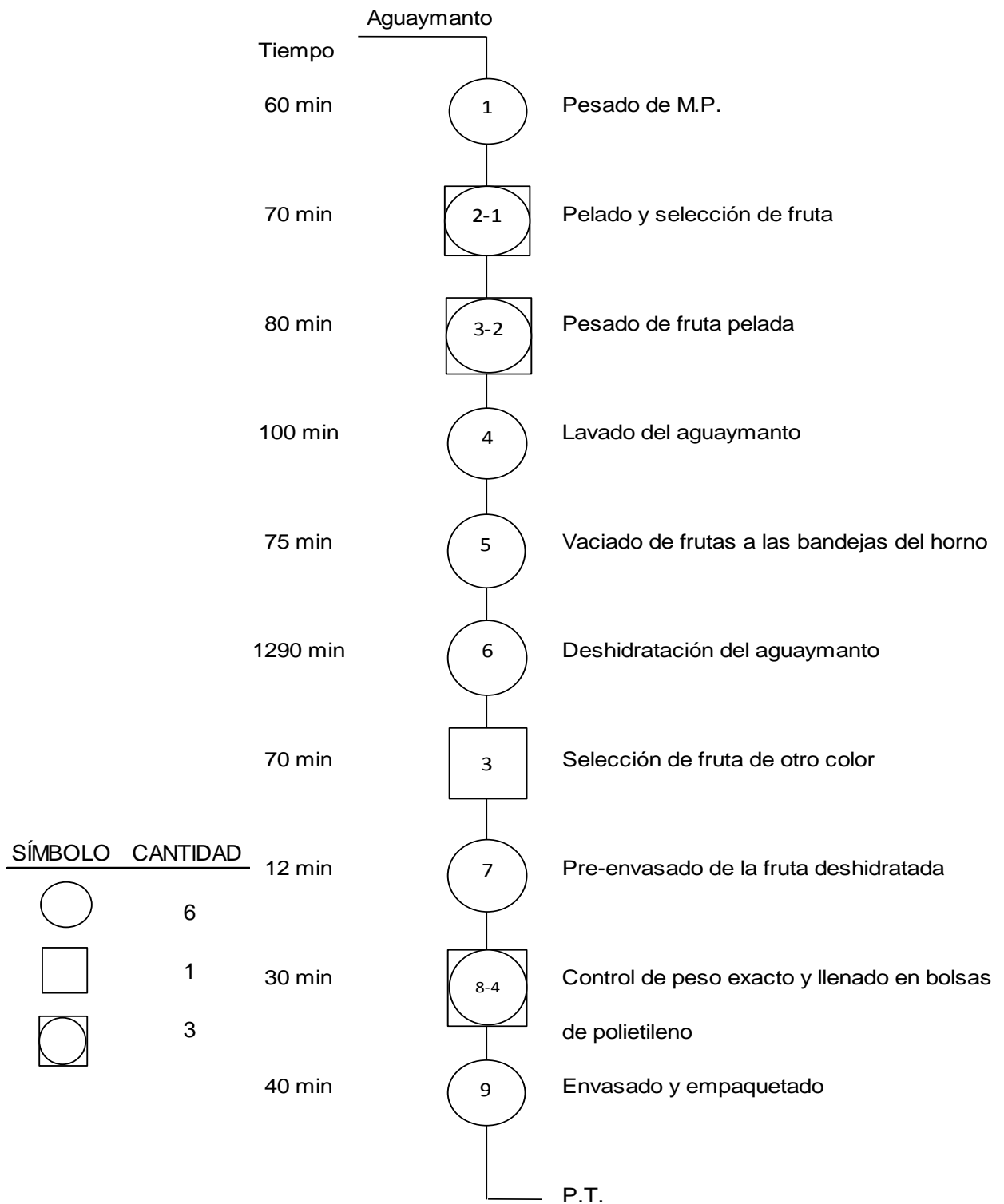


Figura n° 16. Diagrama de operaciones del aguaymanto deshidratado

Fuente: Elaboración Propia

Explicación. En el proceso productivo del aguaymanto deshidratado se realizaron nueve operaciones, una inspección y tres operaciones combinadas hasta tener el producto terminado.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO						Operación: Recorrido del aguaymanto		OBSERVACIÓN
PROCESO: Deshidratación del aguaymanto						Material:		
MÉTODO	<input checked="" type="checkbox"/> Actual	<input type="checkbox"/> Propuesta			<input type="checkbox"/> Hombre:			
Descripción	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRASO	ALMACÉN	Distancia en metros	Tiempo en minutos	
Recepción de M.P.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		120	La fruta llega entre Sábado y Martes
Pesado de M.P.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		55	
Control de M.P.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		7	Operario traslada 8 jabas por vez
Desde zona de pesado a zona de pelado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	8	
Almacén de fruta pesada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		960	Al siguiente día que se recepcionó la fruta empieza la operación de pelado
Pelado y selección de aguaymanto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		230	
Inspección de fruta pelada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	
Almacén de fruta pelada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		8	
Fruta en cola para ser pesada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10	
Pesado de fruta pelada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		65	
Inspección de pesos de fruta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	
De zona de pesado a lavado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	9	Operario traslada 8 jabas por vez
Fruta en cola para ser lavada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15	
Lavado de fruta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		90	
Desde zona de lavado a almacén de fruta lavada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	5	
Fruta en cola para el vaciado a bandejas de horno	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		40	
Vaciado de fruta a bandejas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		80	
Traslado de bandejas a horno	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	1	
Deshidratación de la fruta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1290	Temperatura de 55 a 66°C, la fruta llega a una humedad de 13 a 14%
Selección de fruta deshidratada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		180	
Inspección de fruta deshidratada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10	
Pre envasado de fruta deshidratada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10	
Traslado de fruta a envasado y empaque	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	5	Una jaba contiene 6 bolsas de polietileno de aprox. 4.5 kg cada una
Control de peso exacto de fruta pre envasada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		50	
Inspección de peso de fruta pre envasada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	
Envasado y empaque de P.T.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		40	Una caja contiene 2 bolsas de 4.5 kg
Inspección de empackado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	
Traslado de P.T. a almacén	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	90	100	
Almacén de producto terminado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
RESUMEN	10	6	6	3	4	90	2448	

Tabla n° 26. Diagrama Analítico de Proceso del Aguaymanto Deshidratado

Fuente: Elaboración Propia

Explicación: En el proceso de producción del aguaymanto deshidratado se realizaron diez operaciones, seis transportes, seis inspecciones, tres demoras y cuatro almacenes. En total de distancias recorrida por fruta es de 90 metros hasta llegar al almacén y el tiempo en el que se procesa 930 kilogramos de fruta deshidratada es de 2 448 min teniendo en cuenta actividades productivas e improductivas.

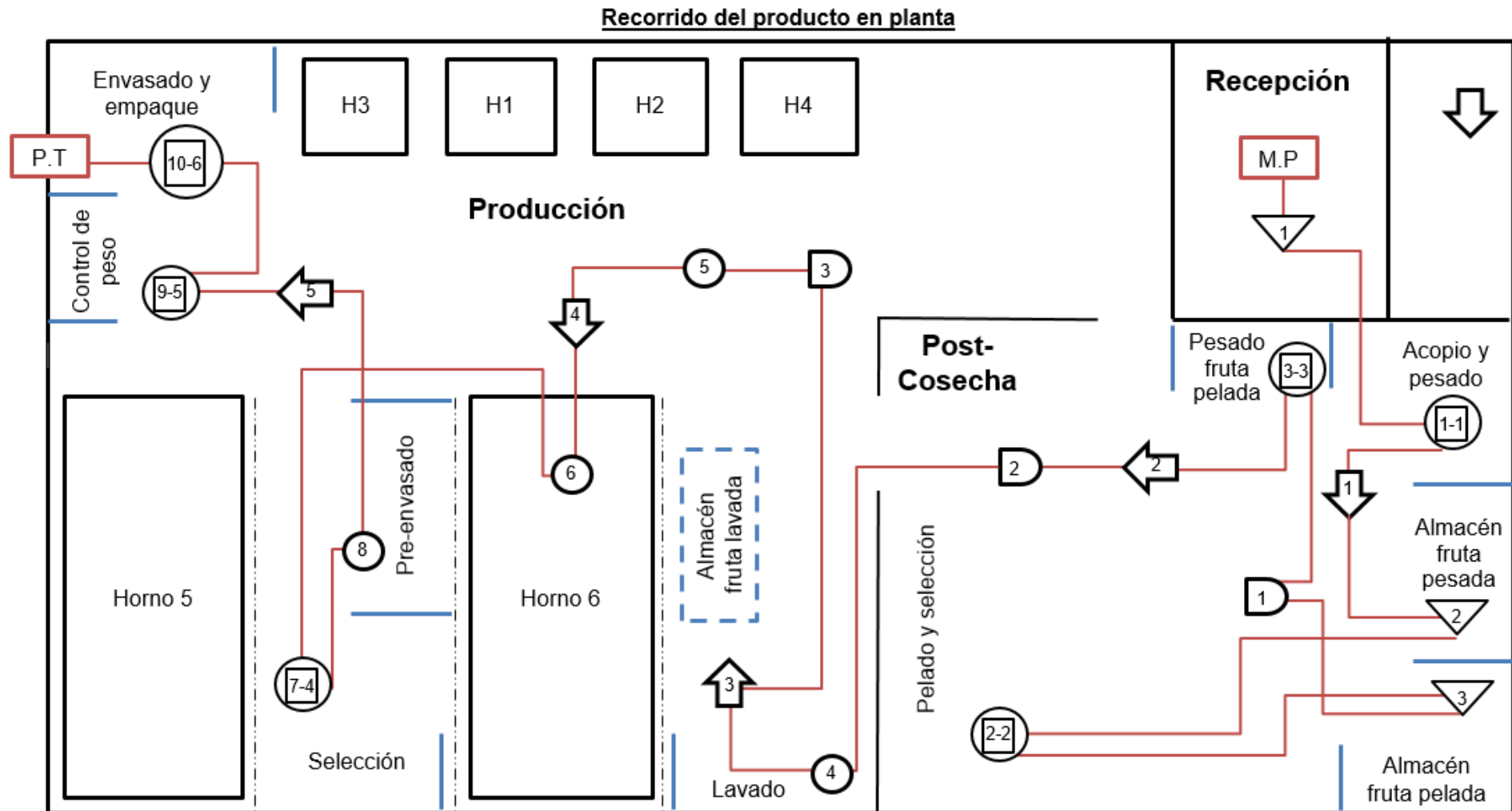


Figura n° 17. Recorrido del producto en la planta.

Fuente: Elaboración Propia

Explicación: El recorrido que realiza el aguaymanto desde la recepción de la materia prima hasta la obtención y almacenamiento del producto final implica diez operaciones, seis transportes, seis inspecciones, tres retrasos y cuatro almacenamientos. La distribución de la planta se divide en: recepción, post – cosecha y producción y cuenta con pequeños espacios en las diferentes áreas, en donde se almacena la fruta que continuará su proceso al día siguiente.

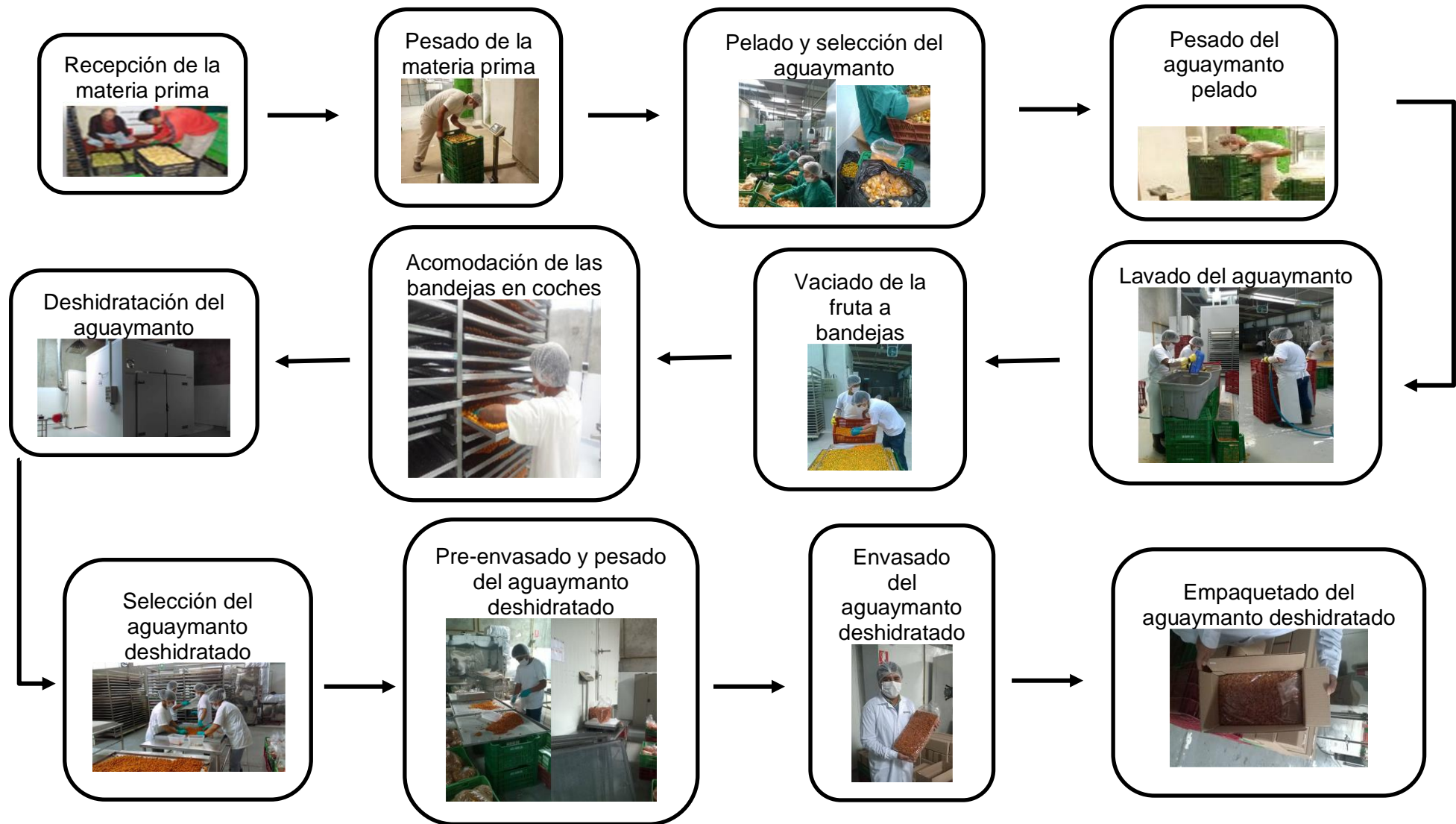


Figura n° 18. Esquema de proceso Productivo del Aguaymanto Deshidratado

Fuente: Elaboración Propia

Explicación: El proceso productivo del aguaymanto deshidratada cuenta con 10 operaciones las cuales son: Pesado de la materia prima, Pelado y selección del aguaymanto, Pesado del aguaymanto pelado, Lavado del aguaymanto, Vaciado de la fruta a bandejas del horno, Acomodación de las bandejas en coches, Deshidratación del aguaymanto, Pre-ensado y pesado del aguaymanto deshidratado, Envasado del aguaymanto deshidratado y empaquetado del aguaymanto deshidratado.

4.3. Resultados del Diagnóstico

Tabla n° 27. Resultados del Diagnóstico antes de la mejora.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	RESULTADO
Independiente				
Temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico	<ul style="list-style-type: none"> - La temperatura desempeña un factor importante en el proceso de secado, conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles (Tenezaca, 2013) - Cantidad de vapor de agua que hay en la atmósfera. Se expresa en un 100% si el vapor está saturado y 0% si no hay en absoluto vapor de agua (Tenezaca, 2013) 	PRODUCCIÓN (Deshidratación en el horno)	Temperatura	59 °C
			Humedad relativa	10.8 %
Dependiente				
Optimización de la carga nutricional y color del producto	Optimizar el color del aguaymanto deshidratado mediante: <ul style="list-style-type: none"> - El método de espacio de color: modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. (Palomino, 2015) - Escala de colores: método visual para determinar el color de la fruta. (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992) - Además de incrementar el contenido de vitamina C. (Roth, 2009) 	CALIDAD DEL PRODUCTO	L (luminosidad)	37 Adimensional
			a (rojo o verde)	18 + a
			b (amarillo azul)	35 + b
			Vitamina C	34.0 mg/100 g DM

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Los valores de la variable independiente son empíricos, no han sido evaluados ni examinados, solamente están en función al conocimiento del funcionamiento del horno.

4.4. Diseño de la Propuesta de Mejora

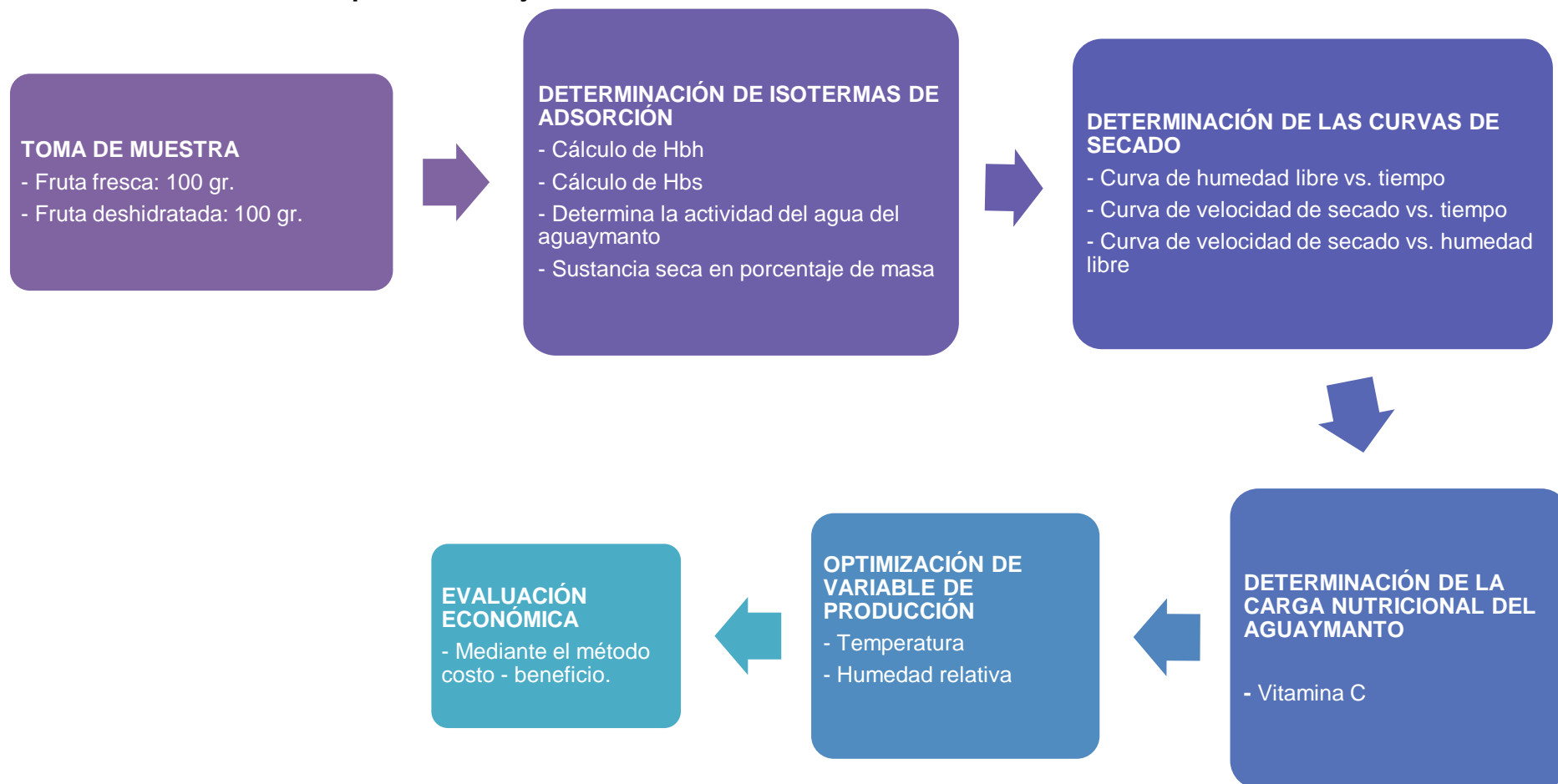


Figura n° 19. Diseño de la Propuesta de Mejora en AgroAndino S.R.L

Fuente: Elaboración Propia

Referente a la Figura n° 19 se propone encontrar el dato exacto de temperatura y humedad en el área de deshidratación (proceso en los dos hornos grandes), mediante la obtención de las curvas de secado y la superficie de respuesta; para ello lo que tenemos que hacer es una **Toma de muestra** tanto de aguaymanto en fruta como en aguaymanto deshidratada para luego **Determinar las isotermas de adsorción**, aquí tenemos que hallar el cálculo de humedad en base húmeda y humedad en base seca, también se determina la actividad del agua de la fruta y sustancia seca en porcentaje de masa, Después de haber obtenido estos datos pasamos a la **Determinación de las Curvas de Secado**, en la cual obtenemos la curva de humedad libre vs. Tiempo, la curva de velocidad de secado vs. Tiempo y la curva de velocidad de secado vs. Humedad relativa, además se tiene que **Determinar la carga nutricional del aguaymanto** para ver que composición tiene la fruta antes y después de la deshidratación, se hace un análisis de vitamina C. Luego se determinó la **Optimización de variable de producción**, que consiste en hallar la temperatura y humedad relativa. Por último, tenemos que hacer una **Evaluación económica** mediante el método costo – beneficio para saber si hubo una reducción de costos mediante las curvas de secado y superficie de respuesta.

4.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

- ISOTERMAS DE ADSORCIÓN

En la Tabla n° 28. Se determinó la primera muestra para hallar la isoterma de adsorción por cada solución utilizando la diferencia en gramos del peso 1 y del peso 2.

Tabla n° 28. Primera muestra para hallar la isoterma de adsorción

Nº	SOLUCIONES SATURADAS	PESO(en g) DE PLACA DE PETRI	PESO 1 (en g) PLACA DE PETRI Y FRUTA (25/07/2016)	PESO 2 (en g) PLACA DE PETRI Y FRUTA (27/07/2016)	DIFERENCIA EN g DE PESO 1 Y PESO 2
1	Ácido Sulfúrico	47.4545	50.4250	50.3531	0.0719
2	Cloruro de litio	42.1166	45.4706	45.4210	0.0496
3	Cloruro de Magnesio	37.1479	40.0825	39.9056	0.1769
4	Nitrato de Sodio	37.6277	40.4774	40.3313	0.1461
5	Cloruro de Sodio	41.9927	45.2885	45.1199	0.1686
6	Cromato de Potasio	43.4459	46.8890	46.8143	0.0747
7	Agua	47.9447	50.6090	50.6111	-0.0021

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla n° 29. Se determinó la segunda muestra para hallar la isoterma de adsorción por cada solución utilizando la diferencia en gramos del peso 1 y del peso 2.

Tabla n° 29. Segunda muestra para hallar la isoterma de adsorción

Nº	SOLUCIONES SATURADAS	PESO (en g) DE PLACA DE PETRI	PESO 1 (en g) PLACA DE PETRI Y FRUTA (27/07/2016)	PESO 2 (en g) PLACA DE PETRI Y FRUTA (01/08/2016)	DIFERENCIA EN g DE PESO 1 Y PESO 2
1	Ácido Sulfúrico	47.4502	51.1251	50.3790	0.7461
2	Cloruro de litio	42.1194	46.5712	44.9796	1.5916
3	Cloruro de Magnesio	37.1491	41.0457	39.8440	1.2017
4	Nitrato de Sodio	37.6312	41.3788	39.6788	1.7000
5	Cloruro de Sodio	41.9926	45.8292	44.2035	1.6257
6	Cromato de Potasio	43.4482	47.8923	46.8563	1.0360
7	Agua	47.9481	52.5473	52.2854	0.2619

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla n° 30 se determinó la sustancia seca en porcentaje de masa del aguaymanto deshidratado y se obtuvo un resultado de 22 SS%.

Tabla n° 30. Sustancia seca en porcentaje de masa (SS%)

m	masa del plato en g.
m1	masa del plato con la fruta en g.
m2	masa del plato con la fruta después del calentamiento en g.

DATOS	
m	423
m1	523
m2	445

$$\text{SS(\%)} = 22$$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla n° 31. Después de hacer la diferencia de pesos inicial con el peso final, determinar el peso del agua después de la desecación en las campanas al vacío y hallar el porcentaje de agua en la fruta mediante la división del peso del agua y el peso del agua en la fruta por cien, entre otros pasos. Se ha obtenido por el número de soluciones los datos para la isoterma de adsorción.

Tabla n° 31. Datos obtenidos de los pesos.

Nº	SOLUCIONES SATURADAS	PESO (en g) DE PLACA DE PETRI	PESO 1 (en g) PLACA DE PETRI Y FRUTA (27/07/2016)	PESO 2 (en g) PLACA DE PETRI Y FRUTA (01/08/2016)	DIFERENCIA EN g DE PESO 1 Y PESO 2	PESO FRUTA en g	PESO Materia	PESO H2O	PESO H2O de Fruta	% Peso H2O Fruta	P/Po
1	Ácido Sulfúrico	47.4502	51.1251	50.3790	0.7461	3.6749	0.8085	2.8664	2.1203	73.97103427	0
2	Cloruro de litio	42.1194	46.5712	44.9796	1.5916	4.4518	0.9794	3.4724	1.8808	54.16431959	11
3	Cloruro de Magnesio	37.1491	41.0457	39.8440	1.2017	3.8966	0.8573	3.0393	1.8376	60.46191486	33
4	Nitrato de Sodio	37.6312	41.3788	39.6788	1.7000	3.7476	0.8245	2.9231	1.2231	41.84312148	64
5	Cloruro de Sodio	41.9926	45.8292	44.2035	1.6257	3.8366	0.8441	2.9925	1.3668	45.67505684	75
6	Cromato de Potasio	43.4482	47.8923	46.8563	1.0360	4.4441	0.9777	3.4664	2.4304	70.11306838	87
7	Agua	47.9481	52.5473	52.2854	0.2619	4.5992	1.0118	3.5874	3.3255	92.69939923	100

Fuente: Elaboración propia

En la figura n° 20 se realizó el gráfico de la isoterma de adsorción, utilizando una línea de tendencia polinómica de grado 2.

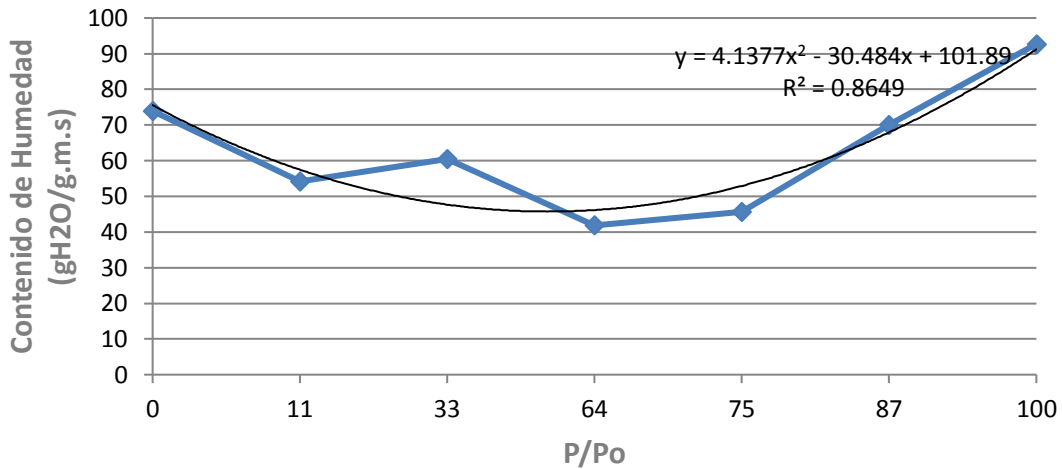


Figura n° 20. Gráfico de la isoterma de adsorción

Fuente: Elaboración propia

- CURVA DE SECADO

A continuación en la Tabla n° 32 se presentan los resultados del peso de la fruta, tiempo, velocidad de secado y humedad del producto obtenidos de la deshidratación del aguaymanto a 60 °C.

Tabla n° 32. Tabla de resultados de la deshidratación a 60°C.

TEMPERATURA 60°C			
Peso fruta (g)	Tiempo	Velocidad de secado	Humedad del producto
100	0	0	78.78
99.12	30	0.55	76.98
97.23	60	0.65	74.81
95.57	90	1.35	73.03
92.45	120	1.33	70.56
89.34	150	1.32	67.34
86.75	180	1.32	55.45
83,89	210	1.22	49.56
70.67	240	1.21	45.49
66.36	270	1.21	41.67
62.67	300	0.78	29.56
54.67	330	0.69	25.34
50.45	360	0.34	21.67

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla n°33 se presentan los resultados del peso de la fruta, tiempo, velocidad de secado y humedad del producto obtenidos de la deshidratación del aguaymanto a 70 °C.

Tabla n° 33. Tabla de resultados de la deshidratación a 70°C.

TEMPERATURA 70°C			
Peso fruta (g)	Tiempo	Velocidad de secado	Humedad del producto
100	0	0	74.45
94.78	30	0.65	72.78
90.89	60	1.34	70.56
87.45	90	1.32	65.89
83.56	120	1.32	61.67
69.56	150	1.22	52.65
65.87	180	1.21	45.78
61.89	210	0.76	36.43
55.67	240	0.78	25.89
50.68	270	0.51	22.09

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla n° 34 se presentan los resultados del peso de la fruta, tiempo, velocidad de secado y humedad del producto obtenidos de la deshidratación del aguaymanto a 80 °C.

Tabla n° 34. Tabla de resultados de la deshidratación a 80°C

TEMPERATURA 80 C°			
Peso fruta (g)	Tiempo	Velocidad de secado	Humedad del producto
100	0	0	76.89
94.76	30	0.66	72.78
89.87	60	0.74	68.89
86.34	90	1.32	63.67
79.98	120	1.21	61.67
67.63	150	1.22	54.78
60.78	180	1.12	47.89
54.56	210	0.51	25.89
50.45	240	0.48	23.43

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos de la deshidratación a 60° C, 70° C Y 80° C realizamos la primera curva secado que es la humedad del producto con relación al tiempo de secado.

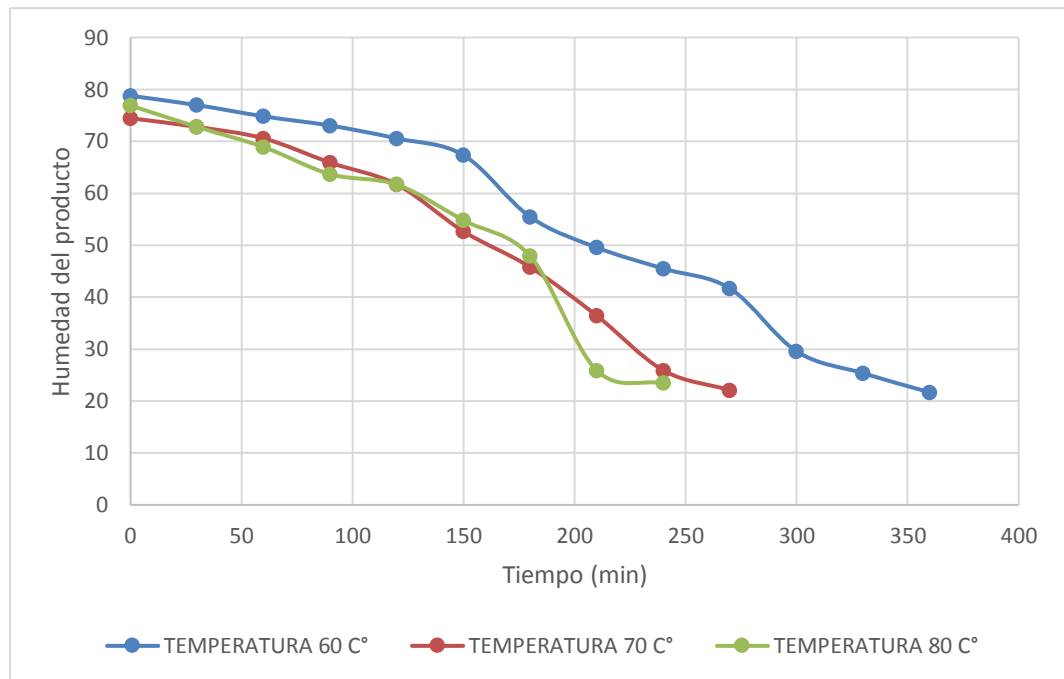


Figura n° 21. Humedad del producto con relación al tiempo de deshidratación

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Figura n° 21 los tratamientos 2 (70° C) y 3 (80° C) presentaron mayor evaporación del agua superficial en los primeros 150 min con resultados de humedades finales de 0.22 y 0.23 (g de agua/g de sólido seco) respectivamente. Mientras el tratamientos 1 (60° C) muestra una menor evaporación de agua en los primeros 100 min obteniendo una humedad final de 0.21 (g de agua/g de sólido seco). Mientras más tiempo permaneció el aguaymanto en el deshidratador la pérdida de agua contenida en el producto fue más lenta.

En el presente estudio los cuatro tratamientos evaluados dieron valores de humedad final entre 0.22 y 0.23.

A continuación, en la Figura n° 22 se observa la segunda curva de secado curva secado que es la velocidad de secado con relación al tiempo de deshidratación.

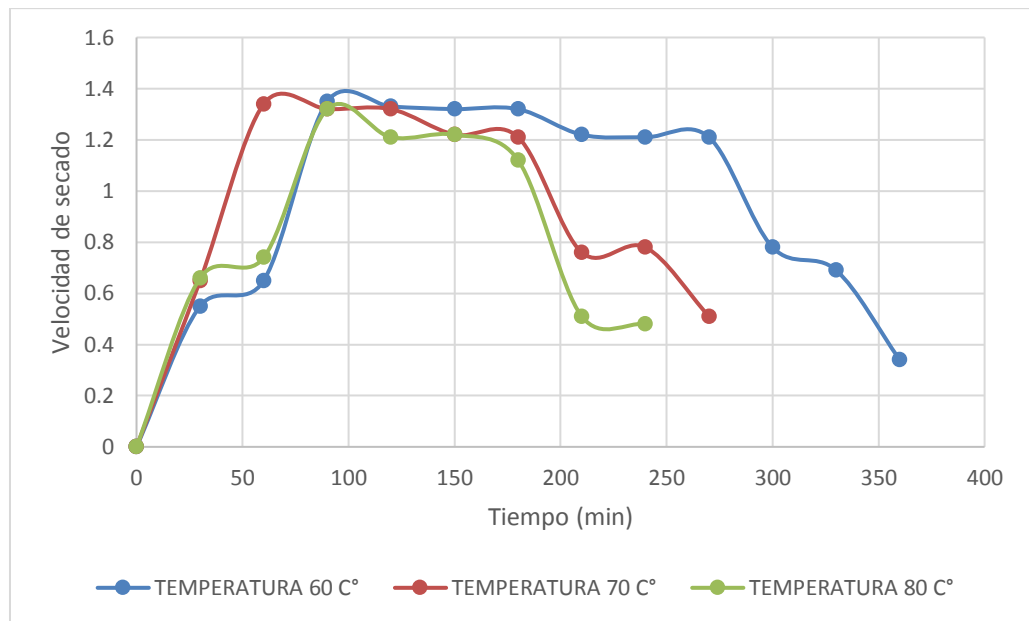


Figura n° 22. Velocidad de secado con relación al tiempo de deshidratación

Fuente: Elaboración propia

Se pudo identificar que en los primeros 60 minutos existe un incremento hasta alcanzar una velocidad crítica de 1.34 [(g de agua/g sólido seco)/min]. Posteriormente se alcanza una velocidad constante desde los 60 hasta los 130 minutos para los tratamientos tres tratamientos.

Los tratamientos 2 y 3 presentaron mayor velocidad de secado, con 0.51 y 0.48 [(g de agua/g de sólido seco)/min], mientras que los tratamientos 1 presentaron menor velocidad de secado con valor de 0.34 [(g de agua/g de sólido seco)/min].

En la Figura n° 23 se observa la tercera curva que es la velocidad de secado con relación a la humedad del producto.

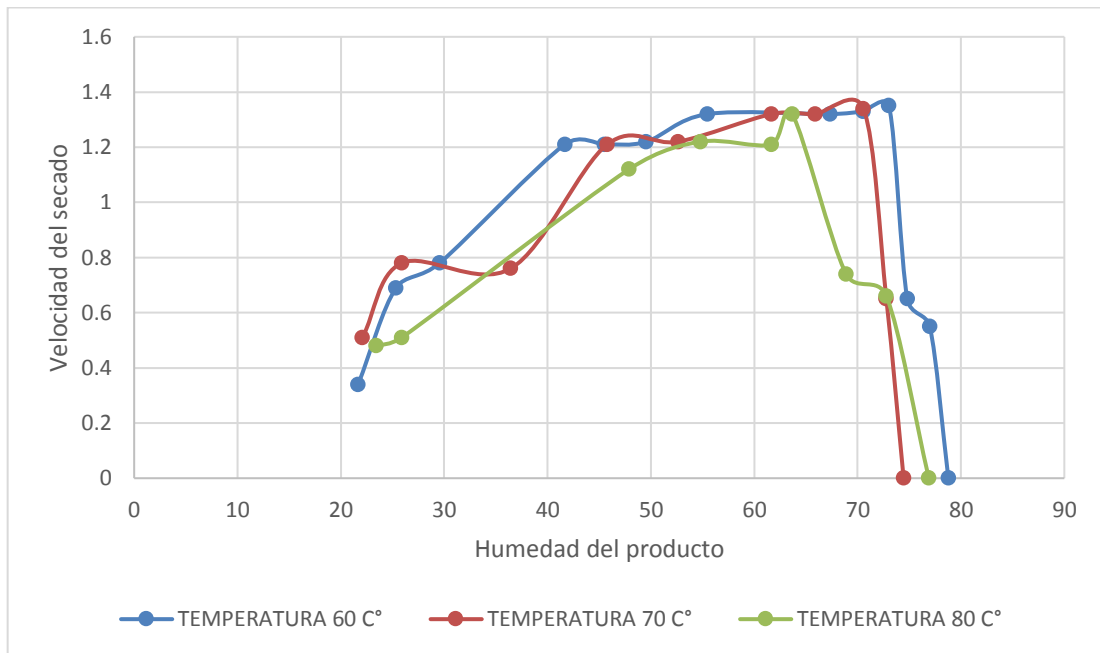


Figura n° 23. Velocidad de secado con relación a la humedad

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que presenta un crecimiento hasta alcanzar un nivel máximo de velocidad de secado y luego un periodo de velocidad decreciente (humedad crítica) en relación con la disminución del contenido de agua en el sólido.

El tratamiento 1 alcanzó una mayor velocidad de 1.35 a una humedad de 0.73 (g de agua/g de sólido seco), mientras que el tratamiento 3 alcanzó la menor velocidad de 1.32 con una humedad de 0.63 (g de agua/g de sólido seco), lo cual permite suponer que la temperatura influye notablemente en la velocidad del proceso.

- SUPERFICIE DE RESPUESTA

Se realizaron 27 corridas con relación a la temperatura, humedad relativa, L, a*, b*, y vitamina C para poder encontrar los datos más exactos para una óptima deshidratación de aguaymanto orgánico como se muestra en la Tabla n° 35.

Tabla n° 35. Corrida de datos para el cálculo de la Superficie de Respuesta

N° de corridas	Temperatura	HR	L	a	b	Vitamina C (mg/100g DM)
1	60	20	41	20.7	41.5	51.3
2	70	20	40.3	20.81	45.5	47.4
3	80	20	37.5	20.3	38.3	21.3
4	60	30	41.5	20.8	41.6	51.32
5	70	30	40.4	20.84	45.6	47.5
6	80	30	37.7	20.12	38.4	21.39
7	60	40	41.6	20.7	42	51.3
8	70	40	40.5	20.87	45.7	47.3
9	80	40	37.9	20.11	38.3	21.45

Fuente: Elaboración propia

- ANÁLISIS DE L:

En la Figura n° 24, se observa el diagrama de Pareto con respecto a L en el cual los niveles de correlación tienen como efectos significativos a la temperatura y humedad relativa los cuales pasan la línea. Esto significa que interfiere positivamente en el color.

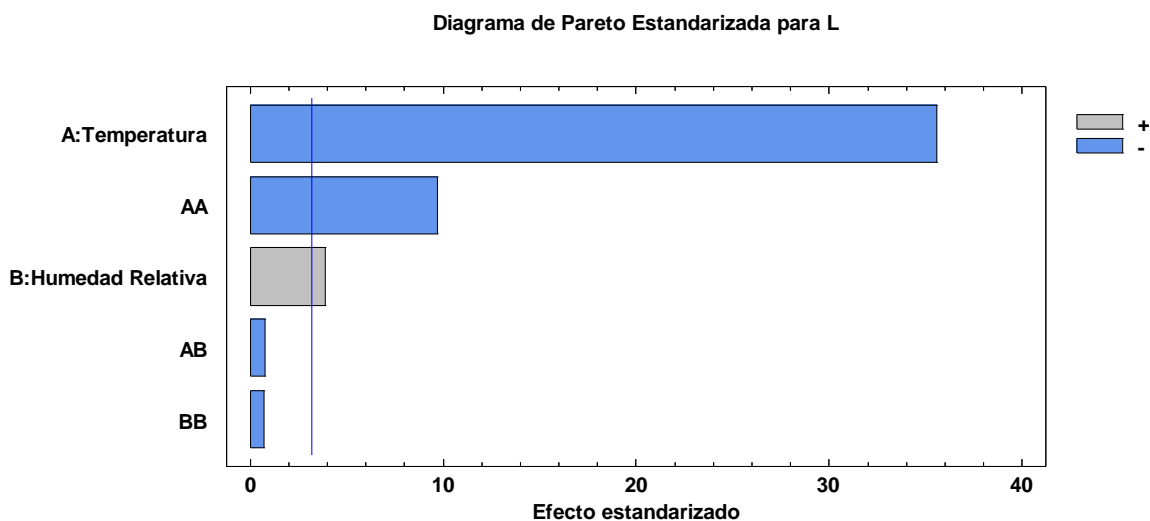


Figura n° 24. Diagrama de Pareto estandarizada para L.

Fuente: Elaboración propia

En la figura n° 25 observamos que a una mayor temperatura el L disminuye, en cambio a una menor humedad relativa el L aumenta.

Gráfica de Efectos Principales para L

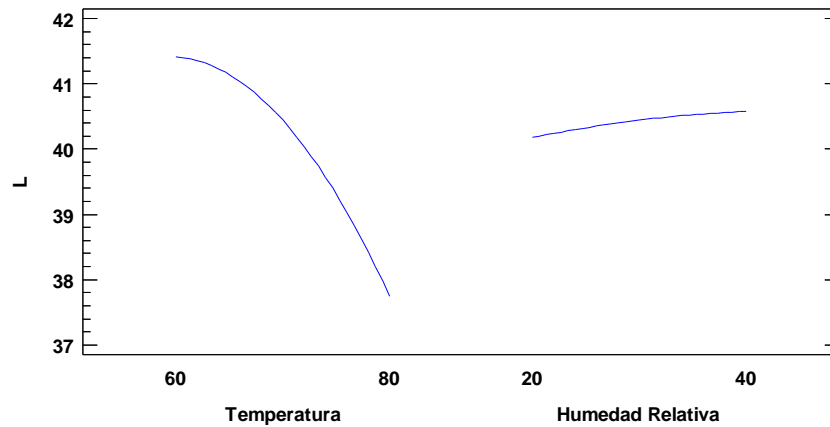


Figura n° 25. Gráfica de efectos principales con respecto a L.

Fuente: Elaboración propia

En la figura n° 26 se puede observar que el L óptimo es un poco más de 41, este dato se ha sacado con la mayor humedad relativa y la menor temperatura.

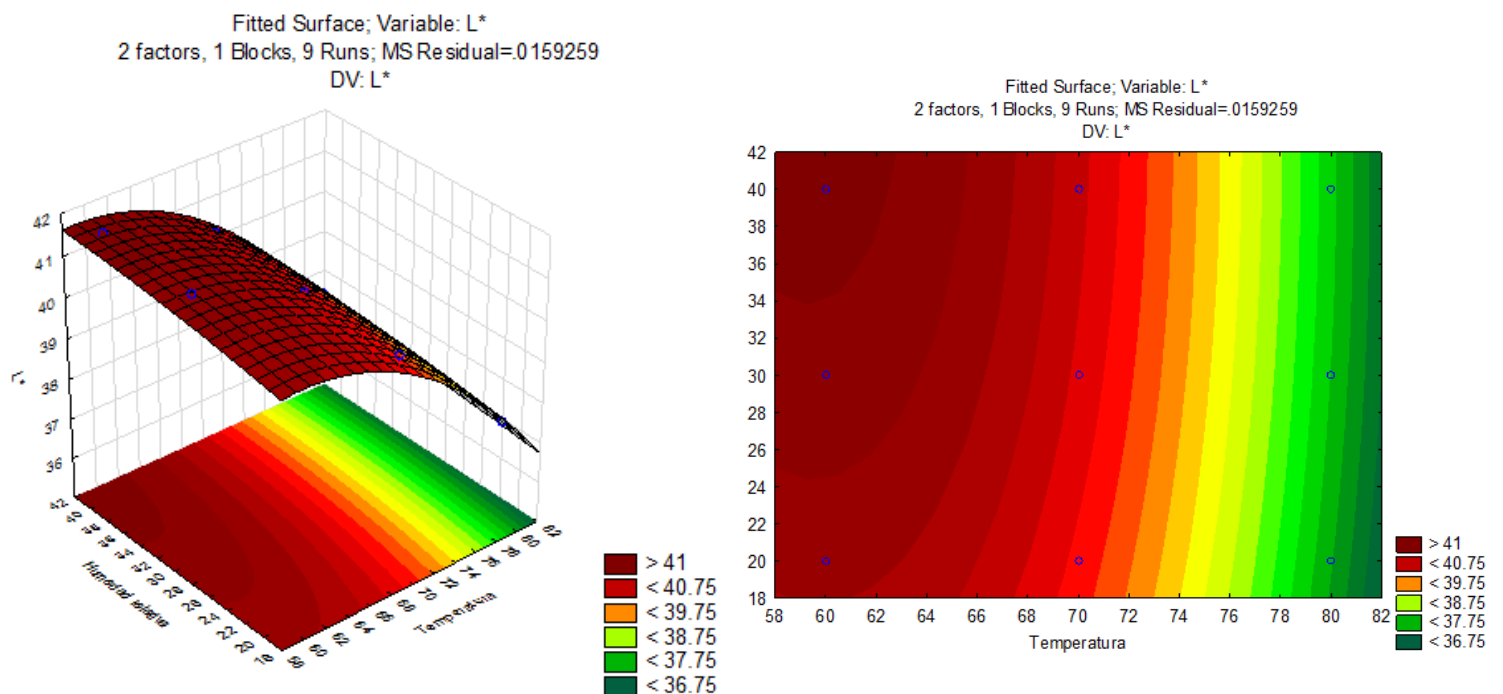


Figura n° 26. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las variables temperatura, humedad relativa con respecto a L.

Fuente: Elaboración propia

Además, la ecuación del modelo ajustado para L es:

$$L = 8.56111 + 1.045*Temperatura + 0.095*Humedad Relativa - 0.00866667*Temperatura^2 - 0.0005*Temperatura*Humedad Relativa - 0.000666667*Humedad Relativa^2$$

Con un R² de 99.7826 % el cual significa que el modelo de regresión se acerca más a la realidad ya que se aproxima a 100%.

Para un mejor estudio se tiene que optimizar la respuesta de la superficie, sabemos que en la escala de Cie Lab, va de 1 a 100 (L*: luminosidad), de la cual 100 es oscuro y 1 es claro, por ello se va a minimizar el color para obtener la tonalidad amarillo naranja que se desea deshidratar. También tenemos a a* (+rojo, -verde) y b*(+amarillo, -azul)

- Tenemos como valor óptimo de L a 41.60

La Tabla n° 36 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza L sobre la región indicada. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

Tabla n° 36. Optimizar respuesta con respecto a L.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	60.0	80.0	60.0
Humedad relativa	20.0	40.0	40.0

Fuente: Elaboración propia

- **ANÁLISIS DE a*:**

En la Figura n° 27, solo tiene como efecto significativo a la temperatura ya que es el único que pasa la línea de estandarización.

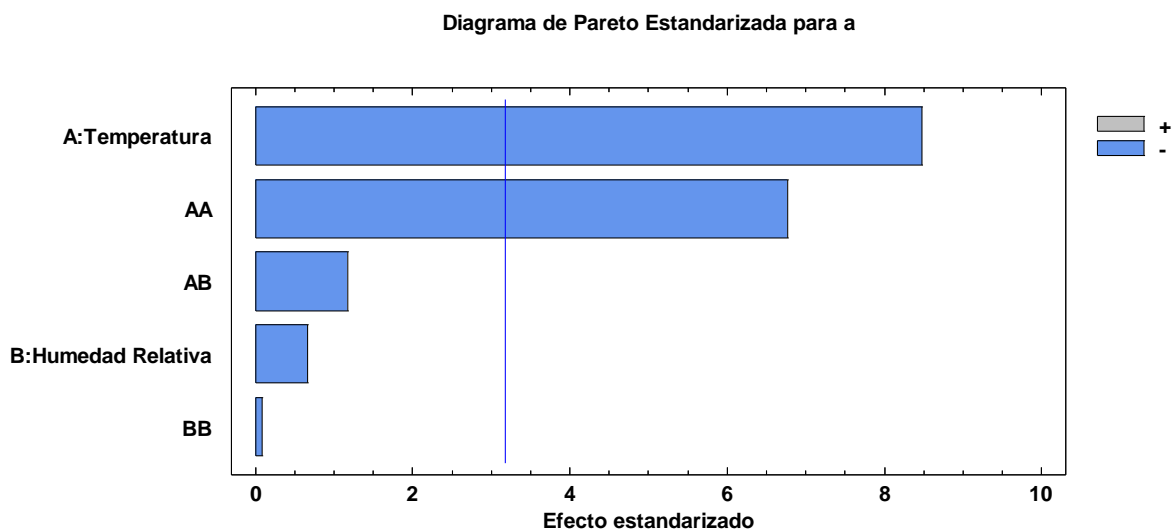


Figura n° 27. Diagrama de pareto estandarizada para a*.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 28. Se observa que a mayor temperatura el a* disminuye, en cambio a mayor a* la humedad relativa disminuye.

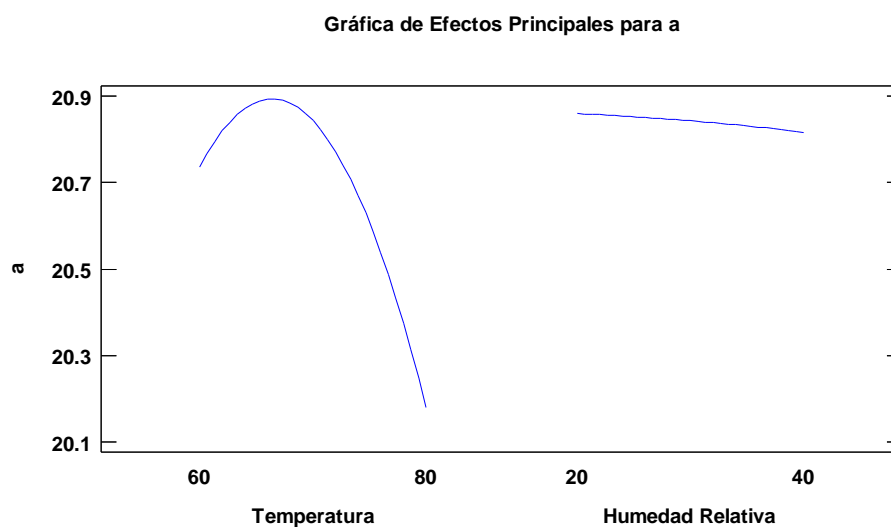


Figura n° 28. Gráfica de efectos principales para a.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 29 se puede observar que el a^* óptimo es 20.8.

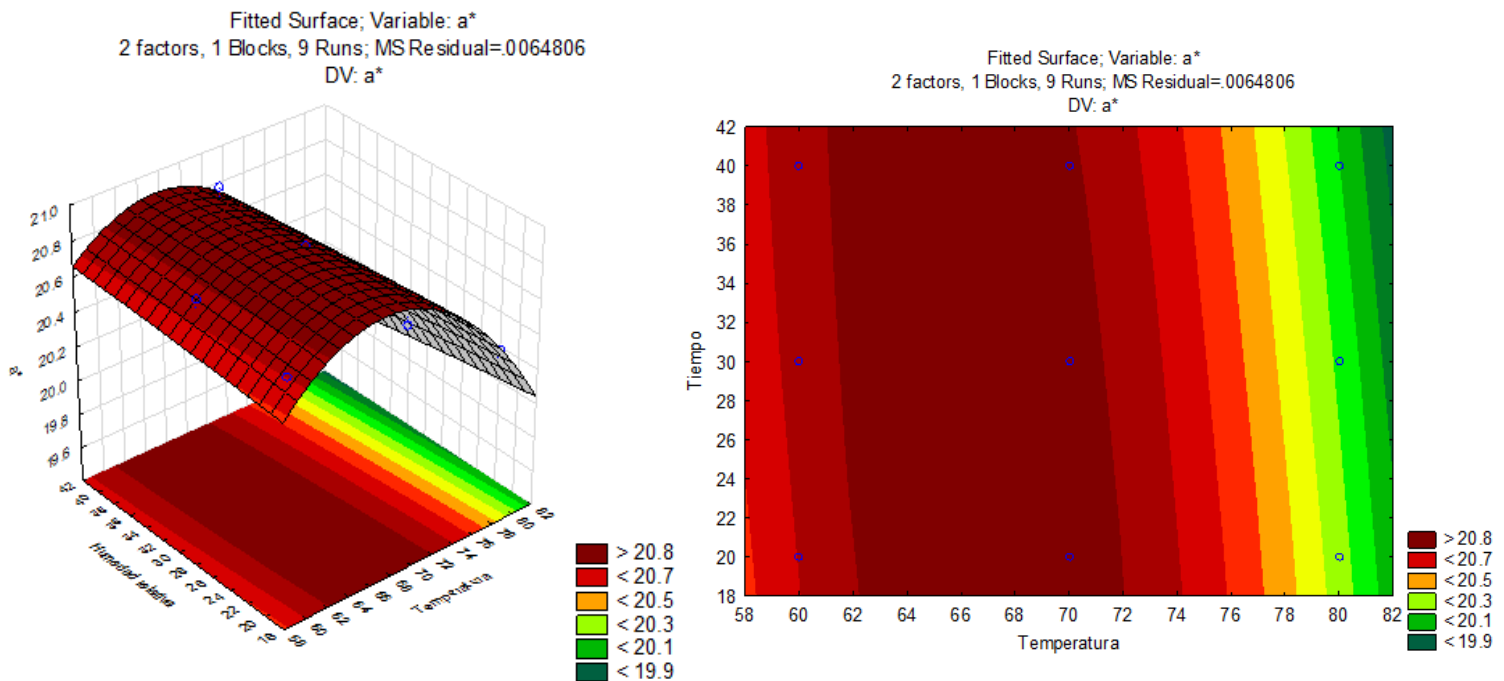


Figura n° 29. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las variables temperatura, humedad relativa con respecto a a^*

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo ajustado para a^* es:

$$a = 2.94917 + 0.525417 \cdot \text{Temperatura} + 0.0340833 \cdot \text{Humedad Relativa} - 0.00385 \cdot \text{Temperatura}^2 - 0.000475 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{Humedad Relativa} - 0.00005 \cdot \text{Humedad Relativa}^2$$

En donde el R^2 es de 97.5471 %, el cual tiene una proximidad a 100%, por ende se acerca más a la realidad.

- Tenemos como valor óptimo de a^* a 20.90

La Tabla n° 37 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza a^* sobre la región indicada. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

Tabla n° 37. Optimizar respuesta con respecto a a*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	60.0	80.0	66.78
Humedad relativa	20.0	40.0	23.64

Fuente: Elaboración propia

- ANÁLISIS DE b*:

En la figura n° 30 tiene como efecto significativo a la temperatura y humedad relativa, ambas pasan la línea por ende interfiere positivamente en el color

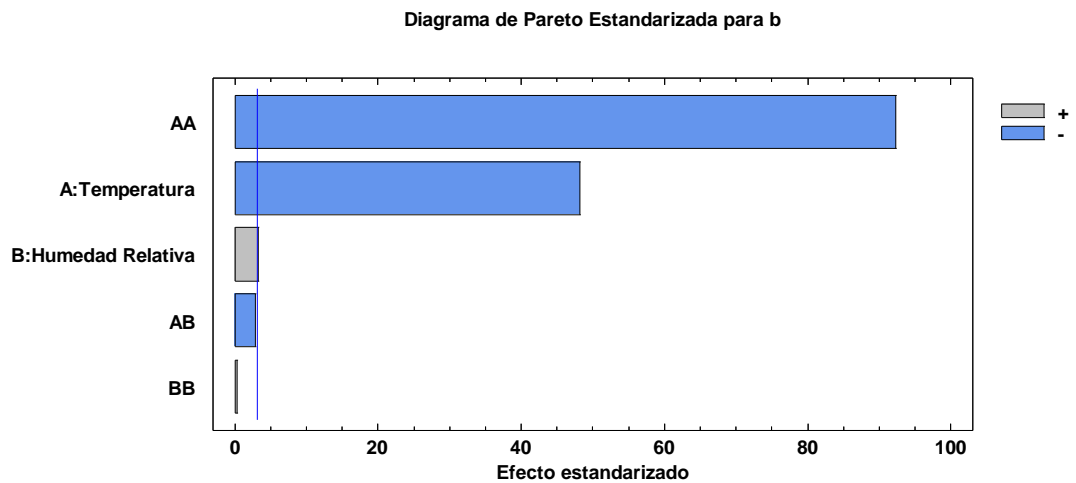


Figura n° 30. Diagrama de pareto estandarizada para b*.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 31 a mayor temperatura b^* disminuye y a mayor humedad relativa b^* aumenta.

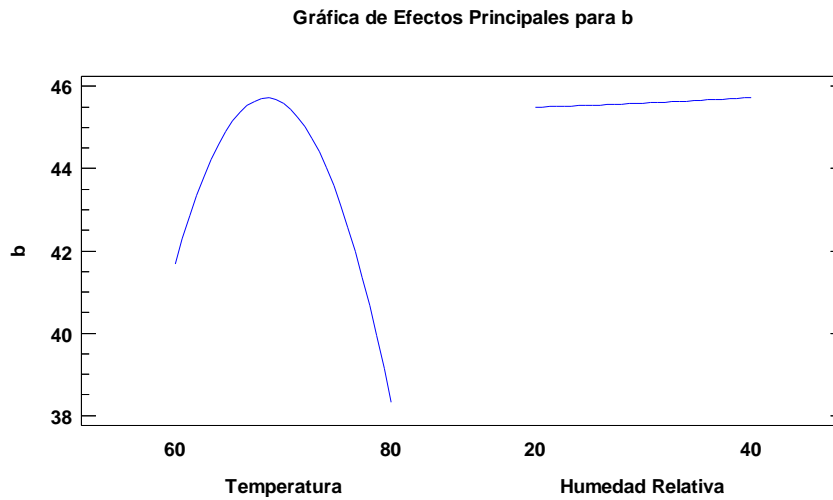


Figura n° 31. Gráfica de efectos principales para b^*

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 32 observamos que el b^* es mayor a 44.

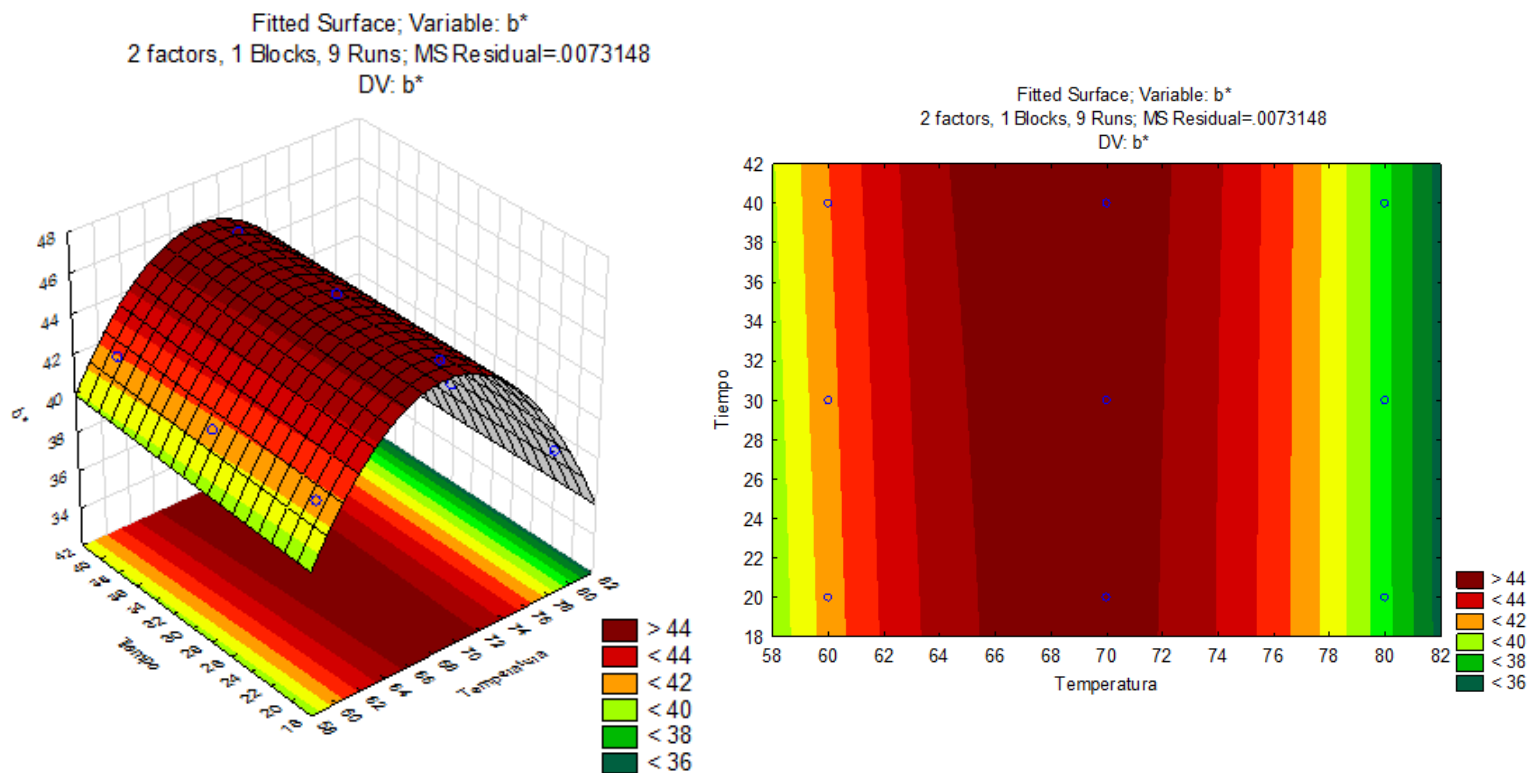


Figura n° 32. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las variables temperatura, tiempo con respecto a b^*

Fuente: Elaboración propia

La ecuación del modelo ajustado para b^* es:

$$b = -219.036 + 7.68583 \cdot \text{Temperatura} + 0.0891667 \cdot \text{Humedad Relativa} - 0.0558333 \cdot \text{Temperatura}^2 - 0.00125 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{Humedad Relativa} + 0.000166667 \cdot \text{Humedad Relativa}^2$$

En donde el valor de R^2 es de 99.9724, siendo muy cercano a la realidad ya que se acerca al 100%.

- Tenemos como valor óptimo para b^* 45.87

La Tabla n° 38 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza a b^* sobre la región indicada. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

Tabla n° 38. Optimizar respuesta con respecto a b^*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	60.0	80.0	68.38
Humedad relativa	20.0	40.0	40.0

Fuente: Elaboración propia

- ANÁLISIS DE VITAMINA C:

En la Figura n° 33 podemos observar que tiene como efecto significativo a la temperatura y esto se debe a que la vitamina C (ácido ascórbico) es muy sensible y al exponerla a una alta temperatura esta disminuye.

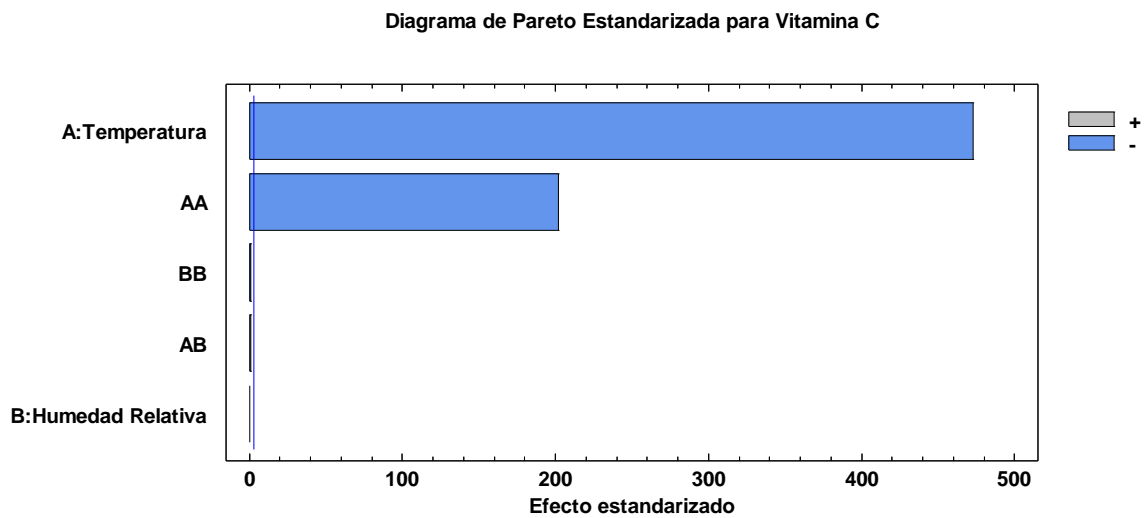


Figura n° 33. Diagrama de pareto estandarizada para la vitamina C

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 34 a mayor exposición a la temperatura la vitamina c disminuye y la humedad relativa no es tan significativa.

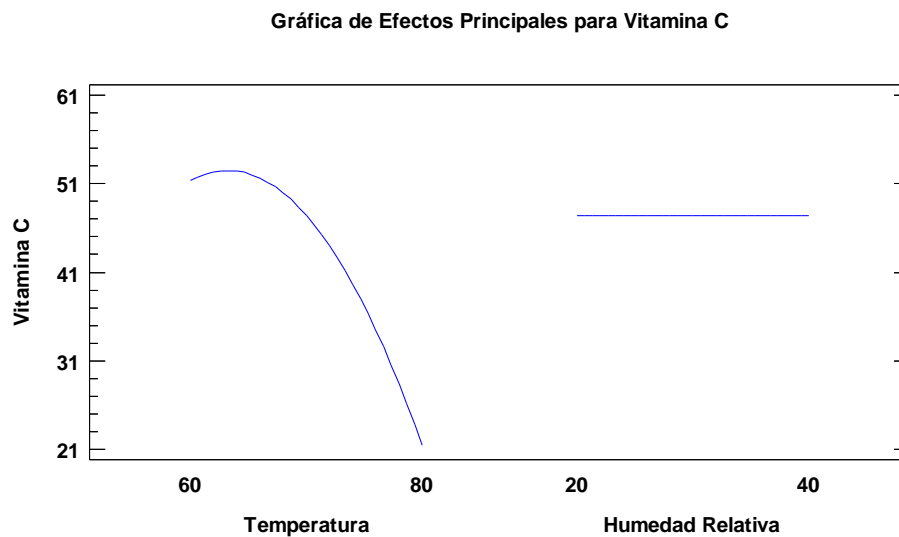


Figura n° 34. Gráfica de efectos principales para la vitamina C

Fuente: Elaboración propia

En la Figura n° 35, se observa que el valor óptimo se encuentra mayor a 50.

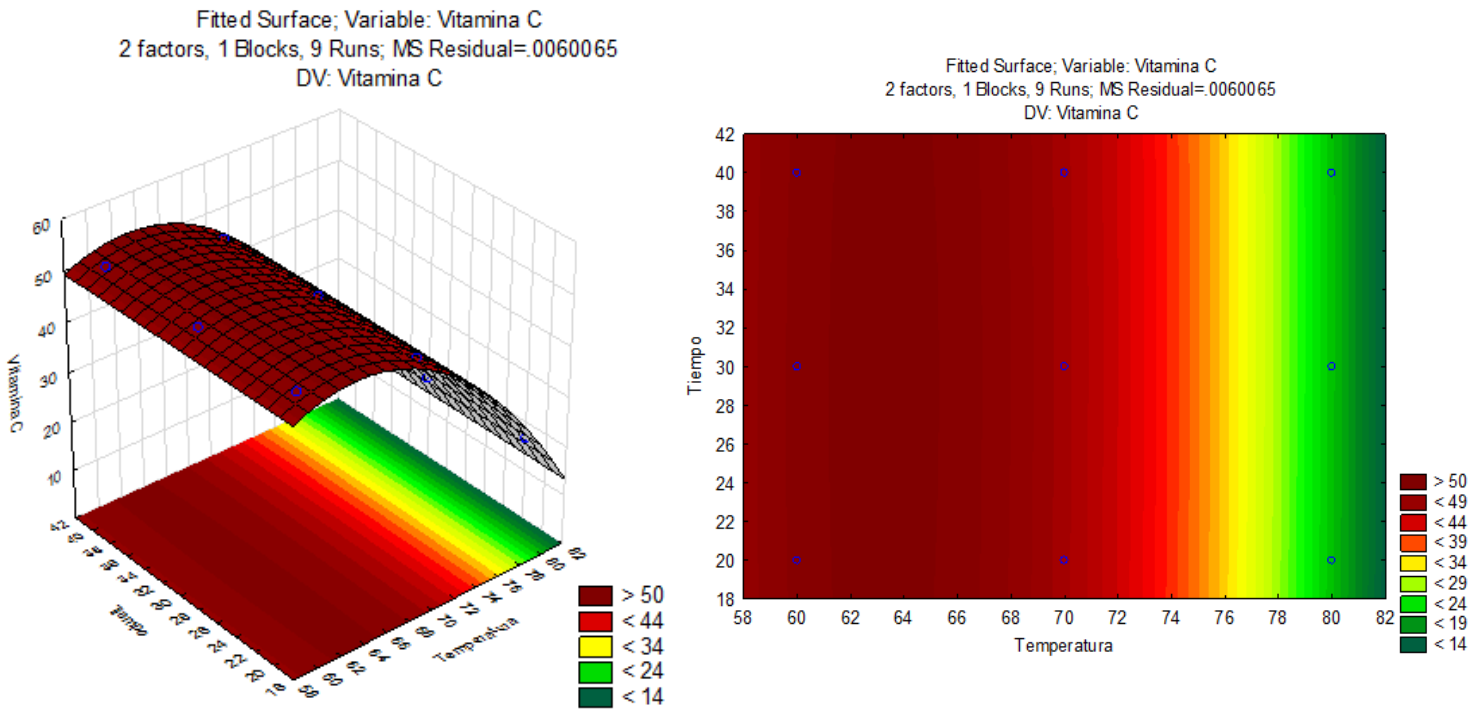


Figura n° 35. Superficie de respuesta en tres dimensiones y planar entre las vitamina C, tiempo y temperatura

Fuente: Elaboración propia

- El valor óptimo para la vitamina C es de 52.51

La ecuación del modelo ajustado para la vitamina c es:

$$\text{Vitamina C} = -389.385 + 13.9718 \cdot \text{Temperatura} + 0.0115833 \cdot \text{Humedad Relativa} - 0.110567 \cdot \text{Temperatura}^2 + 0.000375 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{Humedad Relativa} - 0.000616667 \cdot \text{Humedad Relativa}^2$$

En donde el valor de R² es de 99.9989, el cual tiene como modelo de regresión un mayor poder explicativo ya que es muy cercano a 100%.

La Tabla n° 39 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza a la vitamina C sobre la región indicada. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

Tabla n° 39. Optimizar respuesta con respecto a la vitamina C

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	60.0	80.0	68.38
Humedad relativa	20.0	40.0	40.0

Fuente: Elaboración propia

4.6. Resultados de los indicadores después de la propuesta de mejora.

Tabla n° 40. Resultado de los indicadores después de la mejora

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	RESULTADO
Independiente				
Temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico	- La temperatura desempeña un factor importante en el proceso de secado, conforme se incrementa su valor se acelera la eliminación de humedad dentro de los límites posibles (Tenezaca, 2013)	PRODUCCIÓN (Deshidratación en el horno)	Temperatura	60 °C
	- Cantidad de vapor de agua que hay en la atmósfera. Se expresa en un 100% si el vapor está saturado y 0% si no hay en absoluto vapor de agua (Tenezaca, 2013)		Humedad relativa	40 %
Dependiente				
Optimización de la carga nutricional y color del producto	Optimizar el color del aguaymanto deshidratado mediante:	CALIDAD DEL PRODUCTO	L (luminosidad)	41.59 Adimensional
	- El método de espacio de color: modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. (Palomino, 2015)		a (rojo o verde)	20.90 + a
	- Escala de colores: método visual para determinar el color de la fruta. (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992)		b (amarillo o azul)	45.87 + b
	- Además de incrementar el contenido de vitamina C. (Roth, 2009)		Vitamina C	52.50 mg/100g DM

Fuente: Elaboración propia

4.7. Análisis estadístico (prueba de hipótesis) – Investigación Cualitativa (Influencia y Causalidad)

H1: Mediante la influencia de la temperatura y la humedad relativa el valor nutricional aumentará y el color marrón cambiará a amarillo naranja, incrementando las ventas del aguaymanto deshidratado de la empresa AgroAndino S.R.L.

H0: Mediante la influencia de la temperatura y la humedad relativa el valor nutricional no aumentará y el color marrón no cambiará a amarillo naranja, por ende las ventas del aguaymanto deshidratado no se incrementarán en la empresa AgroAndino S.R.L.

Según los análisis mostrados la H1 (Mediante la influencia de la temperatura y la humedad relativa el valor nutricional aumentará y el color marrón cambiará a amarillo naranja, incrementando las ventas de la empresa AgroAndino S.R.L.) se aprueba.

- PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA L:

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Tabla n° 41. Análisis de varianza para L

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Temperatura	20.1667	1	20.1667	1266.28	0.0000
B:Humedad Relativa	0.24	1	0.24	15.07	0.0303
AA	1.50222	1	1.50222	94.33	0.0023
AB	0.01	1	0.01	0.63	0.4860
BB	0.00888889	1	0.00888889	0.56	0.5092
Error total	0.0477778	3	0.0159259		
Total (corr.)	21.9756	8			

Fuente: Elaboración propia

R-cuadrado = **99.7826** por ciento

Error estándar del est. = **0.126198**

En la Tabla n° 41, parte de la variabilidad de L tenemos que la prueba de significancia estadística para cada efecto es compararlo con su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor a 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo, se ajusta a la realidad con un valor de 99.7826% de la variabilidad de L. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.126198. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de auto correlación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

- PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA a*:

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Tabla n° 42. Análisis de varianza para a*

	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Temperatura	0.464817	1	0.464817	71.72	0.0035
B:Humedad Relativa	0.00281667	1	0.00281667	0.43	0.5568
AA	0.29645	1	0.29645	45.74	0.0066
AB	0.009025	1	0.009025	1.39	0.3230
BB	0.00005	1	0.00005	0.01	0.9355
Error total	0.0194417	3	0.00648056		
Total (corr.)	0.7926	8			

Fuente: Elaboración propia

R-cuadrada = **97.5471** por ciento

Error estándar del est. = **0.0805019**

En la Tabla n° 42, parte la variabilidad de a* tenemos que la prueba de significancia estadística para cada efecto es compararlo con su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efecto tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo se ajusta a la realidad con un valor de 97.5471% de la variabilidad de a*. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.0805019. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de auto correlación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

- PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA b*

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Tabla n° 43. Análisis de varianza para b*

	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Temperatura	17.0017	1	17.0017	2324.28	0.0000
B:Humedad Relativa	0.0816667	1	0.0816667	11.16	0.0443
AA	62.3472	1	62.3472	8523.42	0.0000
AB	0.0625	1	0.0625	8.54	0.0613
BB	0.000555556	1	0.000555556	0.08	0.8008
Error total	0.0219444	3	0.00731481		
Total (corr.)	79.5156	8			

Fuente: Elaboración propia

R-cuadrada = 99.9724 por ciento

Error estándar del est. = 0.0855267

En la Tabla n° 43, parte de la variabilidad de b* tenemos que la prueba de significancia estadística para cada efecto es comparando con su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efecto tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, se ajusta a la realidad con un valor de 99.9724 % de la variabilidad de b*. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.0855267. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

- PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA VITAMINA C.

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales.

Tabla n° 44. Análisis de la varianza para la vitamina C

	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Temperatura	1343.41	1	1343.41	223659.7 4	0.0000
B:Humedad Relativa	0.000416667	1	0.000416667	0.07	0.8093
AA	244.5	1	244.5	40705.99	0.0000
AB	0.005625	1	0.005625	0.94	0.4046
BB	0.00760556	1	0.00760556	1.27	0.3424
Error total	0.0180194	3	0.00600648		
Total (corr.)	1587.94	8			

Fuente: Elaboración propia

R-cuadrada = **99.9989** por ciento

Error estándar del est. = **0.0775015**

En la Tabla n° 44, parte de la variabilidad de la vitamina C tenemos que la prueba de significancia estadística para cada efecto es comparando con su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo, se ajusta a la realidad con un valor de 99.9989 % de la variabilidad de la vitamina C. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.0775015. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de auto correlación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

4.8. Resultados del análisis económico financiero.

Se realizará el análisis económico financiero mediante la aplicación de las curvas de secado y superficie de respuesta. Se realizará el análisis costo/beneficio.

4.8.1. Inversión de activos tangibles

En la Tabla n° 45 se describen los precios unitarios de la aplicación de las curvas de secado y superficie de respuesta.

Tabla n° 45. Inversión de activos tangibles.

ITEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
APLICACIÓN DE MÉTODOS PARA LA MEJORA				
Isotermas de adsorción	1	unidad	S/. 150.00	S/. 150.00
Curvas de secado	1	unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
Superficie de respuesta	1	unidad	S/. 250.00	S/. 250.00
Análisis de vitamina C	2	unidades	S/. 700.00	S/. 1,400.00
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN				
Costo de horno	1	unidades	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
TOTAL INVERSION				S/. 14,000.00

Fuente: Elaboración propia

4.8.2. Otros gastos

En la Tabla n° 46 se presentan los gastos adicionales generados por la aplicación, lo cuales no se encuentran dentro de los activos tangibles ni en los gastos del personal.

Tabla n° 46. Otros gastos

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSION
Transporte Cajamarca	veces	26	S/. 1.40	S/. 36.40
Transporte San Pablo	veces	16	S/. 20.00	S/. 320.00
Internet	mes	12	S/. 50.00	S/. 600.00
TOTAL OTROS GASTOS				S/. 956.40

Fuente: Elaboración propia

4.8.3. Gastos del personal y de supervisión

En la Tabla n° 47 y n° 48 se detalla el personal necesario para la aplicación y el costo unitario que generan.

Tabla n° 47. Gastos del personal

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NUM. PERSONAS	TOTAL INVERSIÓN
Ing. Industrias alimentarias	4	persona	S/. 1,200.00	1	S/. 4,800.00
TOTAL GASTOS DE PERSONAL					S/. 4,800.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 48. Gastos del supervisor

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Supervisor	12	meses	S/. 1,000.00	S/. 12,000.00
TOTAL GASTOS DE PERSONAL				1,000.00

Fuente: Elaboración propia

4.8.4. Costos proyectados – Aplicación

En la Tabla n° 49 se observan los costos proyectados para la influencia de la temperatura y humedad relativa

Tabla n° 49. Costos proyectados - influencia de la temperatura y humedad relativa

ITEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES	S/. 14,000.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
Isotermas de adsorción	S/. 150.00					
Curvas de secado	S/. 200.00					
Superficie de respuesta	S/. 250.00					
Análisis de vitamina C	S/. 1,400.00					
Costo de horno	S/. 12,000.00					
OTROS GASTOS	S/. 956.40	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
Transporte Cajamarca	S/. 36.40					
Transporte San Pablo	S/. 320.00					
Internet	S/. 600.00					
GASTOS DE PERSONAL	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00
Ing. Industrias Alimentarias	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00
GASTOS DE CAPACITACION	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Supervisor	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
TOTAL DE GASTOS	S/. 31,756.40	S/. 16,800.00	S/. 16,800.00	S/. 16,800.00	S/. 16,800.00	S/. 16,800.00

Fuente: Elaboración propia

4.8.5. Evaluación C/B: VAN, TIR, IR

A continuación se presenta el análisis de sensibilidad para tres escenarios, primer escenario es el óptimo, segundo optimista y tercero pesimista.

ESCENARIO ÓPTIMO

- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

En la Tabla n° 50 se muestra el ingreso de ventas antes y después de la aplicación.

Tabla n° 50. Análisis de los indicadores – Escenario óptimo

INDICADORES	ANTES	DESPUES
INGRESO POR VENTAS	S/. 415,584.00	S/. 491,584.00

INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
INGRESO POR VENTAS	S/. 415,584.00	S/. 76,000.00	S/. 491,584.00

Fuente: Elaboración propia

En el año 2016 la empresa ha tenido una demandad insatisfecha de dos toneladas, con la implementación del proyecto la empresa AgroAndino S.R.L. podrá conocer las condiciones idóneas para la utilización del horno deshidratador y la adquisición de uno nuevo (Ver Tabla n° 51), lo que permitirá generar una mayor producción y cubrir la demanda insatisfecha.

Tabla n° 51. Análisis de la demanda insatisfecha

Demanda insatisfecha	Costo por Kg	Total del beneficio
2000 kg	S/. 38.00	S/. 76,000.00

Fuente: Elaboración propia

- INGRESOS PROYECTADOS

En la Tabla n° 52 se presentan los ingresos proyectados generados por la aplicación para un periodo de cinco años.

Tabla n° 52. Ingresos proyectados – Escenario óptimo

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/. 76,000.00	S/. 76,000.00	S/. 76,000.00	S/. 76,000.00	S/. 76,000.00

Fuente: Elaboración propia

- FLUJO DE CAJA NETO PROYECTADO

En la Tabla n° 53 se presentan los ingresos netos adicionales proyectados a cinco años.

Tabla n° 53. Flujo de caja neto proyectado – Escenario óptimo

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/. 31,756.40	S/. 59,200.00	S/. 59,200.00	S/. 59,200.00	S/. 59,200.00	S/. 59,200.00

Fuente: Elaboración propia

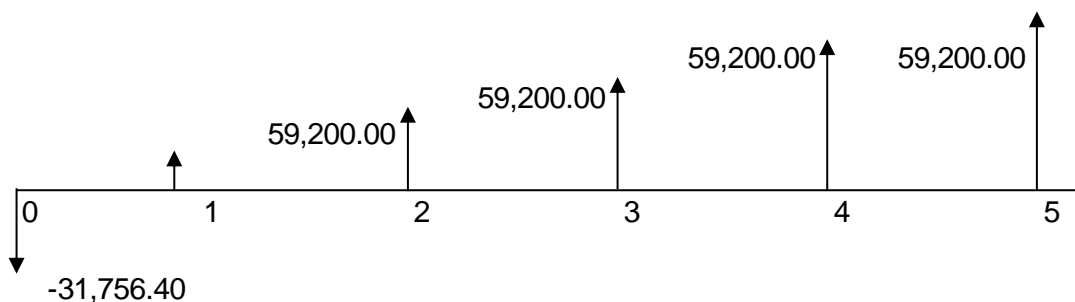


Figura n° 36. Flujo de caja proyectado – Escenario óptimo

Fuente: Elaboración propia

COK: 18.69% mejor alternativa de inversión en bonos.

En la Tabla n° 54 se determinan los indicadores de evaluación económicos.

Tabla n° 54. Indicadores de evaluación – escenario óptimo

COK	18.69%
VA	S/. 182,289.10
VAN	S/. 150,532.70
TIR	185%
IR	5.74

Fuente: Elaboración propia

- VAN > 0 acepta el proyecto
- TIR > COK se acepta el proyecto
- IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto
- Por cada sol de inversión retorna S/. 4.74 de rentabilidad

- Tasa COK

De acuerdo a los datos obtenidos por los Estados Financieros de la empresa AgroAndino S.R.L., se ha logrado calcular el valor COK real.

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$$

D= Deuda

K= Capital

Kd= Costo Deuda 14.46%

T= Impuesto a la Renta 30%

Ke= Rentabilidad

Accionista ROE

CPPC = Costo Promedio Ponderado de Capital

Tabla n° 55. Tasa COK

DEUDA	18,066	55%
CAPITAL	15,000	45%
TOTAL	33,066	100%

RENTA NETA IMPONIBLE	18,735
IMP. A LA RENTA	5,621
UTILIDAD NETA	13,115

$$Ke = Roe = \frac{UTILIDAD NETA}{TOTAL PATRIMONIO} = \frac{13,114.50}{15,000.00} = 87\%$$

CPPC=	18.69%
--------------	--------

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO PESIMISTA

- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

En la Tabla n° 56 se muestra el ingreso de ventas antes y después de la aplicación.

Tabla n° 56. Análisis de los indicadores – Escenario pesimista

INDICADORES	ANTES	DESPUES
INGRESO POR VENTAS	S/. 415,584.00	S/. 457,142.40

INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
INGRESO POR VENTAS	S/. 415,584.00	S/. 41,558.40	S/. 457,142.40

Fuente: Elaboración propia

- INGRESOS PROYECTADOS

En la Tabla n° 57 se presentan los ingresos proyectados generados por la aplicación para un periodo de cinco años.

Tabla n° 57. Ingresos proyectados - Escenario pesimista

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/. 41,558.40	S/. 41,558.40	S/. 41,558.40	S/. 41,558.40	S/. 41,558.40

Fuente: Elaboración propia

- FLUJO DE CAJA NETO PROYECTADO

En la Tabla n° 58 se presentan los ingresos netos adicionales proyectados a cinco años.

Tabla n° 58. Flujo de caja neto proyectado - Escenario pesimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/. 31,756.40	S/. 24,758.40	S/. 24,758.40	S/. 24,758.40	S/. 24,758.40	S/. 24,758.40

Fuente: Elaboración propia

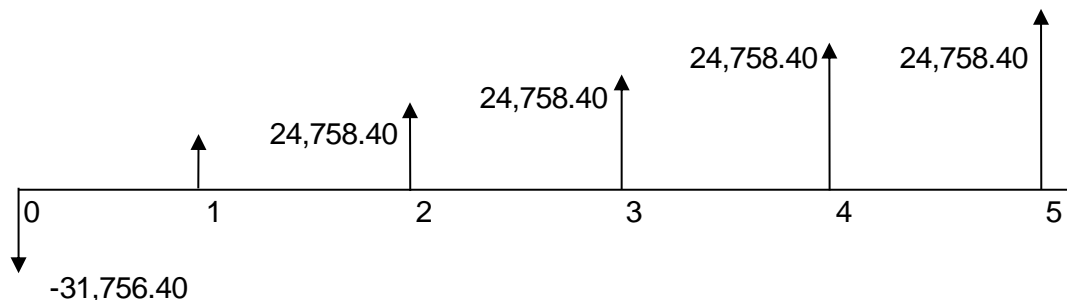


Figura n° 37. Flujo de caja proyectado - Escenario pesimista

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla n° 59 se determinan los indicadores económicos sobre la viabilidad del proyecto.

Tabla n° 59. Indicadores de evaluación - Escenario pesimista

COK	18.69%
VA	S/. 76,236.26
VAN	44,629.86
TIR	73%
IR	2.40

Fuente: Elaboración propia

- VAN > 0 acepta el proyecto
- TIR > COK se acepta el proyecto
- IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto
Por cada sol de inversión retorna S/. 1.40 de rentabilidad

ESCENARIO OPTIMISTA

- ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

En la Tabla n° 60 se muestra el ingreso de ventas antes y después de la aplicación.

Tabla n° 60. Análisis de los indicadores - Escenario optimista

INDICADORES	ANTES	DESPUES
INGRESO POR VENTAS	S/. 415,584.00	S/. 498,700.80

INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
INGRESO POR VENTAS	S/. 415,584.00	S/. 83,116.80	S/. 498,700.80

Fuente: Elaboración propia

- INGRESOS PROYECTADOS

En la Tabla n° 61 se presentan los ingresos proyectados generados por la aplicación para un periodo de cinco años.

Tabla n° 61. Ingresos proyectados - Escenario optimista

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/. 83,116.80	S/. 83,116.80	S/. 83,116.80	S/. 83,116.80	S/. 83,116.80

Fuente: Elaboración propia

- FLUJO DE CAJA NETO PROYECTADO

En la Tabla n° 62 se presentan los ingresos netos adicionales proyectados a cinco años.

Tabla n° 62. Flujo de caja neto proyectado - Escenario optimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/. 31,756.40	S/. 66,316.80	S/. 66,316.80	S/. 66,316.80	S/. 66,316.80	S/. 66,316.80

Fuente: Elaboración propia

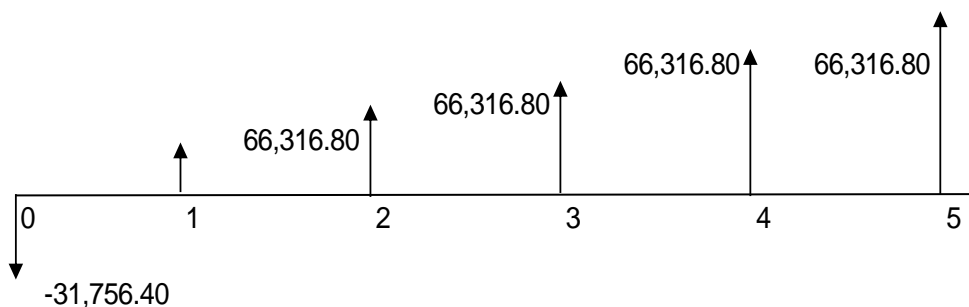


Figura n° 38. Flujo de caja proyectado - Escenario optimista

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla n° 63 se determinan los indicadores económicos sobre la viabilidad del proyecto.

Tabla 63. Indicadores de evaluación - Escenario optimista

COK	18.69%
VA	S/. 204,203.21
VAN	172,596.81
TIR	208%
IR	6.43

Fuente: Elaboración propia

VAN > 0 acepta el proyecto
 TIR > COK se acepta el proyecto
 IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto
 Por cada sol de inversión retorna S/. 5.43 de rentabilidad

Tabla n° 64. Cuadro resumen de escenarios

	14%	100%	57%
	PESIMISTA	ÓPTIMO	OPTIMISTA
VA	S/. 76,236.26	S/. 182,289.10	S/. 204,203.21
VAN	S/. 44,629.86	S/. 150,532.70	S/. 172,596.81
TIR	73%	185%	208%
IR	S/. 2.40	S/. 5.74	S/. 6.43

Fuente: Elaboración propia

VAN > 0 acepta el proyecto
 TIR > COK se acepta el proyecto
 IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto
 Por cada sol de inversión retorna S/ 4.74 de rentabilidad

Se ha tomado el escenario óptimo como la mejor opción.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico para la optimización de la carga nutricional y el color del producto en la empresa AgroAndino S.R.L. Para ello se desarrolló un diagnóstico inicial de la empresa, se realizaron pruebas de secado, análisis físico – químicos del aguaymanto deshidratado y orgánico, con todos los datos obtenidos se realizó un modelamiento de superficie de respuesta mediante el Software Statgrafic. Consiguiendo determinar la influencia de la temperatura y humedad relativa para la optimización de la carga nutricional y el color del producto.

Se realizaron las curvas de secado para las temperaturas de 60° C, 70° C, 80° C con el fin de analizar el proceso de deshidratación, obtenido como resultados que para la primera curva de secado la humedad del producto oscila entre 0.22 a 0.23, en la segunda curva de secado se pudo identificar que en los primeros 60 minutos existe un incremento hasta alcanzar una velocidad crítica de 1.34 [(g de agua/g sólido seco)/min] posteriormente se alcanza una velocidad constante desde los 60 hasta los 130 minutos para los tres tratamientos y finalmente en la tercera curva de secado se presenta un crecimiento hasta alcanzar un nivel máximo de velocidad y posteriormente un periodo de velocidad decreciente (humedad crítica) en relación con la disminución del contenido de agua en el sólido.

Se hizo un modelamiento de superficie de respuesta mediante el Software Statgrafic entre cada uno de los indicadores del CIELAB (L, a, b) y vitamina C con relación a la temperatura y humedad relativa, previamente obtenidos en el laboratorio después la deshidratación del aguaymanto. Así se pudo generar una relación entre los indicadores del CIELAB y la carga nutricional con la temperatura y la humedad relativa. Obteniendo para el indicador L* un valor óptimo de 41.59 a una temperatura de 60°C y humedad relativa de 40%, para el indicador a* un valor óptimo de 20.90+a a una temperatura de 66.78°C y humedad relativa de 23.64%, para el indicador b* un valor óptimo de 45.87+b a una temperatura de 68.38°C y humedad relativa de 40% y finalmente para la vitamina C se obtuvo un valor óptimo de 52.50mg/100g DM a una temperatura de 63.23°C y humedad relativa de 28.61%.

Para la optimización de la carga nutricional, representada por la cuantificación de la vitamina C, se determinó, según el modelamiento de superficie de respuesta que la temperatura es el factor más influyente (ver Figura n°33 y Figura n°34) ya que posee un valor-P de menor a 0.05, indicando que es significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. En el artículo científico de Aredo et al (2012) se da a conocer que si no se tiene un debido control de la temperatura puede afectar negativamente la

calidad nutricional del producto final, en este artículo se realizaron dos análisis el primero se sometió a un secado convectivo (60°C y 3 m/s) y al otro además de un secado convectivo en las mismas condiciones tuvo una previa deshidratación osmótica a vacío (40°C, 65°Brix, 540 mmHg por 4 horas), y se usó como parámetro de parada del proceso un 20% de humedad del producto, luego a los aguaymantos deshidratados, se le determinó el contenido de vitamina C y la humedad, concluyen que para producir aguaymanto deshidratado con la menor pérdida de vitamina C, se debe secar convectivamente a 60°C.

En cuanto a la optimización del color del producto, representado por los indicadores del CIELAB, se determinó que para L* y b+ tanto la humedad relativa como la temperatura influyen significativamente en su optimización (ver Figura n° 24, Figura n° 25, Figura n° 30, Figura n° 31) ya que tanto L* como b* poseen un valor-P menor a 0.05 para la temperatura y la humedad relativa, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%, mientras que para el indicador a* la temperatura es el factor más influyente (ver Figura n° 27 y Figura n° 28) ya que posee un valor-P menor a 0.05, indicando que es significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Según Tenezaca (2013) es necesario conocer la temperatura óptima para evitar una mayor pérdida de vitamina C y la humedad relativa óptima para aumentar el tiempo de vida útil del alimento, evitando el pardeamiento enzimático, en su artículo se realizó la deshidratación del aguaymanto a tres temperaturas (60° C, 70° C y 80° C), controlándose los pesos, los datos obtenidos fueron analizados mediante las curvas de secado y en el aguaymanto deshidratado se determinó el contenido de vitamina C, se realizó un análisis físico – químico y una evaluación sensorial, concluyendo en que la temperatura y humedad relativa óptimas de secado son de 70° C y 31.15%, obteniendo un contenido de vitamina C de 105.69 mg/100g y 31.15%.

Giraldo, E. (2014) nos habla de la necesidad de controlar las variables más relevantes en un deshidratador de frutas las cuales son temperatura y humedad relativa, concluyendo en que la temperatura es la encargada de optimizar las propiedades de cada fruta, debido a que la temperatura óptima de secado de cada fruta representa la permanencia tanto de las vitaminas como del sabor del producto.

Se desarrolló la evaluación económica financiera tomando como datos los análisis de laboratorio, maquinaria, recursos humanos y otros elementos que ayudaron a la implementación y que implicaban costos y gastos. Con estos datos se elaboró el flujo de caja, el cual estuvo proyectado para un periodo de recupero de 5 años. La proyección dio como resultado un VAN de 150 532.70 soles, con un TIR de 185% y por cada sol de inversión retorna 4.74 soles de rentabilidad. Y finalmente se obtuvo un CPPC de 18.69%.

La determinación de la influencia de la temperatura y la humedad relativa de la deshidratación del aguaymanto en la optimización de la carga nutricional y el color del producto, mediante la aplicación de las curvas de secado y la superficie de respuesta, se realizó satisfactoriamente, esto se representa por la optimización de la carga nutricional y color del producto avalados por los datos obtenidos. En cuanto a los indicadores de CIELAB, L^* se optimizó en un 12.4%, a^* en un 16.1% y b^* en un 31%, finalmente la cuantificación de la vitamina C esta se optimizó en un 54.4%.

Con la presente investigación se mejorará el proceso productivo en la línea de producción del aguaymanto deshidratado de la empresa AgroAndino S.R.L, mediante el conocimiento de la temperatura y humedad relativa óptimas que permitirá tener un mejor control en el proceso de adsorción y deshidratación. También servirá como guía para aquellos estudiantes y profesionales que quieran realizar investigaciones referentes a la influencia de temperatura y humedad relativa en la deshidratación del aguaymanto.

CONCLUSIONES

- Al aplicar la superficie de respuesta, se pudo concluir que la temperatura influye significativamente en la optimización de la carga nutricional, ya que para la vitamina C la temperatura presenta un valor – P menor de 0.05 con un R^2 de 99.9989 %. Para la optimización del color, tanto la temperatura como la humedad relativa influyen significativamente, ya que para el indicador L^* tanto la temperatura como la humedad relativa presenta un valor – P menor de 0.5 con un R^2 de 99.78265 %, para el indicador a^* solo la temperatura presenta un valor – P menor de 0.5 con un R^2 de 97.5471 % y finalmente para para el indicador b^* tanto la temperatura como la humedad relativa presenta un valor – P menor de 0.5 con un R^2 de 99.9724 %.
- Se identificó y analizó que los hornos de la empresa AgroAndino S.R.L. tienen deficiencias ya que se desconoce exactamente la graduación de la temperatura, tiempo de funcionamiento, humedad relativa y condiciones del equipo para la deshidratación óptima del aguaymanto.
- Se concluyó que la temperatura de deshidratación óptima para lograr una menor pérdida de vitamina C es de $63.23^{\circ} C$, también que a mayor temperatura la vitamina C disminuye y finalmente para lograr que el aguaymanto deshidratado tenga un color más claro la temperatura tiene que ser de $60^{\circ} C$ y llegar una humedad relativa de 40%, si se desea obtener un aguaymanto deshidratado más amarillo la temperatura debe ser de $66.78^{\circ} C$.
- Se concluyó después de evaluar los datos obtenidos de vitamina C y de los indicadores del CIELAB antes y después de la aplicación de las curvas de secado y la superficie de respuesta, que: con un debido control de la temperatura y humedad relativa la carga nutricional se optimizó en 54.4%, para los indicadores del CIELAB, L^* se optimizó en un 12.4%, a^* en un 16.1% y b^* en un 31%.
- Se realizó una evaluación económica de la propuesta de mejora mediante la metodología costo – beneficio, se obtuvo un VAN de 150 532.70 soles, con un TIR DE 185% y por cada sol de inversión retorna 4.74 soles de rentabilidad. Y finalmente se obtuvo un CPPC de 18.69%, concluyendo que el proyecto es viable.

RECOMENDACIONES

- Para realizar la influencia de la temperatura y humedad relativa en el proceso de deshidratación del aguaymanto orgánico para optimizar la carga nutricional y el color del producto en la empresa AgroAndino S.R.L. se tiene que tener la debida disponibilidad de laboratorio y equipos para su aplicación.
- Se recomienda tomar los datos más acercados a la realidad para obtener resultados óptimos.
- Mejorar el proceso productivo en el área de empaque y almacén, para conservar y mantener en las condiciones adecuadas al producto final.
- Realizar un estudio de la vida útil del aguaymanto deshidratado orgánico para que tenga un mejor control de calidad.
- Realizar la aplicación de curvas de secado y superficie de respuesta para las otras líneas de producción (mango, piña, yacón, banano, entre otras).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultura andina Inca*. (1 de Mayo de 2009). Recuperado el 17 de Mayo de 2016, de <http://edgarespinozamontesinos.blogspot.pe/2009/05/cultivos-de-importancia-nacional.html>
- Agronegocios Perú*. (4 de Enero de 2012). Recuperado el 10 de Mayo de 2016, de <http://www.agronegociosperu.org/miemp002.htm>
- Andina Agencia Peruana de Noticias*. (7 de Mayo de 2016). Recuperado el 23 de Mayo de 2016, de <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-ventas-al-exterior-aguaymanto-crecieron-161-entre-2013-y-2015-611544.aspx>
- AgroAndino S.R.L. (s.f.). Recuperado el 27 de Mayo de 2016, de <http://www.agroandino-peru.com/>
- Aguaymanto Perú express*. (s.f.). Recuperado el 10 de Abril de 2016, de <http://aguaymantoperuexpress.blogspot.pe/>
- Arándanos y berries del Perú*. (s.f.). Recuperado el 7 de Setiembre de 2016, de <https://arandanosperu.pe/aguaymanto/>
- Aredo, V., Arteaga, A., Benites, C., & Gerónimo, W. (1 de Agosto de 2012). *Universidad Nacional de Trujillo: Comparación entre el secado convectivo y osmoconvectivo en la pérdida de*. Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjYtfC-0uPPAhUK24MKHTyYDFIQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Frevistas.unitr.u.edu.pe%2Findex.php%2Fagroindscience%2Farticle%2Fdownload%2F114%2F131&usq=AFQjCNGxYMSnPIEfwxmL0oDI0RXR_MuJvw&bv
- Arex. (s.f.). *Sierra Exportadora*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil_comercial/PERFIL%20COMERCIAL%20AGUAYMANTO.pdf
- CAPÍTULO 4: PROCESO DE SECADO**. (s.f.). Recuperado el 23 de Mayo de 2016, de http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf
- CAPÍTULO 5: PROCESO DE SECADO**. (21 de Mayo de 2016). Obtenido de http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/cabrera_v_a/capitulo5.pdf
- Cortés, F., Betancourt, A., Rojano, B., López, V., & Arenas, E. (2012). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE SORCIÓN DE LA UCHUVA (Physalis peruviana l.)*. *DesdeLinux: software de estadística*. (s.f.). Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de <http://blog.desdelinux.net/qtiplot-soft-de-estadistica-para-linux/#>
- Duque, C., Villamizar, V., & Giraldo, P. (18 de 7 de 2011). *Revista Tumbaga: Evaluación de las técnicas de secado de uchuva(Physalis peruviana l.) y mora (Rubus glaucus) con aire caliente y aire caliente –microondas*. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjYtfC-0uPPAhUK24MKHTyYDFIQFggqMAI&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga>

- %2Farticulo%2F3944086.pdf&usg=AFQjCNE5tV0fvLJoQjpuVKtMiuDB1S91jg&bvm=bv.135974163%2Cd.amc&cad=r
- Ecoandino*. (s.f.). Recuperado el 10 de Mayo de 2016, de <http://www.ecoandino.com/portal/>
FUNDAMENTOS DE SECADO, EXTRACCION SOLIDO-LIQUIDO Y DESTILACION: A. TECANTE.
(s.f.). Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de
<https://kardauni08.files.wordpress.com/2009/03/secado.pdf>
- García, E. (s.f.). *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado el 22 de Agosto de 2016, de
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinación%20de%20proteinas.pdf?sequence=1>
- Gestión. (10 de Marzo de 2017). *Diario Gestión*. Recuperado el 31 de Marzo de 2017, de
<http://gestion.pe/empresas/agroandino-busca-exportar-mas-aguaymanto-nivel-mundial-2184239>
- Giraldo, E. (2014). *Control de temperatura y humedad relativa para un deshidratador solar de frutas*. Recuperado el 4 de Abril de 2017, de
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5129/6640284G516.pdf?sequence=1>
- Ibarz, A., & Ribas, A. I. (2005). *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos*. Madrid: Mundi-Prensa Libros.
- INGETECSA. (s.f.). Recuperado el 24 de Mayo de 2016, de
<http://www.ingetecsa.com/es/maquinaria/secaderos-convectivos.html>
- La Catarina: PROCESO DE SECADO - Capitulo 5*. (21 de Mayo de 2016). Obtenido de
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/cabrera_v_a/capitulo5.pdf
- La caratina: Publicación Estudiantil de la Universidad de las Américas Puebla*. (s.f.). Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf
- La Catarina: Metodología de la superficie de respuesta*. (s.f.). Recuperado el 18 de Octubre de 2016, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/peregrina_p_pm/capitulo2.pdf
- La Catarina: PROCESO DE SECADO - Capitulo 4*. (s.f.). Recuperado el 23 de Mayo de 2016, de
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf
- La Catarina: Publicación Estudiantil de la Universidad de las Américas Puebla*. (s.f.). Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf
- Lagua, R., & Claudio, V. (2007). *Diccionario de nutrición y dietoterapia*. México: McGRAW-HILL.
- Muñoz, M. (2002). *Composición de alimentos*. México: McGRAW-HILL.
- Palomino, J. (2015). Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de
<http://es.slideshare.net/joseluispalomino77/espacio-de-color-cielab>
- Pengad. (2012). Recuperado el 4 de Noviembre de 2016, de
<http://www.pengadprinting.com/content/color-theory-part-ii-types-color-and-uses-0>
- Peruvian Heritage*. (s.f.). Recuperado el 12 de Mayo de 2016, de <http://www.peruvianheritage.com/>
- Reina, J. (Abril de 2015). *Universidad Tecnológica Equinoccial: Efecto del proceso de deshidratación de la pulpa concentrada de uvilla(Physalis peruviana) con adición de pulpa de tomate de árbol*

- amarillo(Solanum betaceum) sobre el color y la capacidad antioxidante* . Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5411/1/60410_1.pdf
- Rossi, D., Fuentes, R., Pardo, F., Reyes, D., Tirado, R., Urbina, E., & Vega, J. (s.f.). *Efecto de la temperatura y sinergismo de sacarosa, sacarina y sugar light*. Recuperado el 5 de Setiembre de 2016, de http://agroind.unitru.edu.pe/investigaciones/inv_formativa/efecto_d_la_temperatura_y_sinergismo_d_sacarosa_sacarina_y_sugar_light_en_la_deshidratacion_osmotica_d_aguaymanto.pdf
- Roth, R. (2009). *Nutrición y dietoterapia*. México: McGRAW-HILL.
- SENA. (13 de Julio de 2010). Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://es.slideshare.net/GITASENA/horno-deshidratador>
- Super Alimentos*. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2016, de <http://superalimentos.tienda/antioxidantes/16-aguaymanto-deshidratado.html>
- Tecante, A. (Marzo de 2009). *Fundamentos del secado*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <https://kardauni08.files.wordpress.com/2009/03/secado.pdf>
- Tenezaca, R. (2013). *Evaluación Nutricional de la Uvilla (Physalis peruviana L.) Deshidratada, a tres Temperaturas Mediante un Deshidratador de Bandejas*. Ecuador.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. (s.f.). Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301203/301203/leccin_8_isotermas_de_sorcin.html
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia: Isotermas de sorción*. (s.f.). Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301203/301203/leccin_8_isotermas_de_sorcin.html
- Universidad Nacional del Santa. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2017, de <http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/cromatografia.pdf>
- Villandina*. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2016, de <http://www.villaandina.com/>

ANEXOS

ANEXO 01. Principales exportaciones, importaciones empresas exportadoras y principales mercados de fruta deshidratada y aguaymanto.

Tabla n° 65. Principales Exportaciones Mundiales - Código Sistema Armonizado 081340, en miles de dólares

DESTINOS - FOB (US\$)	2008	2009	2010	2011	2012	PART. %	VAR. %
Tailandia	78,815	102,802	100,763	308,101	393,224	42.46	27.63
China	83,319	83,172	79,813	87,565	92,015	9.94	5.08
Estados Unidos	45,897	46,707	59,985	70,127	73,722	7.96	5.13
España	31,632	20,784	58,241	56,648	65,827	7.11	16.20
Alemania	39,603	32,762	43,675	50,213	57,828	6.24	15.17
Pakistán	11,552	29,082	24,173	22,736	33,695	3.64	48.20
Francia	13,061	11,643	8,034	17,572	19,223	2.08	9.40
India	8,136	7,981	10,869	30,351	18,033	1.95	-40.59
Myanmar	-	-	-	8,701	15,477	1.67	77.88
Países Bajos	7,356	10,427	10,612	14,186	14,449	1.56	1.85
Los demás	99,379	85,279	108,932	151,797	142,541	15.39	-6.10
TOTAL	418,750	430,639	505,097	817,997	926,034	100.00	13.21

Fuente: TradeMap

Elaboración: Propia

Tabla n° 66. Principales Importaciones Mundiales - Código Sistema Armonizado 081340, en miles de dólares

DESTINOS - FOB (US\$)	2008	2009	2010	2011	2012	PART. %	VAR. %
Viet Nam	1,796	3,512	2,974	895	237,754	28.58	26,464.69
Estados Unidos	76,071	70,826	65,357	81,188	95,636	11.50	17.80
China	62,589	95,617	73,057	89,774	85,903	10.33	-4.31
Reino Unido	27,378	20,691	30,765	41,997	42,004	5.05	0.02
Alemania	49,475	39,935	40,643	51,181	41,953	5.04	-18.03
Canadá	22,737	19,452	23,039	26,056	27,507	3.31	5.57
México	4,573	16,895	20,441	21,755	18,916	2.27	-13.05
Francia	12,495	13,505	14,423	17,962	17,626	2.12	-1.87
Japón	8,867	9,780	11,000	12,624	15,364	1.85	21.70
Kazajstán	456	381	758	4,024	13,962	1.68	246.97
Los demás	166,321	169,226	200,698	237,080	235,187	28.27	-0.80
TOTAL	432,758	459,820	483,155	584,536	831,812	100.00	42.30

Fuente: TradeMap

Elaboración: Propia

Tabla n° 67. Empresas exportadoras de frutas deshidratadas

EMPRESAS - FOB (US\$)	2008	2009	2010	2011	2012	PART. %	VAR. %
VILLA ANDINA SAC	526	767	22,152	264,445	257,780	49.98	-2.52
ECOANDINA SAC	13,666	12,717	44,740	44,289	89,362	17.33	101.77
AGRO ANDINO SRL			12,848	244,033	68,702	13.32	-52.30
COM ALT DE PROD NO TRAD Y DES EN LAT AME			11,421	6,437	35,726	6.93	455.02
NUTRY BODY SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA				5,035	24,298	4.71	382.58
PERUVIAN HERITAGE SAC	36			1,050	16,685	3.24	1,489.08
PERUVIAN NATURE S & S SAC	3,510	12,920	25,029	8,811	6,124	1.19	-30.40
SUN PACKERS SRLTAD					3,412	0.66	100
BRITT PERU SAC					2,928	0.57	100
PERU NATURALS CORPORATION SAC				2,875	2,880	0.56	0.17
LAS DEMÁS	10,265	4,194	9,386	104,023	7,853	1.52	-92.45
TOTAL	28,003	30,597	125,554	580,997	515,750	100.00	-11.23

Fuente: Sunat

Tabla n° 68. Principales mercados de destino para las exportaciones de Aguaymanto deshidratado

DESTINOS - FOB (US\$)	2008	2009	2010	2011	2012	PART. %	VAR. %
ALEMANIA		2,532	13,256	201,600	177,577	34.43	-11.92
ESTADOS UNIDOS	269	12,387	45,385	155,951	84,860	16.45	-45.59
REINO UNIDO	8,196	6,599	20,452	26,447	57,783	11.20	118.49
PAÍSES BAJOS		1,395	740	15,955	49,100	9.52	207.74
FRANCIA	9,262		747	18,719	42,818	8.30	128.74
AUSTRALIA			2,630	17,162	32,731	6.35	90.72
CANADÁ	10,242	1,025	11	5,820	28,323	5.49	386.68
REPÚBLICA CHECA	31	1,854	3,305	2,580	11,852	2.30	359.38
ESLOVENIA				0	10,850	2.10	100
JAPÓN					6,835	1.33	100
DEMÁS PAÍSES	-	4,805	28,190	136,763	9,271	1.80	-93.22
TOTAL	28,003	30,597	125,554	580,997	515,750	100.00	-11.23

Fuente: Sunat

Elaboración: Propia

ANEXO 02. Proceso productivo por día en la empresa AgroAndino S.R.L.

Tabla n° 69. Trabajo semanal (cosecha del 23 Abril del 2016)

DÍAS	JABAS	P. BRUTO	MERMA	P.NETO
DOMINGO	145	1459	261	1198
LUNES	137	1452	247	1205
MARTES	279	2656	501	2155
MIÉRCOLES	257	2645	463	2183
JUEVES	235	2284	421	1863

Fuente: AgroAndino SRL.

Elaboración: Propia

Tabla n° 70. Proceso productivo por día.

OPERACIÓN	PESO (Kg)	TIEMPO (h)
Recepción y pesado de M.P.	1459	1.3
Pelado de M.P	85	1.2
Selección de M.P.	176	0.9
Lavado de fruta	1198	1.7
Deshidratación de la fruta	1100	21.5
Selección de la fruta	857	0.8
Empaquetado	429	0.7

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 03. Stock de productos terminados
Tabla n° 71. Stock de productos terminados

STOCK DE PRODUCTOS TERMINADOS																			
*ENVASADO EN BOLSAS DE 100 G																			
LOTES 2016	FECHA	ENTRADA																	
		ORG/JAS 9 KG		ORS 11-12% 6 KG		ORG FFL 9 kg		ORG FFL 4 kg*		CONV		CORT/O		PICADO /O		PICADO /C		Restos	
		Kg.	Cja.	Kg.	Cja.	Kg.	Cajas	Kg.	Cajas	Kg.	Cja.	Kg.	Cja.	Kg.	Cja.	Kg.	Cja.	Kg.	Cja.
3-3	todavía en stock											3	0.5						
3-4	todavía en stock											0	0						
4-1	todavía en stock											3	0.5						
4-2	todavía en stock											0	0						
4-3	todavía en stock											3	0.5						
4-4	todavía en stock											3	0.5						
4-5	todavía en stock											0	0						
5-1	todavía en stock											3	0.5						
5-2	todavía en stock											0	0						
5-3	todavía en stock											3	0.5						
5-4	todavía en stock											3	0.5						
6-1	todavía en stock											0	0						
6-2	todavía en stock											3	0.5						
6-3	todavía en stock											3	0.5						
6-4	todavía en stock											3	0.5						
12-2	todavía en stock	58.5	6.5							18	2								
12-3	todavía en stock	378	42							18	2								
12-4	todavía en stock	427.5	47.5							27	3								
12-5	todavía en stock			477	80					67.5	7.5								
1-1		531	59	27	4.5					45	5								
1-2		549	61	0						54	6								
1-3		733.5	81.5	21	3.5					36	4								
1-4		342	38	0		306	34			40.5	4.5								
2-1		373.5	41.5	0		198	22	160	40	31.5	3.5						9	1	
2-2		517.5	57.5	0				304	76	94.5	10.5								
2-3		531	59	0		526.5	58.5	36	9	229.5	25.5								
2-4		1084.5	120.5	0						252	28								
3-1		1305	145	0						180	20	2	0.5				9	1	
3-2		1233	137	0						261	29	2	0.5						
3-3		1111.5	123.5	402	67					189	21	2	0.5						
3-4		1242	138	0						301.5	33.5	2	0.5	2	0.5				
3-5		1552.5	172.5	0						256.5	28.5	4	1						
4-1		1458	162	0						171	19								
4-2		1350	150	0						202.5	22.5								
4-3		1647	183	0						198	22								
4-4		1903.5	211.5	0						198	22							13.5	1.5
		0		0															
TOTAL		18328.5	2036.5	927	155	1031	115	500	125	2871	319	30	5	12	3	2	0.5	31.5	3.5

Producción de Abril ,141.50

Fuente: AgroAndino SRL

ANEXO 04. Evaluación de deshidratación en los hornos 5 y 6

Evaluación de deshidratación en los hornos 5 y 6.

Tabla n° 72. Calibración del H5 por horas

HORNO: 5 ENCENDIDO: 12:40 FECHA: 11/05/2016

MUESTRA		CHIMENEA	INTERCAMBIADOR			SOPLADOR	CAMARA			FRUTA			QUEMADOR
h	PUNTO	T° (°C)	FLUJO AIRE (m/s)	T° (°C)	Hr (%)	T° (°C)	T° (°C)	Hr (%)	T° (°C)	Hr (%)	FLUJO AIRE (m/s)	APAGADO	
12:52	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	400	5			140	48	50	35	66	2.4		
14:18	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	385				125	59.8	45	37	94	1.2		
14:52	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	380				125	59.9	45	34	80			
15:28	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	370				120	60	45	36	71			
16:18	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	250	4.5			110	59	45	36.5	89	1	X	
17:07	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	370	5.5			115	59.2	45	33	94	1.6		
17:40	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	350				110	59.1	45	32.2	91.4	1.7		
18:39	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	300	4.8	31	52	125	58.5	45	31.6	93	1.3	X	
19:08	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	360				120	59.8	45	35	93	1	X	
20:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	320				100	59.3	44	30.5	80	1.1		
21:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	300				110	58.1	44	31	88	1.2	X	
22:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	220				105	59.1	43	28.3	86	1.4	X	
23:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	310	4.5	31	48	100	59.7	42	27	85	1.4		
00:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	310				95	59.2	41	30	82	1.3		
01:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	320	5	23	53	96	59.7	39	30	74	1.1		
02:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	300		24	46	80	59.8	39	28	74	1.3		
03:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	260	4.5	23	43	125	58.2	40	28	61	1.3	X	
04:40	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	300				80	59.3	40	27	48	1.1		
06:00	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	280	4.9	22	39	75	58.6	38	34	38	1.2		
07:20	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	100				90	58.6	38	30	56	1	X	
08:19	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	110	1	35	66	100	59.2	40	25	28.3	1.7	X	

Fuente: AgroAndino SRL

Tabla n° 73. Reordenamiento de coches en el H5 (calibración)

H	h ARREGLO 1	T° (°C)	Hr (%)	H ARREGLO 2
12:52	00:52	35	66	00:00
14:18	02:18	37	94	01:26
14:52	02:52	34	80	02:00
15:28	03:28	36	84.5	02:36
16:18	04:18	36.5	89	03:26
17:07	05:07	33	94	04:15
17:40	05:40	32.2	91.4	04:48
18:39	06:39	31.6	93	05:47
19:08	07:08	35	93	06:16
20:30	08:30	30.5	95.5	07:38
21:30	09:30	31	88	08:38
22:30	10:30	28.3	86	09:38
23:30	11:30	27	85	10:38
0:30	12:30	30	82	11:38
1:30	13:30	30	74	12:38
2:30	14:30	28	74	13:38
3:30	15:30	28	61	14:38
4:40	16:40	27	48	15:48
6:00	18:00	34	38	17:08
7:20	19:20	30	42.85	18:28
8:19	20:19	25	28.3	19:27

Fuente: AgroAndino SRL

Elaboración: Propia

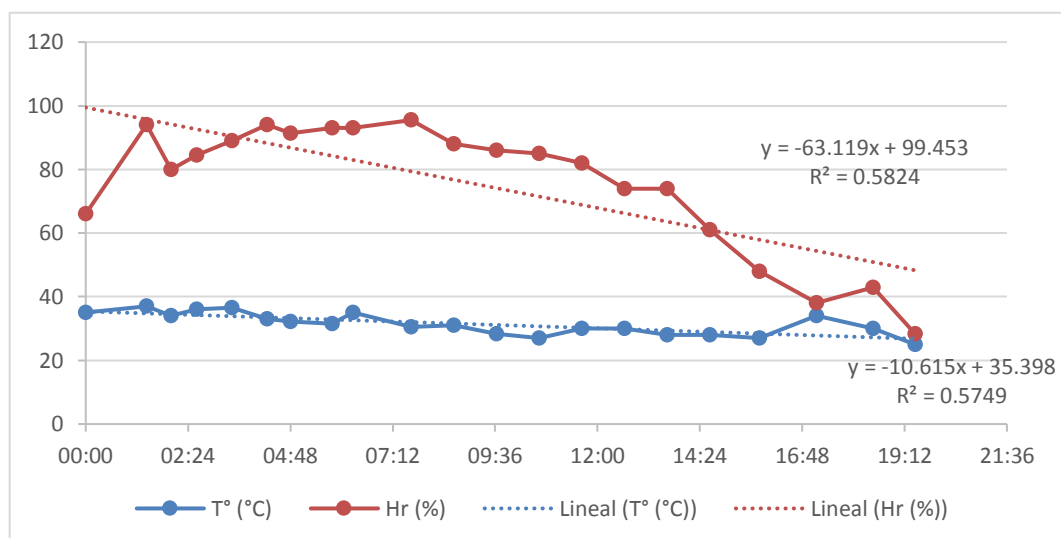


Figura n° 39. Reordenamiento de coches en el horno 5

Elaboración: Propia

Tabla n° 74. Calibración del H6 por horas

HORNO: 6 ENCENDIDO: 17:57 FECHA: 11/05/2016

MUESTRA		CHIMENEA	INTERCAMBIADOR			SOPLADOR	CAMARA		FRUTA			QUEMADOR
h	PUNTO	T° (°C)	FLUJO AIRE (m/s)	T° (°C)	Hr (%)	T° (°C)	T° (°C)	Hr (%)	T° (°C)	Hr (%)	FLUJO AIRE (m/s)	APAGADO
17:58	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	100	4.6			70	30.9	55	23.3	78	0.6	X
18:32	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	390	4	22	66	190	51.1	45	35.5	94	2.7	
18:57	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	370	4.3	23	53	200	60	45	42	90	2.2	X
19:10	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	350				170	59.5	44	42	90	2.1	
20:20	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	360	4.2	25	60	160	59.5	45	38.8	91	2	
21:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	280	4.6	32	52	160	59.1	44	41	91	2	
22:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	310	4.6	30	53	155	59.1	42	30	90	2.1	
23:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	350	5	20	55	145	59.8	40	38	92	2	
00:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	340	4.6	23	42	140	59.6	39	33	85	1.8	
01:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	330	5	23	41	130	59.6	36	34	84	2.7	
02:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	310	5	23	40	125	58.5	36	30	84	2.2	
03:30	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	290	4.6	23	36	160	59.5	35	34	75	1.9	
04:40	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	225	5	23	33	120	59	35	30	53	2	
06:00	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	300	5.2	23	34	110	59.7	35	28	57	1.8	
07:15	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	280	5	21	31	105	59.5	32	31	90	1.7	
08:22	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	200	1.2	37	35	120	58.7	35	38.3	66	1.6	X
09:25	CENTRO COCHE DE LA PUERTA	250	5.3	23	31	80	59.1	29	35	44	1.9	

Fuente: AgroAndino SRL

Tabla n° 75. Reordenamiento de coches en el H6 (calibración)

H	h ARREGLO 1	T° (°C)	Hr (%)	H ARREGLO 2
17:58	5:58	23.3	78	00:00
18:32	6:32	35.5	94	00:34
18:57	6:57	42	90	00:59
19:10	7:10	42	90	01:12
20:20	8:20	38.8	91	02:22
21:30	9:30	41	91	03:32
22:30	10:30	30	90	04:32
23:30	11:30	38	92	05:32
0:30	12:30	33	85	06:32
1:30	13:30	34	84	07:32
2:30	14:30	30	84	08:32
3:30	15:30	34	75	09:32
4:40	16:40	30	53	10:42
6:00	18:00	28	57	12:02
7:15	19:15	31	61.5	13:17
8:22	20:22	38.3	66	14:24
9:25	21:25	35	44	15:27

Fuente: AgroAndino SRL.

Elaboración: Propia

Los datos que se muestran en color rojo han sido cambiados como para predecir escenarios y asemejarse a un proceso real.

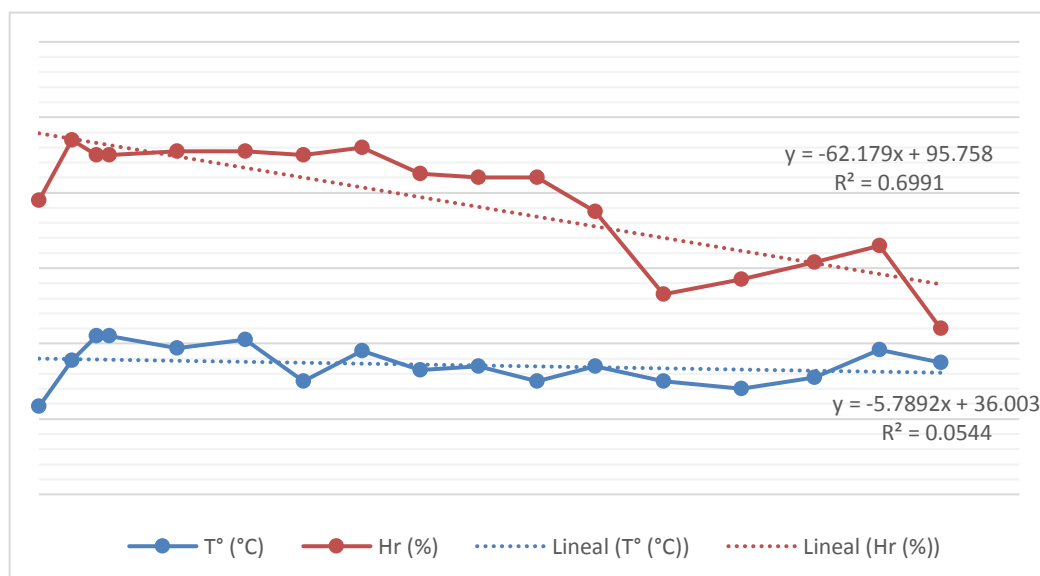


Figura n° 40. Reordenamiento de los coches en el horno 6.

Elaboración: Propia

ANEXO 05. Layout de la empresa AgroAndino SRL

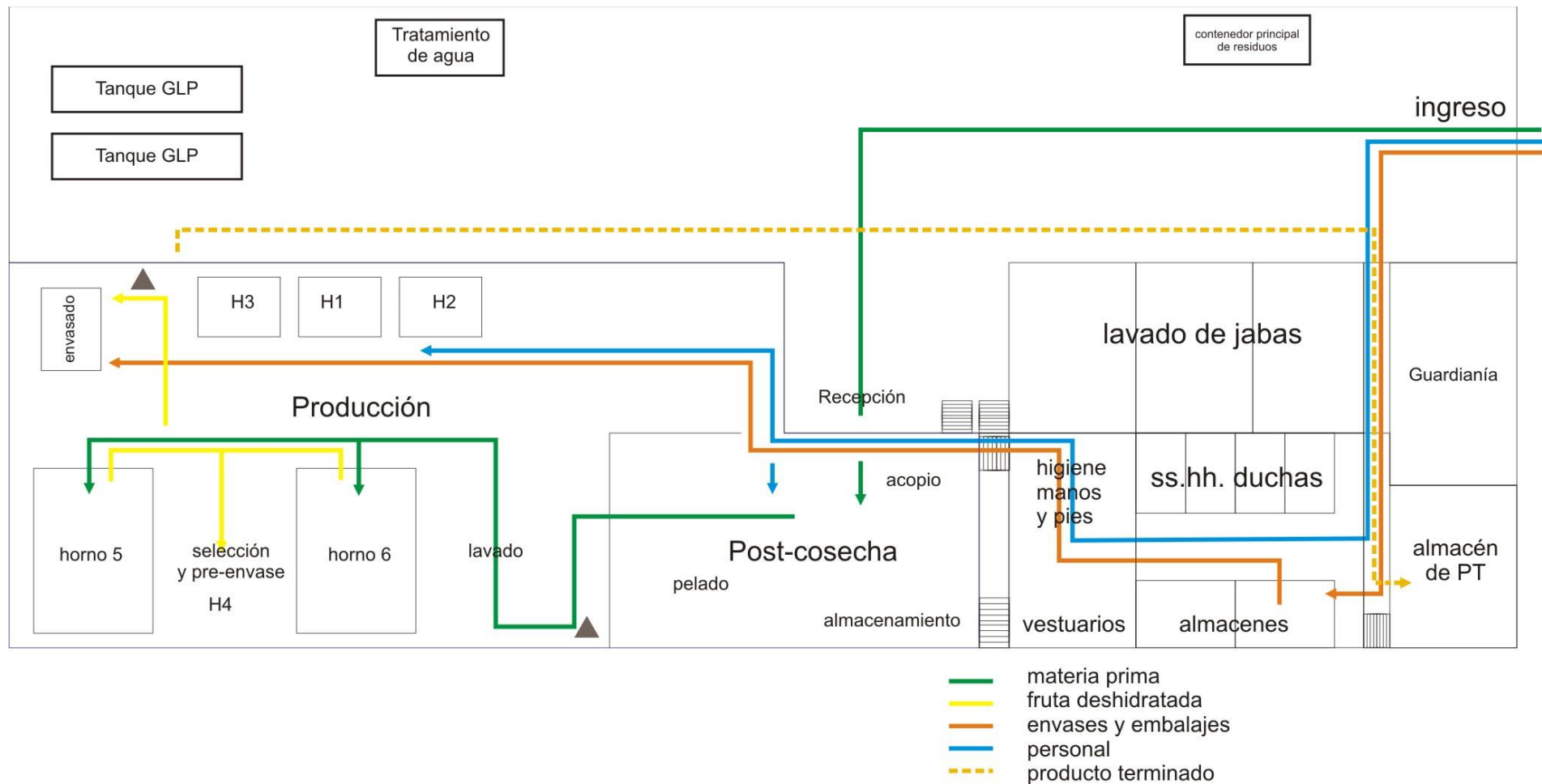


Figura n° 41. Layout de la empresa AgroAndino SRL.

Fuente: AgroAndino SRL

ANEXO 06. Análisis físico químico del aguaymanto orgánico

- ANÁLISIS DE VITAMINA C



Figura n° 42. Determinación de acidez

Fuente: Elaboración propia

- DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



Figura n° 43. Pesado de fruta

Fuente: Elaboración propia

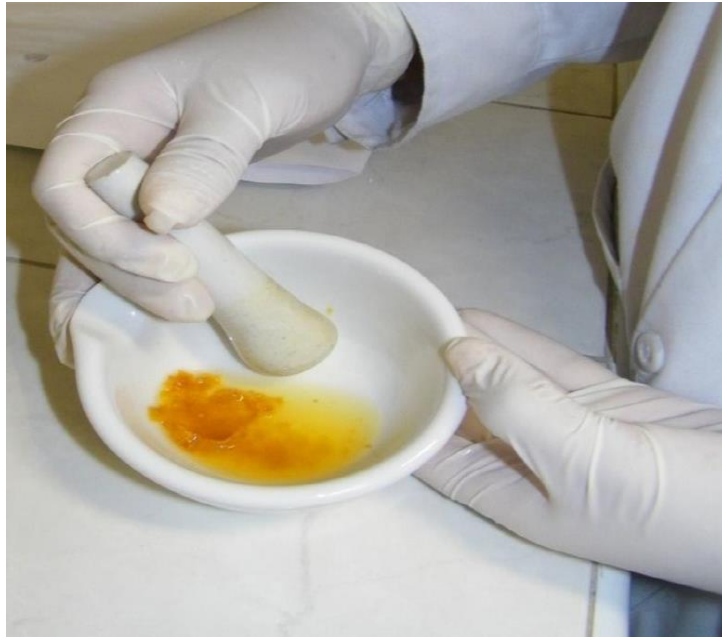


Figura n° 44. Trituración de fruta

Fuente: Elaboración propia



Figura n° 45. Determinación de humedad

Fuente: Elaboración propia

- SUPERFICIE DE RESPUESTA



Figura n° 46. Descerado de fruta

Fuente: Elaboración propia



Figura n° 47. Horno de trabajo

Fuente: Elaboración propia



Figura n° 48. Preparación de bandejas

Fuente: Elaboración propia



Figura n° 49. Estufa Programada e inicio del proceso de secado convectivo

Fuente: Elaboración propia

- MUESTRAS POR CORRIDA DEL AGUAYMANTO DESHIDRATADO



Figura n° 50. Muestras de las corridas para la superficie de respuesta

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07. Mantenimiento y supervisión adecuada del nuevo horno.

- Mantenimiento del horno

Instrucciones de uso

1. Verificar la limpieza y desinfección del equipo.
2. Verifique que el equipo esté conectado a toma corriente.
3. Encender.
4. Colocar el producto en las bandejas e introducir al horno.
5. Graduar la temperatura a trabajar en el panel de control de acuerdo al producto.
6. Esperar a que el equipo alcance la temperatura elegida para trabajar.
7. Verificar en el higrómetro la humedad relativa a la que se desea llegar.
8. Retirar las bandejas con el producto final.
9. Apagar el equipo.
10. Desconectarlo sino se va a trabajar más.
11. Realizar la limpieza y desinfección del equipo.

Características de uso

- El equipo deberá estar separado de la pared como mínimo unos 30 cm para que el ventilador tenga una buena circulación de aire.
- Revisar que el equipo no contenga ningún objeto extraño dentro y en el ventilador.
- Verificar que el equipo se encuentre limpio y desinfectado.
- Graduar la temperatura (T°).
- Revisar la temperatura (T°) y la humedad relativa durante el funcionamiento del equipo.
- Dejar realizar el proceso por completo de deshidratación sin interrupción.
- Apagar el equipo una vez se ha terminado el proceso.
- Desconectarlo de la fuente de energía.
- Realizar la limpieza y desinfección.

Mantenimiento

- Revisar que el equipo no contenga elementos extraños que lo puedan deteriorar.
- Verificar las condiciones de limpieza y desinfección del equipo.

- Verificar que el motor funcione adecuadamente.
- Verificar que el higrómetro funcione adecuadamente.
- Revisar y verificar que el ventilador esté funcionando adecuadamente.
- Verificar que las perillas de los controles funcionen adecuadamente.
- Realizar el mantenimiento preventivo de puertas, paredes y bandejas que puedan acortar la vida útil del equipo.

Limpeza y desinfección

- Apagar el equipo.
- Desconectar el equipo del enchufe.
- Proteja el ventilador y los circuitos eléctricos que puedan estar expuestos, con bolsas resistentes al agua.
- La cámara de deshidratación se puede limpiar con un trapo húmedo.
- Humedecer las bandejas a limpiar con suficiente agua potable, de modo que el agua la cubra totalmente. En caso de no poder utilizar una manguera, el agua debe estar contenida en recipientes completamente limpios como baldes plásticos.
- Enjabonar las bandejas a limpiar esparciendo solución de jabón alcalino al 2% con una esponja o cepillo.
- Restregar las superficies eliminando completamente todos los residuos que puedan estar presentes en ellas. Muchas veces estos residuos no son muy visibles, por esta razón la operación debe ser hecha concienzudamente de modo que toda el área que está siendo tratada quede completamente limpia. La superficie se deja en contacto con el jabón por un periodo de dos a cinco minutos, este tiempo puede prolongarse dependiendo del tipo de superficie a limpiar y del tipo de jabón que se esté utilizando.
- Enjuagar con suficiente agua potable, de modo que el agua arrastre totalmente el jabón.
- Revisar visual para verificar que ha sido eliminada toda la suciedad. En caso de necesitarse se debe hacer de nuevo un lavado con solución de jabón alcalino hasta que la superficie quede completamente limpia.
- Desinfectar cuando la superficie está completamente limpia. Para la misma se utiliza una solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm. La solución de desinfectante se esparce sobre la superficie utilizando un recipiente, de modo que la misma quede completamente cubierta. No se debe utilizar la mano para esparcir la solución del agente desinfectante.
- La capa de solución desinfectante se deja sobre la superficie por un tiempo mínimo de 10 minutos.
- Enjuagar con abundante agua potable.