



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA  
MEJORA DE LAS CONDICIONES DE  
ALMACENAMIENTO DE AGUAYMANTO  
DESHIDRATADO PARA EXPORTACIÓN EN LA  
EMPRESA AGROANDINO S.R.L.

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autora:**

Bachiller: Zulmi Esteici Hernández Terrones

**Asesor:**

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca – Perú

2017

## **APROBACIÓN DE LA TESIS**

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Zulmi Esteici Hernández Terrones**, denominada:

### **APLICACIÓN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA MEJORA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE AGUAYMANTO DESHIDRATADO PARA EXPORTACIÓN EN LA EMPRESA AGROANDINO S.R.L.**

---

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz  
**ASESOR**

---

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza  
**JURADO**  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero  
**JURADO**

---

Ing. Karla Rossemery Sisniegas Noriega  
**JURADO**

## DEDICATORIA

A Dios, santo y amoroso, cuya presencia  
ilumina y fortalece cada instante de mi vida.

A mis padres y hermanos guías de mi vida,  
por su inmenso amor, amistad, comprensión  
y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

Con todo mi amor, esto es por ustedes.

Zulmi Hernández Terrones.

*“Todo futuro es fabuloso”*

*Alex Carpenter.*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios; que me ha dado toda la fortaleza cuando estaba a punto de caer, por brindarme la salud, sabiduría y entendimiento para obtener este triunfo personal. Al asesor de tesis, el ingeniero Jimmy Oblitas Cruz por su apoyo total su amistad desde el inicio de mi carrera, por su importante aporte y valiosa colaboración activa en el desarrollo del presente. A las personas que de una manera u otra han sido claves a lo largo de mi vida universitaria, gracias por su amistad y apoyo incondicional en buenos y malos momentos, en el proceso de este nuevo logro. Finalmente agradezco a la ilustre Universidad Privada del Norte por haberme permitido ser parte de ella, así como a los docentes que me brindaron sus conocimientos a lo largo de mi formación académica.

Con respeto,

Zulmi Hernández.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema .....	13
1.3. Justificación .....	13
1.5. Objetivos.....	14
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	14
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	14
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
a) Antecedentes.....	15
b) Bases teóricas.....	18
i) <i>Aguaymanto, Uchuva (Physalis peruviana L.)</i> .....	18
ii) <i>Productos deshidratados</i> .....	20
iv) <i>Humedad relativa</i> .....	22
v) <i>Temperatura</i> .....	22
vi) <i>Termohigómetro</i> .....	22
vii) <i>Metodología de superficie de respuesta</i> .....	23
c) Hipótesis .....	29
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
1.1 Operacionalización de variables .....	29
1.2 Diseño de investigación .....	29
1.3 Unidad de estudio .....	30
1.4 Población .....	30
1.5 Muestra (muestreo o selección).....	30
1.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	30
1.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	30

<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
1.1 Diagnóstico situacional de la empresa.....	31
1.2 Determinación de la influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la producción de aguaymanto deshidratado .....	40
1.3 Optimización de las condiciones de almacenamiento de acuerdo a la metodología del método estadístico superficie de respuesta.....	46
1.4 Evaluar el costo - beneficio para determinar la influencia de la propuesta de mejora de las condiciones de almacenamiento de aguaymanto deshidratado. ....	51
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>62</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>66</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1: Composición nutricional del aguaymanto .....	19
Tabla n° 2: Operacionalización de variables .....	29
Tabla n° 3: Operacionalización de variables con resultado de diagnóstico .....	37
Tabla n° 4: Registro de datos obtenidos por el colorímetro .....	44
Tabla n° 5: Conversión de datos del colorímetro a valores .....	49
Tabla n° 6: Inversión en materiales de oficina del almacén.....	51
Tabla n° 7: Inversión en maquinaria y equipo y gastos operativos .....	52
Tabla n° 8: Flujo de caja .....	53
Tabla n° 9: Obtención del CPPC .....	54
Tabla n° 10: Análisis económico de los indicadores .....	55
Tabla n° 11: Resultado del flujo de caja neto del proyecto .....	56
Tabla n° 12: Análisis económico de los indicadores en un escenario óptimo .....	57
Tabla n° 13: Resultados del flujo de caja en un escenario óptimo .....	58
Tabla n° 14: Análisis económico de los indicadores en un escenario pesimista .....	59
Tabla n° 15: Resultado del flujo de caja en un escenario pesimista .....	60
Tabla n° 16: Resumen del análisis de sensibilidad.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 1: Superficie de respuesta bidimensional .....	24
Figura nº 2: Superficie de respuesta tridimensional.....	25
Figura nº 3: Gráfica de contornos .....	26
Figura nº 4: Gráfica lineal de superficies de respuesta.....	26
Figura nº 5: Gráfica lineal de contornos .....	26
Figura nº 6: Gráfica tridimensional de superficies de respuesta.....	27
Figura nº 7: Gráfica tridimensional de contornos .....	27
Figura nº 8: Ejemplo de gráfica tridimensional de superficies de respuesta .....	28
Figura nº 9: Productos que comercializa la empresa Agroandino S.R.L. ....	32
Figura nº 10: Diagrama de Ishikawa de la empresa Agroandino S.R.L. ....	33
Figura nº 11: Diagrama de operaciones de la empresa Agroandino S.R.L. ....	34
Figura nº 12: Diagrama del proceso productivo del aguaymanto .....	36
Figura nº 13: Diseño de la propuesta de mejora para la empresa Agroandino S.R.L.....	38
Figura nº 14: Pesado de aguaymanto deshidratado (50 gr) .....	40
Figura nº 15: Envasado al vacío del aguaymanto deshidratado.....	41
Figura nº 16: Toma de datos con el colorímetro .....	41
Figura nº 17: Muestras colocadas a temperatura ambiente .....	42
Figura nº 18: Muestras colocadas en la refrigeradora a 15°C. ....	42
Figura nº 19: Muestras colocadas en la estufa .....	43
Figura nº 20: Diagrama de Cielab .....	45
Figura nº 21: Gráfica lineal de superficies para L .....	46
Figura nº 22: Gráfica de contornos para L .....	47
Figura nº 23: Gráfica lineal de superficies para a .....	48
Figura nº 24: Gráfica de contornos para a .....	48
Figura nº 25: Gráfica lineal de superficies para b .....	49
Figura nº 26: Gráfica de contornos para b .....	49

## RESUMEN

El aguaymanto deshidratado requiere de condiciones y almacenamiento apropiados, para garantizar la entrega de productos que cumplan los requerimientos de cada país al momento de exportar. En la empresa Agroandino S.R.L. se ha detectado problemas en cuanto a las condiciones de almacenamiento del aguaymanto deshidratado que se supone deberían asegurar la conservación de sus cualidades organolépticas a fin de ofrecer un producto con calidad de exportación que cumple los estándares de las empresas extranjeras. Este problema ocasiona grandes pérdidas económicas que también son traducidas en la pérdida de fidelización de clientes. Se ha reportado que el aguaymanto deshidratado presenta un coloro oscuro, lo que ha ocasionado devoluciones y quejas. Según especificaciones de los trabajadores el producto terminado no se debe exponer a una humedad excesiva o temperatura extrema para evitar su oscurecimiento, no obstante, la temperatura del almacén es igual a la temperatura ambiente, es así que existen veces en que ésta fluctúa desde los 0 °C hasta los 22 °C y 30% a 80% de humedad relativa.

Se planteó aplicar el método de superficie de respuesta para mejorar las condiciones de almacenamiento del aguaymanto deshidratado para exportación en la empresa Agroandino S.R.L, asimismo con la aplicación de métodos estadísticos se mejorará condiciones de almacenamiento. Es así que por medio de las muestras de aguaymanto deshidratado de realizó experimentos en el laboratorio y finalmente se determinó que el ambiente del almacén deberá tener una temperatura constante de 19.4 °C y humedad relativa de 70.3%, se estableció implementar aire acondicionado ya que esto conllevará a conservar el producto en condiciones óptimas para reducir el nivel de devoluciones y quejas, asimismo aumentar los niveles de satisfacción y confiabilidad en sus clientes, Asimismo exigir a su proveedor logístico el cual realiza la exportación, que mantenga el producto en las condiciones ya descritas.

## ABSTRACT

Dehydrated aguaymanto requires appropriate conditions and storage, to guarantee the delivery of products that meet the requirements of each country at the time of export. In the company Agroandino S.R.L. Problems have been detected regarding the storage conditions of dehydrated aguaymanto which is supposed to ensure the conservation of its organoleptic qualities in order to offer a product with export quality that meets the standards of foreign companies. This problem causes great economic losses that are also translated into the loss of customer loyalty. It has been reported that dehydrated aguaymanto has a dark color, which has caused returns and complaints. According to the specifications of the workers, the finished product should not be exposed to excessive humidity or extreme temperature to avoid its darkening, however, the temperature of the store is equal to the ambient temperature, so there are times when it fluctuates from 0 °C up to 22 °C and 30% to 80% relative humidity.

It was proposed to apply the response surface method to improve the storage conditions of dehydrated aguaymanto for export in the company Agroandino S.R.L., also with the application of statistical methods will improve storage conditions.

Thus, by means of dehydrated aguaymanto samples from experiments in the laboratory and finally it was determined that the warehouse environment should have a constant temperature of 19.4 ° C and relative humidity of 70.3%, it was established to implement air conditioning since this it will lead to keeping the product in optimal conditions to reduce the level of returns and complaints, as well as increasing the levels of satisfaction and reliability in its customers,

Also, require your logistics provider which makes the export, to keep the product in the conditions already described.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La exportación tiene un rol fundamental en la actividad económica de cualquier país, por los beneficios macroeconómicos como el enriquecimiento de reservas internacionales o la promoción del empleo, y microeconómicos como la provisión de ventajas competitivas empresariales que contribuyen a mejorar su posición financiera.

En el Perú podemos encontrar una inmensa variedad de frutas tropicales o exóticas, sin embargo, una de las que posee mayor potencial es el aguaymanto, una fruta exótica no tradicional de sabor agrídulce que se adapta fácilmente a muchos pisos ecológicos. Las empresas peruanas se benefician con la exportación debido a un incremento en sus ventas y a la instauración de una producción a escala que origina menores costos unitarios y que por ende permiten alcanzar mayor rentabilidad, competitividad y productividad. Sin embargo, para que éstas permanezcan en el mercado, es necesario enfrentar retos que impliquen mayor inversión y un esfuerzo enfocado a utilizar mejor sus recursos para elaborar productos de alta calidad. Ministerio de Agricultura y Finanzas, 2016. Pauta metodológica para la elaboración de Planes de Negocio de aguaymanto en el marco de la Ley PROCOMPITE. Lima, Perú.

En este sentido Agroandino S.R.L., es la única empresa peruana que cuenta con las certificaciones de toda la cadena productiva: de cultivos orgánicos, de procesamiento y de comercialización de productos orgánicos. Labora en el sector de producción y exportación de fruta deshidratada hace ocho años, tiene los países de Estados Unidos, Alemania y Holanda como sus principales destinos, cuenta con una planta de producción y más de 27 hectáreas de aguaymanto en la provincia de San Pablo, distrito de Cajamarca, departamento de Cajamarca. Esta empresa ha tenido y tiene la misión de mejorar la calidad y presentación de sus productos con el objetivo de que la empresa pueda cumplir exigencias de los mercados internacionales de frutas procesadas e impulsar la comercialización de sus productos.

El aguaymanto deshidratado requiere procesos de acondicionamiento y almacenamiento apropiados, para garantizar la entrega de productos que cumplan los requerimientos de cada país. No obstante, la empresa no cuenta con un manual de especificaciones técnicas en el que se encuentren establecidos los requisitos relativos a la calidad, el cual debe estar orientado a controlar los procesos y eliminar las causas que generen alguna característica indeseada en el producto terminado.

Analizando el proyecto de tesis “Determinación de la estabilidad del ácido ascórbico en el zumo de aguaymanto” – Perú año 2014. El aguaymanto es un producto altamente

perecedero, el cual se debe comercializar con rapidez, sin embargo la fruta se puede almacenar en condiciones adecuadas para conservar su calidad y apariencia externa durante la comercialización. De acuerdo a esta investigación, este producto se puede almacenar a 18 °C y 70 % de humedad relativa. En el mismo estudio otros frutos con calidez almacenados a 18°C y 70% de humedad relativa conservaron su calidez por 20 días y refrigerados a 6°C y 70% humedad relativa hasta 30 días de almacenamiento. (Chipana, 2014)

Según Gamboa, Montilla, Villamiel, García-Pérez, 2014. En su investigación Aplicación de ultrasonidos de potencia al secado convectivo de fresas” – España. La técnica de producción de la empresa Agroandino S.R.L. es el secado convectivo o térmico, sin embargo, en esta investigación se recomienda aplicar la técnica de ultrasonidos de potencia para acelerar el proceso y evitar alteraciones del producto final. No obstante, al margen de la técnica utilizada, es necesario establecer los parámetros del proceso de deshidratación (tales como temperatura y humedad relativa) para impedir proliferación microbiana y preservar las características de color y sabor de las frutas, no obstante, el tipo de proceso al que es sometido el aguaymanto también influye mucho en la durabilidad y color de aguaymanto deshidratado.

La situación actual de la empresa está presentando problemas en cuanto a las condiciones de almacenamiento del aguaymanto que se supone deberían asegurar la conservación de sus cualidades organolépticas a fin de ofrecer un producto con calidad de exportación que cumple los estándares de las empresas extranjeras. Este problema ocasiona grandes pérdidas económicas que también son traducidas en la pérdida de fidelización de clientes. Se ha reportado que el aguaymanto deshidratado presenta un coloro oscuro (ver anexo n° 1), lo que ha ocasionado innumerables devoluciones y quejas. Según especificaciones de los trabajadores el producto terminado no se debe exponer a una humedad excesiva o temperatura extrema para evitar su oscurecimiento, no obstante, la temperatura del almacén es igual a la temperatura ambiente, es así que existen veces en que ésta fluctúa desde los 0 °C hasta los 22 °C .

El método estadístico Metodología de Superficie de Respuesta (MSR), fue introducida por Box y Wilson en 1951 y es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en los que una variable de interés es influenciada por factores de carácter cuantitativo. El propósito es diseñar un experimento mediante el uso del programa Statgraphics una herramienta de análisis de datos que ofrece procedimientos analíticos y gráficos de primera calidad que proporcione valores razonables de la variable respuesta y, a continuación, determinar el modelo matemático que mejor se ajusta a los datos obtenidos, con el cual se establecerán los valores de la variable independiente, que optimice el valor de la variable respuesta, que se puede mostrar como una superficie.

Por ende vamos a encontrar el valor de temperatura y humedad relativa que optimicen esta respuesta y las condiciones de almacenamiento. Chemo, 2010. Curso de formación estadística. Manual de Statgraphics Centurión. Ediciones Díaz de Santos. España.

Para Mayor en su artículo “El color es uno de los parámetros de calidad más importante en productos deshidratados” – año 2005. Los cambios en el color se deben a la concentración de pigmentos o degradación de los mismos manifiesta que mientras mayor sea el diferencial de temperatura entre el medio calórico y el producto, mayor será la energía para extraer la humedad. Mientras más caliente sea el aire, mayor será la humedad relativa que podrá aportar antes de saturarse. En relación a la variable independiente la decoloración se origina debido a la formación de una capa de células muy unidas entre sí, que produce una barrera a la migración de humedad. Suele ocurrir durante las fases preliminares y en las del deshidratado propiamente dicho, debido a reacciones químicas y bioquímicas o por sobrecalentamiento.

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la aplicación del método estadístico de superficie de respuesta mejorará las condiciones de almacenamiento de aguaymanto deshidratado para exportación en la empresa Agroandino S.R.L.?

## 1.3. Justificación

Desde el enfoque teórico, la investigación propuesta servirá como antecedente, a estudiantes y futuros investigadores que estén dispuestos a realizar investigaciones similares, ya que la información sobre este tema es restringida o limitada.

Desde el punto de vista práctico, la aplicación del método estadístico superficie de respuesta (MSR) permitirá dar solución a los problemas identificados en la empresa Agroandino S.R.L., y en consecuencia ésta obtendrá progresos mayúsculos en la rentabilidad de sus procesos de almacenamiento. El método estadístico superficie de respuesta (MSR), servirá como una herramienta vital para la toma de decisiones efectivas y de esta manera repercutirá directamente en los intereses y objetivos de la empresa.

Desde la perspectiva valorativa, la presente investigación pretende mejorar las condiciones de almacenamiento del aguaymanto deshidratado en la empresa Agroandino S.R.L., con el fin de que la empresa obtenga menores pérdidas económicas –ocasionadas por las devoluciones y quejas -, mayores niveles de satisfacción en sus clientes y mejores niveles de confiabilidad con respecto a otras empresas, propiciando la apertura de nuevos mercados y mejorando así la calidad del producto ofrecido.

Desde el punto de vista académico, esta investigación permitirá cubrir la necesidad de aplicar conocimientos teóricos adquiridos y complementarlos con la parte aplicativa, demostrando de esta manera la trascendencia de la carrera de Ingeniería Industrial. Se eligió ahondar en este campo porque la información sobre el tema es en muchas ocasiones limitada, por ello esta investigación servirá como base a quienes estén interesados en la aplicación del método estadístico superficie de respuesta en el área de almacenamiento de una empresa.

#### **1.4. Limitaciones**

La principal limitación en el desarrollo de la investigación fue tener acceso a la información confidencial y reservada que la empresa resguarda, puesto que la misma es muy discreta. Por otro lado, no existen muchas fuentes tipo antecedentes sobre la aplicación de métodos estadísticos para mejorar las condiciones y mantener el color óptimo del aguaymanto deshidratado o similares. No obstante, a pesar de dichas dificultades, la información que se logró obtener ha sido la necesaria para validar el proyecto.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Aplicar el método de superficie de respuesta para mejorar las condiciones de almacenamiento del aguaymanto deshidratado para exportación en la empresa Agroandino S.R.L.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar el diagnóstico situacional de la empresa, con el propósito de reconocer sus posibles problemas.
- Determinar la influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la producción aguaymanto deshidratado.
- Optimizar las condiciones de almacenamiento de acuerdo a la metodología del método estadístico superficie de respuesta, evaluando las variables temperatura y humedad relativa según los experimentos en laboratorio.
- Evaluar el costo - beneficio para determinar la influencia de la propuesta de mejora en las condiciones de almacenamiento de aguaymanto deshidratado.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### a) Antecedentes

Se han hallado antecedentes internacionales respecto a la implementación de métodos de deshidratación de frutas, los mismos que se exponen a continuación:

Según el Grupo colombiano de Ciencia y Tecnología, 2010. En su estudio "Frutas tropicales deshidratadas métodos combinados" – Quindío-Colombia.

Indican que la exigencia de los consumidores por productos conservados similares en calidad y apariencia a los alimentos frescos, deben ser obtenidos mediante procesos que no afecten ni desnaturalicen los ingredientes utilizados, ello obliga a los investigadores y a la industria a descartar un buen número de tecnologías actuales y a investigar sobre procesos menos drásticos y que conserven las propiedades similares a los del producto fresco. Existen muy pocos estudios de métodos de conservación que garanticen la conservación de sus propiedades de salud y nutrición. Para (Lericci, 1985) uno de los métodos para obtener frutas mínimamente procesadas es sometiendo trozos de frutos a deshidratación mediante su inmersión en soluciones concentradas de sólidos solubles tales como: sacarosa, glucosa o preparados industriales de estos azúcares. Para obtener mejores resultados y obtener productos finales estables se utilizan métodos combinados tales como deshidratación osmótica con pulso de vacío inicial, deshidratación por aire caliente y deshidratación osmótica combinada con secado por aire caliente, entre otros para bajar aún más los niveles de humedad y preservar el producto final de posibles deterioros fisicoquímicos o microbiológicos, causados por la presencia de agua libre en el tejido celular de los frutos. Es así, que es necesario establecer los parámetros de proceso de deshidratación para impedir la proliferación microbiana y preservar las características de color y sabor de las frutas, agregándoles valor, para superar la problemática actual de pérdidas en post-cosecha y comercialización sin valor añadido.

El análisis de relación con la empresa Agroandino S.R.L. produce aguaymanto deshidratado mediante el secado convectivo o térmico, sin embargo, en el estudio anterior se recomienda aplicar la deshidratación osmótica combinada para obtener mejores productos finales. Por otro lado, el estudio ostenta que es necesario establecer los parámetros del proceso de deshidratación (tales como temperatura y humedad) para impedir proliferación microbiana y preservar las características de color y sabor de las frutas, no obstante, la empresa no cuenta con un manual de especificaciones técnicas que especifique los valores de los parámetros para las condiciones de almacenamiento del aguaymanto. Es así que el antecedente en mención posee el mismo objetivo que nuestra investigación.

En la tesis "Modelado y formulación de un producto osmóticamente deshidratado a base de melón, parchita y limón" según Quintero – Venezuela año 2006.

Demostró que: Las frutas han tenido siempre gran importancia en la industria de alimentos debido a su valor nutritivo, alto atractivo para el consumidor y su utilización como materia prima para la generación de productos alimenticios. Por otro lado, en el trabajo de investigación mencionado se desarrolló un producto a base de melón, formulando y modelando mediante deshidratación osmótica con pulso de vacío por impregnación en solución de sacarosa, limón y parchita, aplicando la metodología de superficie de respuesta, para alcanzar dicho objetivo se modeló empíricamente el fenómeno de transferencia de masa en el proceso de deshidratación osmótica, aplicando un diseño central compuesto a las variables: Concentración de la solución de impregnación (CSI), Temperatura (T) y Tiempo de proceso (TP) y también se empleó un diseño de mezcla simplex lattice. Los resultados obtenidos indican que la mayor transferencia de masa que optimizan las variables de respuestas en la pérdida de agua y ganancia de sólidos, es a 65°Brix, 57°C y 17 h, aplicando un solo pulso de vacío a 550mmHg por 10 min en la deshidratación osmótica.

En cuanto al análisis de relación la técnica utilizada en esta tesis es la misma que utilizaremos en nuestra investigación, es así que mediante la aplicación de dicha metodología se obtendrán los valores exactos de las variables de respuesta, es decir la temperatura y la humedad relativa, con el fin de optimizar las condiciones de almacenamiento del aguaymanto deshidratado.

De acuerdo con Gamboa, Montilla, Villamiel, García-Pérez, 2010. En su investigación "Aplicación de ultrasonidos de potencia al secado convectivo de fresas" – España.

Exponen que el secado convectivo constituye uno de los métodos tradicionales más utilizados para aumentar la vida útil de un gran número de alimentos perecederos. Sin embargo, este proceso puede afectar negativamente a los atributos sensoriales y nutricionales de los productos frescos debido a cambios en sus constituyentes favorecidos por elevadas temperaturas y extensos tiempos de procesado, es por ello, que en los últimos años, se han buscado alternativas que mejoren la calidad final del producto deshidratado, siendo la aplicación de los ultrasonidos de potencia (US) una de las más prometedoras, ya que, aunque su efectividad depende del producto, puede acelerar los procesos de secado convectivo, los resultados indican que aplicación de ultrasonido de potencia incrementó la velocidad de secado, impidiendo alteraciones significativas en la calidad del producto deshidratado.

El análisis de relación con respecto a la técnica de producción de la empresa Agroandino S.R.L. es el secado convectivo o térmico, sin embargo, en el estudio anterior se recomienda aplicar la técnica de ultrasonidos de potencia para acelerar el proceso y evitar alteraciones del producto final. No obstante, al margen de la técnica utilizada, es necesario establecer los parámetros del proceso de deshidratación (tales como temperatura y humedad) para impedir proliferación microbiana y preservar las características de color y sabor de las frutas.

Según Agudelo, Igual, Talens, Martínez-Navarrete, 2008. En su estudio Aplicación de un método de secado combinado para la obtención de porciones de cocona”– Valencia – España.

Ostentan que el efecto de la aplicación de un método combinado de deshidratación osmótica y secado por aire caliente ocasionó una disminución significativa de los diferentes compuestos bioactivos, aunque la actividad antioxidante de las muestras se mantuvo estable con respecto al fruto fresco. Así mismo el secado les confirió un carácter crujiente a las muestras y conllevó una disminución de la luminosidad y modificaciones en el tono y el croma con cambios de color de  $\pm 15$  unidades con respecto al producto fresco. También fue estudiado el comportamiento frente a la absorción de agua (20°C) y la relación entre la actividad del agua y la transición vítrea. La modelización conjunta de los datos permitió construir el diagrama de estado del producto a 20°C, identificándose el contenido de humedad crítico de 3.24 g de agua/ 100 g producto. No obstante, el estudio realizado en relación con el efecto de la humedad relativa de almacenamiento sobre los cambios de color, las propiedades mecánicas y los compuestos funcionales de las rodajas deshidratadas permite concluir que el producto no se ve afectado por este factor mientras se mantenga almacenado a una humedad relativa inferior al 33 %.

El análisis de relación con el estudio en mención reafirma que, al margen de la técnica utilizada, es necesario mantener un factor de humedad relativa en el almacenamiento del producto terminado para que éste no sufra alteraciones, siendo esto el objetivo de nuestra investigación.

## b) Bases teóricas

### i) Aguaymanto, Uchuva (*Physalis peruviana* L.)

Sierra Exportadora indica que el aguaymanto es un arbusto, oriundo de los Andes Peruanos, conocido como fruta nativa desde la época de los Incas, fue preferida mayormente en el jardín de los nobles y particularmente cultivada en el valle sagrado de los Incas. Esta fruta se dio a conocer al mundo desde el siglo XVIII, y se mantuvo como una exquisitez en tiendas de productos exclusivos. Actualmente la demanda local, nacional y extranjera de este fruto y sus derivados (deshidratados, extracto de líquido, mermelada, miel, pulpa congelada) tienen una tendencia creciente.

Por otro lado, Sierra Exportadora afirma que la Región de Cajamarca (Cajamarca, San Marcos y Cajabamba), se ha consolidado como la primera región productora de aguaymanto del Perú en la Sierra Norte, sin embargo, también son producidas en la sierra de Amazona, Sierra Central (Ancash, Huánuco y Huancayo), Sierra Sur (Cuzco), Sierra de Ancash: (Huari, Yungay, Recuay, Carhuaz, Ocros), Junín (Huancayo, Valle del Mantaro), Ayacucho, Cuzco y Puno.

Según (Alvarado, 2004) La fruta de uchuva es una baya jugosa en forma de globo u ovoide con un diámetro entre 1,25 a 2,15 cm y con un peso de 4 a 10 g, contiene unas 100 a 300 semillas, su piel es delgada y lustrosa y está recubierta con un cáliz. Su estructura interna es similar a la de un tomate en miniatura. El color característico de la uchuva se encuentra en los cromoplastos los cuales contienen carotenoides que son los pigmentos amarillo-rojizos de las frutas. Durante la maduración varía de color amarillo al ocre o amarillo naranja y su sabor va desde ácido hasta muy agrio. La fruta de la uchuva presenta un comportamiento climatérico, el pico climatérico se presenta a los 64 días después de la floración y su madurez fisiológica se da en el día 56, se consume al natural, en ensaladas, helados y tartas.

Según (Aparcana, Villarreal, 2014) Afirman que: “El fruto del aguaymanto contiene valores destacables de nutrientes como vitamina A, fibra, proteína, potasio, fósforo, hierro y zinc<sup>17</sup>. Después del agua, los carbohidratos son los compuestos presentes en mayor proporción en la pulpa, vale destacar también los azúcares, las pectinas y almidones. También se encuentran varios ácidos que le dan el carácter ácido y contribuyen a sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales.” (Ver tabla n° 5).

Tabla n°1. *Composición nutricional del aguaymanto por 100 gr. De producto*

<b>Parámetro Nutricional</b>	<b>Rango</b>
Humedad	79.8 – 85.5 %
Proteína	0.3 – 1.5 g
Grasa	0.15 – 0.5 g
Carbohidratos	11.0 – 16.9 g
Fibra	0.4 – 4.9 g
Cenizas	0.7 – 1.0 g
Carotenos	16 mg
Tiamina	0.1 – 0.18 mg
Riboflavina	0.03 – 0.18 mg
Niacina	0.8 – 1.7 mg
Vitamina C	20 – 43 mg.
Potasio	210 – 467 mg
Magnesio	7 – 19 mg
Calcio	2 -28 mg
Fósforo	27 – 55.3 mg
Hierro	0.3 – 1.2 mg
Zinc	0.28 – 0.40 mg

Fuente: Aparcana I.; Villarreal S. (2014), elaboración propia.

La directora de Medicina Complementaria de EsSalud, doctora Martha Villar López: “El aguaymanto es una maravilla que nos ofrece la naturaleza por ser una fruta que brinda numerosos beneficios a la salud, por lo que se aconseja consumirla con regularidad”.

Se ha encontrado referencias acerca de las propiedades del aguaymanto dentro de las que destacan los citados por el (diario Correo, 2015). Actúa como tranquilizante natural, para calmar el estrés y el cansancio, contribuye al desarrollo de los huesos y dientes, Combate el asma, la sinusitis y otras alergias, retarda el envejecimiento celular, ayuda a cicatrizar las heridas y desinflamar articulaciones, mejora el desempeño de las funciones cardiovasculares y el sistema inmunológico, previene el cáncer de estómago, colon e intestino, disminuye los síntomas de la menopausia, estabiliza el nivel de glucosa en la sangre.

## ii) Productos deshidratados

La técnica de deshidratación de alimentos es probablemente el método más antiguo para preservar el alimento que ha ideado el ser humano. La deshidratación o desecación de alimentos consiste en eliminar la mayor cantidad posible de agua o humedad del alimento seleccionado bajo una serie de condiciones controladas como temperatura, humedad, velocidad y circulación del aire. El agua es el elemento básico para la vida humana, pero también para la vida microbiana, por lo que, retirarla, alarga la vida útil del alimento.

La deshidratación de sólidos ocurre debido al mecanismo de difusión descrita por las leyes de Fick, es decir, las moléculas fluyen a través de una membrana permeable sin que exista un aporte externo de energía. (Fernández, 2007).

Según (Vega, 2006) afirma que el secado o deshidratación de alimentos se usa principalmente como técnica de preservación, ya que inhibe el desarrollo de microorganismos que provocan descomposición, además es un método de inactivación enzimática. El éxito de este procedimiento radica en que, además de proporcionar estabilidad microbiológica, debido a la reducción de la actividad de agua, y fisicoquímica; aporta ventajas en la industria tales como la reducción de peso y volumen; lo que facilita el transporte, manipulación y reduce los costos por concepto de almacenamiento del producto. Otro efecto importante, es la posibilidad de trabajar con alimentos que naturalmente son perecibles, sin necesidad de refrigeración. El método que se utilice para secar, dependerá de la naturaleza del alimento y del producto que se quiere obtener. Los métodos más conocidos son: secado al sol, secado spray, secado convencional en bandejas, deshidratación a vacío, liofilización y deshidratación osmótica.

Según (Valdés, 2008), afirma que: “Las características del producto, su naturaleza y el tamaño de las partículas también influyen en la intensidad del deshidratado. Muchos alimentos tienen una capa exterior de protección que impide que su interior se seque por completo. Luego que la humedad de la superficie de un alimento se ha retirado por evaporación, la intensidad de secado depende de la velocidad con la que su humedad interna se dirige hacia su superficie, la que varía de un producto a otro. El tamaño también es un factor a tomar en cuenta: mientras más pequeña sea la pieza del alimento que se va a deshidratar, menor será la distancia que debe recorrer la humedad interna para llegar a la superficie, por ello, técnicas como el cortado y rebanado son muy útiles”. El secado se clasifica según el método de transferencia de calor en: Métodos convectivos que es la transmisión de calor por el desplazamiento de las moléculas de una sustancia, métodos conductivos que consisten en propagar el calor entre dos

cuerpos o dos partes de un mismo cuerpo a diferentes temperaturas debido a la agitación térmica, y métodos radiantes que transmiten calor entre dos cuerpos con temperaturas distintas y sin que entre ellos exista contacto o conexión por otro sólido conductor (lo mismo que pasa con los rayos solares que atraviesan la atmósfera del planeta Tierra y se transforman en calor). El método utilizado por la empresa Agroandino S.R.L es el convectivo.

### iii) Secado por aire caliente o convectivo

El método utilizado para obtener el aguaymanto deshidratado por la empresa Agroandino S.R.L. es el convectivo.

Según (Geankoplis, 1998) “Durante el secado existe migración de los constituyentes solubles, el movimiento de agua con composiciones como azúcares se lleva a cabo del centro hacia la superficie de la fruta, dependiendo de la permeabilidad de sus membranas, el agua se evapora y los compuestos quedan en la superficie. Ambos movimientos son simultáneos al momento de llevarse a cabo el proceso de secado”.

El secado convectivo es el proceso de secado térmico más habitual, gases provenientes de combustión, aerocalentadores o similar circulan sobre o entre las partículas de producto que deberá estar colocado en bandejas o canastillas y evaporan el solvente hasta lograr la deshidratación.

Para (Fellows, 1994) “la temperatura y velocidad de deshidratación ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos.” Generalmente, las velocidades de deshidratación rápidas y las temperaturas más elevadas provocan mayores cambios, que velocidades de deshidratación lentas y temperaturas más bajas. Éstas características se hallan determinadas por la composición del alimento, el tipo de deshidratación empleado y el tamaño del producto.

- **Riesgos durante el secado convectivo:**

- El oscurecimiento es el resultado de diferentes reacciones químicas, los factores que influyen en son: la combinación de temperatura, tiempo y la cantidad de humedad que hay en el producto. Para Martínez, P. (2000) el oscurecimiento o daño por calor es considerado como un defecto de calidad y está relacionado con la temperatura de secado.
- Las temperaturas elevadas, pueden provocar la formación de una capa superficial, dura, impenetrable, y por ende oscurecida, este fenómeno que se

denomina acortamiento, reduce la velocidad de deshidratación y da lugar a un alimento seco en su superficie y húmedo en su interior.

- Según (Martínez, 2000), manifiesta que: “El calor no solo puede provocar el paso del agua a vapor durante la deshidratación, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento como el sabor y el aroma”. La intensidad con la que esta pérdida se produce depende de la temperatura y de la concentración de sólidos en el alimento, así como de la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en vapor de agua. Un adecuado control de las condiciones de deshidratación en las primeras fases del proceso, permite reducir al mínimo estas pérdidas.

#### **iv) Humedad relativa**

Es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, en cualquier momento determinado, normalmente es menor que el necesario para saturar el aire. La humedad relativa es el porcentaje de la humedad de saturación, que se calcula normalmente en relación con la densidad de vapor de saturación. (Martínez, 2000).

#### **v) Temperatura**

Según (Valdés, 2008), manifiesta que: “Mientras mayor sea el diferencial de temperatura entre el medio calórico y el producto, mayor será la energía para extraer la humedad. Cuando el medio calórico es el aire, la temperatura juega un rol secundario importante. Mientras el agua se extrae del producto como vapor éste debe ser transportado afuera, de lo contrario, la masa de aire se saturará de humedad, retardando la extracción de mayor caudal de agua. Mientras más caliente sea el aire, mayor será la humedad que podrá aportar antes de saturarse.

#### **vi) Termohigómetro**

Es un instrumento electrónico que en su versión más básica mide y muestra la temperatura (T) y humedad relativa (HR). Está compuesto por una carcasa, usualmente de plástico, en cuyo interior se encuentra alojada una tarjeta electrónica que procesa las señales provenientes de los sensores y permite la visualización de los valores de temperatura y humedad relativa en una pantalla de cristal líquido (LCD).(Del Carpio, 2016).

## vii) Metodología de superficie de respuesta

Según (Del Carpio, 2006) “ La necesidad creciente de optimizar los productos y procesos, minimizando costos y tiempo, maximizando rendimientos, productividades y cualidades de productos, entre otros objetivos, ha llevado a que profesionales de diferentes formaciones busquen técnicas sistemáticas de planeamiento de experimentos”.

Es así, que la metodología del planeamiento factorial, asociada al análisis de superficie de respuesta, es una herramienta fundamentada en teorías estadísticas, que brinda informaciones seguras sobre el proceso, minimizando el empirismo que envuelve las técnicas de tentativa y error. El propósito es diseñar un experimento que proporcione valores razonables de la variable respuesta  $y$ , a continuación, determinar el modelo matemático que mejor se ajusta a los datos obtenidos. El objetivo final es establecer los valores de los factores independientes, que optimizan el valor de la variable respuesta, que se puede mostrar como una superficie. Por ejemplo, podemos estudiar cómo los valores de temperatura y presión afectan la tasa de una reacción química y por medio de la metodología tratar de encontrar los valores que optimicen esta respuesta.

Cuando decimos que el valor real esperado,  $\eta$ , que toma la variable de interés está influido por los niveles de  $k$  factores cuantitativos,  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , esto significa que existe alguna función de  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , que proporciona el correspondiente valor de  $\eta$  para alguna combinación dada de niveles:

$$\eta = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$$

De tal forma que la variable respuesta pueda expresarse como:

$$Y = \eta + \epsilon = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \epsilon$$

Donde  $\epsilon$  es el error observado de respuesta.

La relación  $\eta = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  puede representarse a través de una hipersuperficie (subconjunto de un espacio euclídeo  $(k + 1)$  - dimensional).

### a) Factores

Son las condiciones del proceso que influyen la variable de respuesta, estos pueden ser cuantitativos o cualitativos.

### b) Respuesta

Es una cantidad medible cuyo valor se ve afectado al cambiar los niveles de los factores, el propósito principal es optimizar dicho valor.

### c) Función respuesta

Al decir que un valor de respuesta  $Y$  depende de los niveles  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , de  $k$  factores, estamos afirmando que existe una función matemática cuyo valor corresponde a  $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ .

### d) Función de respuesta predicha

La función de respuesta también se puede representar con una ecuación polinomial, es así que el éxito de una investigación de superficie de respuesta se determina cuando la respuesta se pueda ajustar a un polinomio de primer o segundo grado. Si suponemos que la función de respuesta para los niveles de dos factores se puede expresar utilizando un polinomio de primer grado:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

Donde  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  son los coeficientes a estimar y  $x_1, x_2$  representan los niveles de  $x_1$  y  $x_2$  respectivamente.

### e) Superficie de respuesta

La relación  $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  entre  $Y$  y los  $k$  factores  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , representa una superficie. Con  $k$  factores la superficie está en  $(k + 1)$  dimensiones. Por ejemplo cuando se tiene  $Y = f(x_1)$ , la superficie está en dos dimensiones, mientras que si tenemos  $Y = f(x_1, x_2)$ , la superficie está en tres dimensiones.

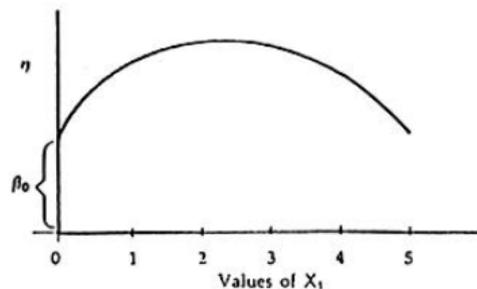


Figura n° 1. Superficie de respuesta bidimensional

Fuente: Cornell (1990) y Montgomery (1991)

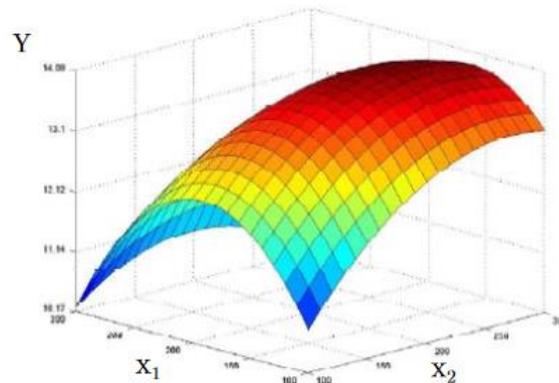


Figura n° 2. Superficie de respuesta tridimensional.

Fuente: Cornell (1990) y Montgomery (1991).

#### f) Gráfica de contornos

La gráfica de contornos facilita la visualización de la forma de una superficie de respuesta tridimensional, en ella se trazan las denominadas líneas de contorno correspondientes a los valores constantes de la respuesta sobre el plano  $x_1x_2$  (plano cuyos ejes coordenados vienen dados por los niveles de  $x_1$  y  $x_2$  de los factores). Geométricamente, cada línea de contorno es una proyección de la superficie de respuesta, sobre el plano  $x_1x_2$  intersectado con un plano paralelo al mismo. Es útil para estudiar los niveles de los factores en los que se da un cambio en la forma o altura de la superficie de respuesta.

Para generar la gráfica de contornos correspondiente, se secciona la superficie de respuesta, usando planos paralelos al  $x_1x_2$ .

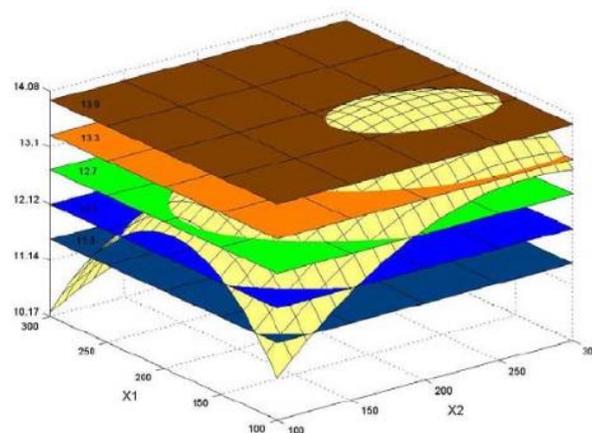


Figura n° 3. Gráfica de contornos.

Fuente: Cornell (1990) y Montgomery (1991)

La superficie de respuesta y sus curvas de nivel, que son las líneas con valores iguales de respuesta, se podrían representar con las siguientes gráficas tomadas de un ejemplo donde los factores son temperatura y tiempo y la respuesta es el rendimiento:

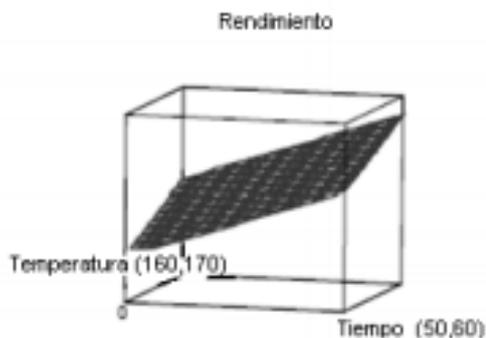


Figura n° 4. Gráfica lineal de superficies de respuesta del rendimiento frente a dos factores: tiempo y temperatura.

Fuente: Cornell (1990) y Montgomery (1991).

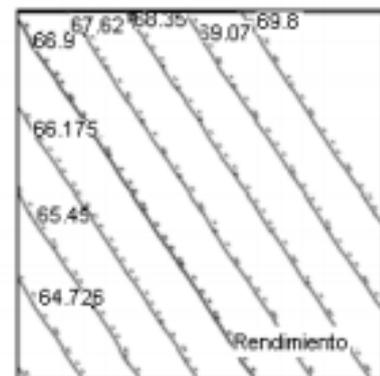
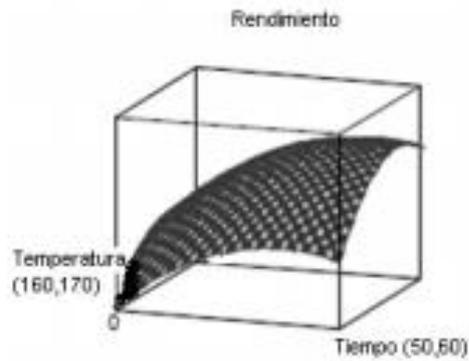


Figura n° 05. Gráfica lineal de contornos de superficies de respuesta.

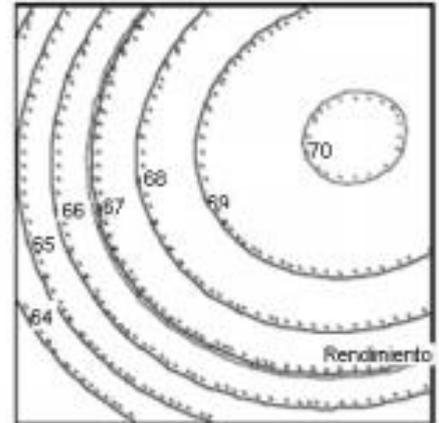
Fuente: Cornell (1990) y Montgomery (1991).

Si al modelo anterior lo convertimos en un modelo de segundo orden, podría ser representado gráficamente de la siguiente manera:



*Figura n° 6.* Gráfica tridimensional de superficies de respuesta del rendimiento frente a dos factores: tiempo y temperatura.

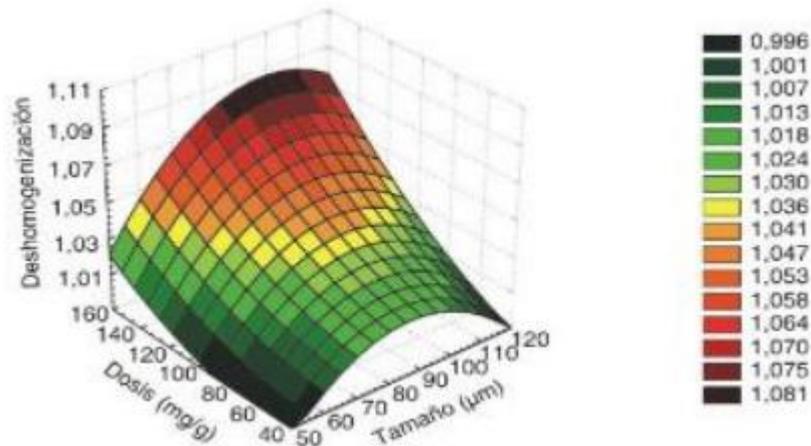
*Fuente: Cornell (1990) y Montgomery (1991).*



*Figura n° 7.* Gráfica tridimensional de contornos de superficies de respuesta.

*Fuente: Cornell (1990) y Montgomery (1991).*

Una vez identificada la región de respuesta óptima, los diseños factoriales completos o fraccionarios a dos niveles no son suficientes, pues se requieren al menos tres niveles para cada factor.



*Figura n° 8.* Ejemplo de gráfica tridimensional de superficie de respuesta de des homogenización frente a dosis y tamaño.

*Fuente:* Cornell (1990) y Montgomery (1991).

Según (Figuroa, 2003) “Es claro que las superficies de respuesta y las gráficas de contornos (curvas de nivel) pueden tener muchas representaciones aparte de las anteriores”, El cual por su parte, recomienda generalmente agregar dos o más observaciones para cada uno de los factores con el objetivo de estimar el error experimental y tener un mecanismo de evaluación para saber si el modelo es apropiado. Por otro lado, no es prudente confiar en un resultado aislado. Es deseable saber si al repetir el proceso  $n$  veces tendrá un comportamiento semejante, variando el error experimental esperado, de modo que se asegure la estabilidad del proceso.

Para (Rodríguez, Lemma, 2005). Las ventajas de utilizar el método de superficies de respuesta son las siguientes: “Reduce el número de repeticiones y mejora la calidad de la información obtenida a través de los resultados”. Esto significa una sensible disminución del trabajo y consecuentemente, del tiempo y del costo final. “Es posible optimizar más de una respuesta al mismo tiempo”, se puede optimizar variables como rendimiento, productividad y pureza, y/o minimizar variables de costo y contaminación, entre otras, individual o simultáneamente. “Permite calcular y valorar el error experimental”, Esto es fundamental para especificar el nivel de confianza estadística con el cual podemos estimar la reproductividad del resultado deseado.

### c) Hipótesis

Con la aplicación de métodos estadísticos se mejorará condiciones de almacenamiento aguaymanto deshidratado para exportación en la empresa Agroandino S.R.L.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 1.1 Operacionalización de variables

Tabla n° 2. Operacionalización de variables

Variable		Dimensión	Indicador
Independiente	Concepto		
<b>Aplicación de métodos estadísticos</b>	Consiste en una serie de procedimientos para el manejo de los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación. Dicho manejo de datos tiene por propósito la comprobación, en una parte de la realidad de una o varias consecuencias verticales deducidas de la hipótesis general de la investigación.	Temperatura: Refleja la cantidad de calor del ambiente.	°C
		Humedad Relativa: Es la cantidad de humedad en el aire, comparado con la que el aire puede "mantener" a esa temperatura.	%
Dependiente	Concepto		
<b>Condiciones de almacenamiento</b>	El adecuado almacenamiento de productos no afecta la calidad y presentación del mismo, es así que depende de las condiciones adecuadas de temperatura, humedad e iluminación de acuerdo con las instrucciones del fabricante y el tipo de producto a almacenar.	Color: Mantener el color óptimo	L*a*b (cielab)
		Tiempo: Prolongar la vida útil	Días

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2 Diseño de investigación

- **Experimental:** Los datos son obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador, en donde se manipulan variables y se espera la respuesta de otras variables.

- **Aplicada:** Porque busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo, se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación, ocupándose de los procesos de enlace entre la teoría y el producto.

### 1.3 Unidad de estudio

Constituida por el área de almacén de la empresa Agroandino S.R.L

### 1.4 Población

La población está representada por las distintas áreas de la empresa Agroandino S.R.L.

### 1.5 Muestra (muestreo o selección)

Es el conjunto de operaciones y actividades relacionadas al proceso de almacenamiento del aguaymanto deshidratado

### 1.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

#### i) Para recolectar datos:

Se muestra a continuación los instrumentos con los que se medirá las variables utilizadas en la investigación.

- Temperatura: Toma de datos con el termohigrómetro.
- Humedad Relativa: Toma de datos con el termohigrómetro.
- Evaluación Sensorial: Fichas de evaluación
- Determinaciones físico químicas (organolépticas) en el producto final.
- Tiempo: Toma de datos de un cronómetro.

### 1.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

- **Técnicas de estadística descriptiva:** Los resultados que se van a obtener en la aplicación de los 3 ensayos se mostrarán mediante: Gráfica de superficie de respuesta y gráfica de contornos.

- **Programa:** Statgraphics Centurion.

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS**

### **1.1 Diagnóstico situacional de la empresa**

#### **a) Descripción del negocio**

Agroandino S.R.L. comercializa a nivel nacional e internacional productos agrícolas de los pequeños agricultores de los Andes de Perú, su objetivo es promover la inclusión social con productividad. Los Andes de Perú son intransitables y de difícil acceso para la comercialización de los productos agrícolas en las ciudades de la costa, esta es una de las causas por las que el desarrollo económico local es complicado. La mayoría de los pequeños agricultores cultivan chacras pequeñas, tienen bajo nivel de conocimientos y están mal organizados, lo cual dificulta la competitividad productiva. Sin embargo, mediante sus propios cultivos incrementan sus volúmenes de producción, proveen un ejemplo palpable de productividad e incentivan mediante la competencia a sus socios agricultores.

Agroandino es considerada como la empresa líder en el cultivo, procesamiento y comercialización de aguaymanto deshidratado, fruto silvestre originario del Perú cultivado y producido en una zona de pobreza extrema, gracias a la reforma de las técnicas de cultivo y procesamiento del aguaymanto. Otras presentaciones son: mermelada y el almíbar de aguaymanto como línea gourmet.

Desde hace más de ocho años, la empresa invierte significativamente en generar capacidades entre los agricultores altoandinos para que ellos sean parte fundamental de sus éxitos y de sus beneficios, les brindan asistencia técnica, semillas e insumos, supervisión, mercado asegurado y precios justos.

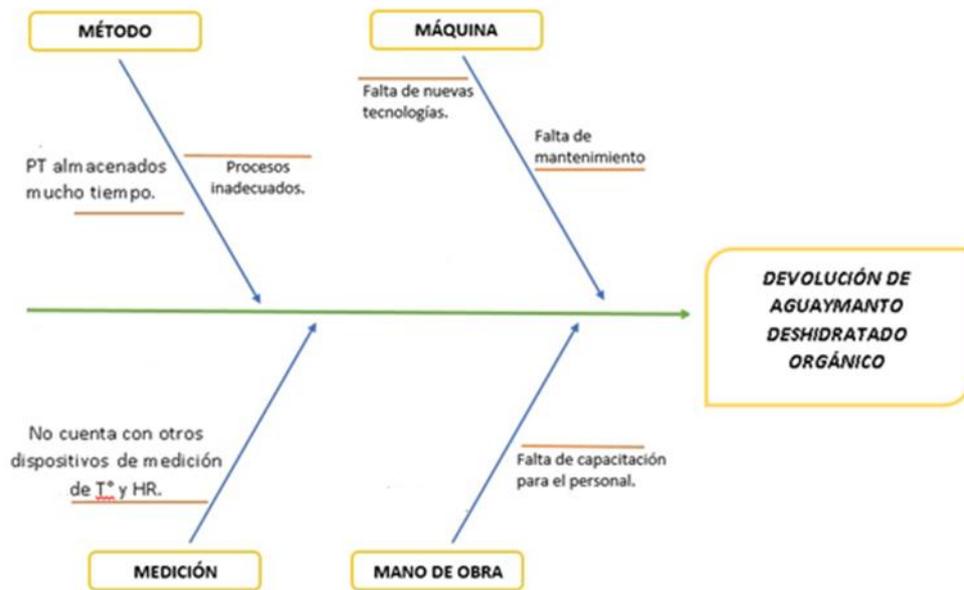
## b) Productos que ofrece la empresa

Tabla n° 9. *Productos que comercializa la empresa Agroandino S.R.L*

TIPO DE PRODUCTO	NOMBRE/DESCRIPCIÓN
	<p>Aguaymanto deshidratado: Agroandino es la empresa líder en el cultivo, procesamiento y comercialización, fruto silvestre originario del Perú</p>
	<p>Mango deshidratado: Nuestro mango deshidratado impresiona con su color amarillo y sabor frutal natural. El producto final tiene alta calidad.</p>
	<p>Plátano deshidratado: Nuestros plátanos deshidratados con temperaturas bajo 45°, se ofrece cortados en dos formas: longitudinal y redondo.</p>
	<p>Piña deshidratada.</p>

Fuente: Elaboración propia

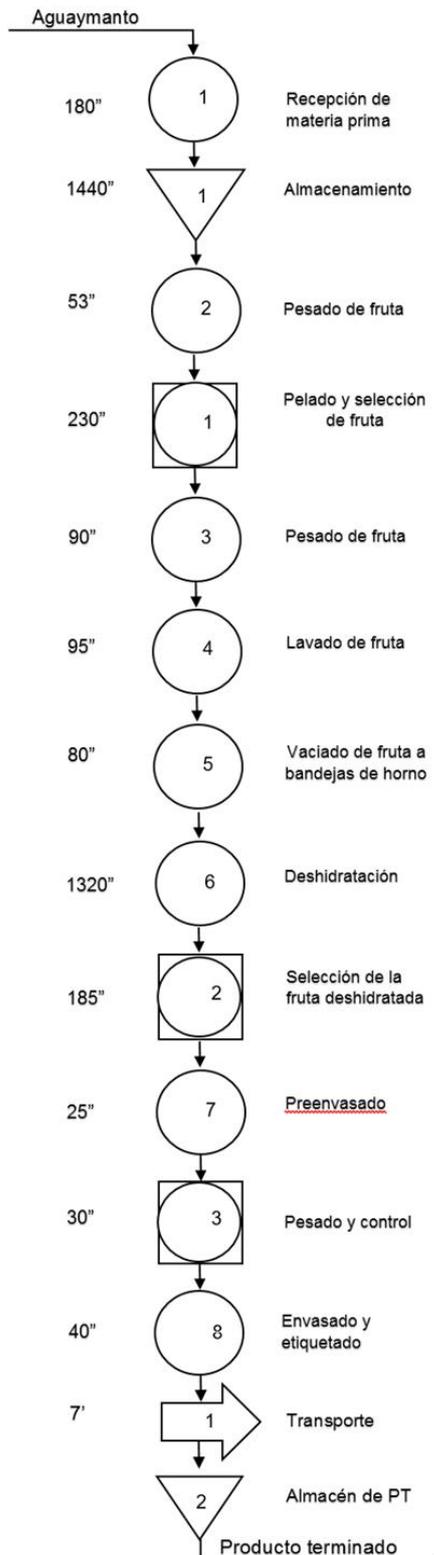
### c) Diagnóstico situacional del área o sistema de estudio



*Figura n° 10.* Diagrama de Ishikawa de la devolución de aguaymanto deshidratado orgánico en la empresa Agroandino S.R.L.

*Fuente: Elaboración propia.*

En el anterior diagrama de Ishikawa se observa que cuatro son los aspectos que conforman las causas de la devolución del aguaymanto deshidratado: el método, la maquinaria, la medición y la mano de obra. En el diagnóstico realizado se pudo notar que la maquinaria no cuenta con un plan de mantenimiento y que es necesario implementar nuevas tecnologías en el área de almacenamiento. En cuanto al método se ha observado procesos de almacenamiento inadecuado porque existen ocasiones en las que la materia prima es almacenada por un tiempo fuera de lo normal. La mano de obra necesita ser capacitada con mayor frecuencia en el tema de buenas de almacenamiento. También son necesarios dispositivos de medición de temperatura y humedad para controlar el ambiente del área de almacén.



Operaciones	Nº	Tiempo
Operación	8	1883 min
Operación combinada	3	445 min
Almacén	2	1440 min
Transporte	1	7 min
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>3775 min</b>

Figura nº 11. Diagrama de operaciones de la producción de 1100 kg de aguaymanto deshidratado orgánico en la empresa Agroandino S.R.L.,

Fuente: elaboración propia.

En el diagrama de operaciones mostrado en la Figura n°13 se muestra el proceso para la producción de 1100 kg de aguaymanto, además en la tabla resumen se detallan el total de operaciones realizadas con su respectivo tiempo para cada nombre de operación, llegando a un total de 3775 minutos (62,9 horas).

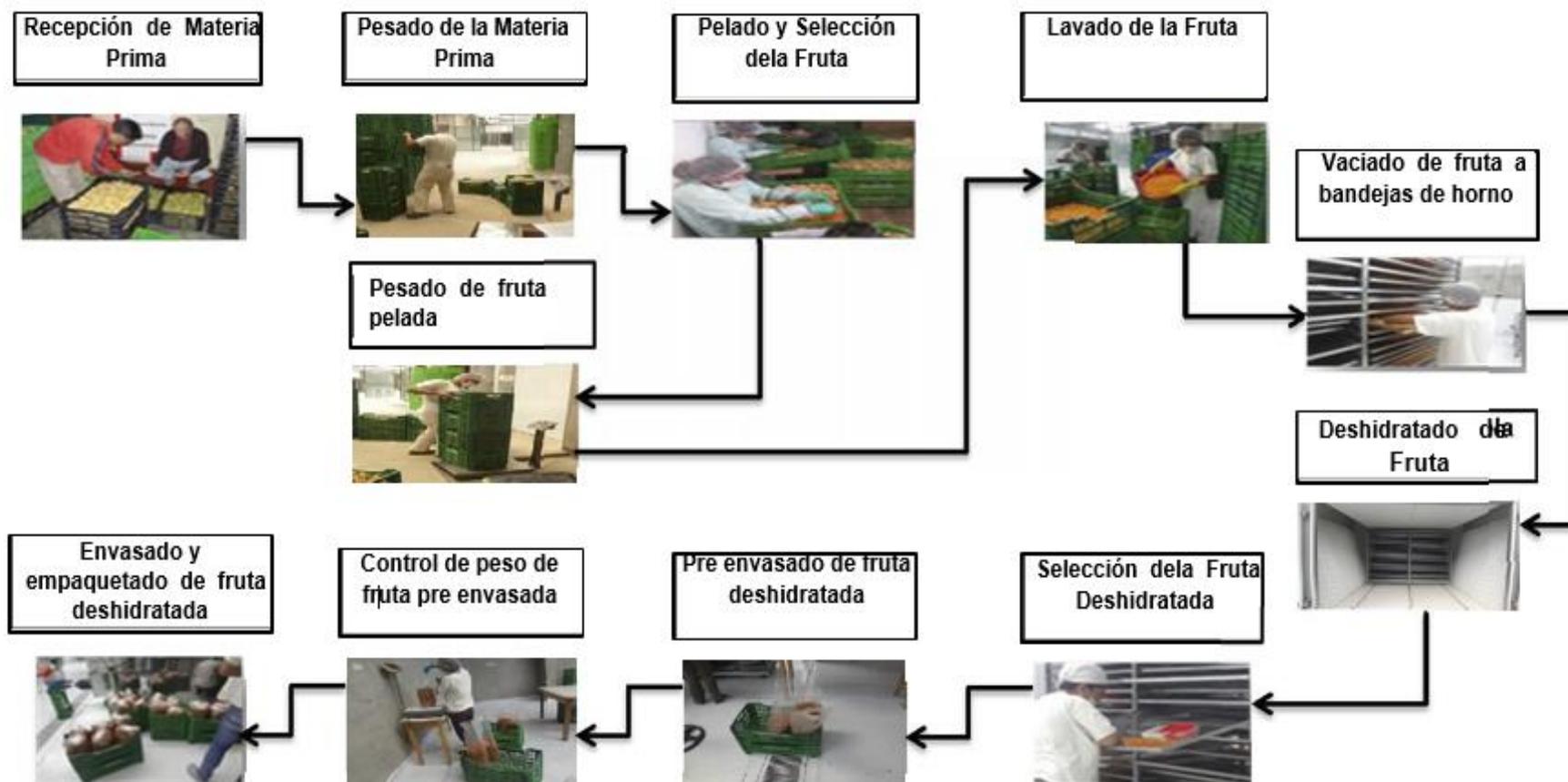


Figura n° 12. Diagrama del proceso productivo del aguaymanto deshidratado orgánico en la empresa Agroandino S.R.L.

Fuente: Elaboración propia

El proceso productivo del aguaymanto deshidratado implica diez operaciones las cuales son: Pesado de la materia prima, pelado y selección de la fruta, lavado de la fruta, vaciado de la fruta a bandejas del horno, deshidratado de la fruta, envasado y empaquetado de la fruta, control de peso de la fruta pre envasada, pre envasado de la fruta deshidratada, control de peso de la fruta pre envasado y envasado y empaquetado de la fruta deshidratada.

#### d) Resultado del diagnóstico

Luego de haber realizado los experimentos con las muestras en el laboratorio, y posteriormente ingresar los datos al programa programa Statgraphics, según los análisis de los valores obtenidos mediante la metodología Superficie de respuesta se obtuvieron los resultados de que, el aguaymanto se debe almacenar a 19.4 C° y 70.3% de humedad relativa constante.

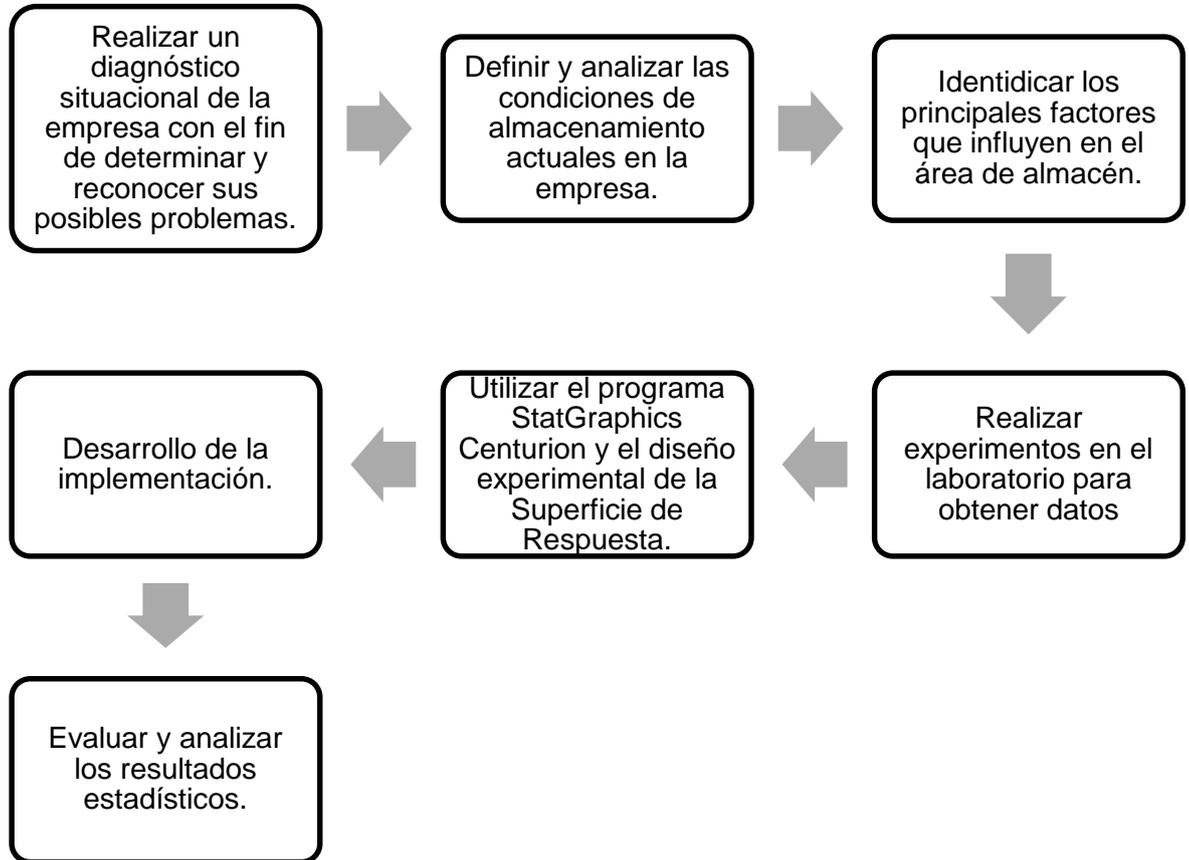
Asimismo cabe resaltar, que no se pudo obtener por parte de la empresa una data cuantitativa de devoluciones del producto, no obstante, debemos solicitar a nuestro proveedor logístico que exporta el aguaymanto deshidratado tenga las condiciones que se ha determinado con respecto a la temperatura y humedad relativa óptima, para que dicho producto conserve su color y llegue a su destino en las condiciones óptimas.

Tabla nº 6. Operacionalización de variables con resultados del diagnóstico

Variable	Dimensión	Indicador	Resultados	
Independiente	Concepto			
<b>Aplicación de métodos estadísticos</b>	Consiste en una serie de procedimientos para el manejo de los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación. Dicho manejo de datos tiene por propósito la comprobación, en una parte de la realidad de una o varias consecuencias verticales deducidas de la hipótesis general de la investigación.	Temperatura: Refleja la cantidad de calor del ambiente.	°C	19.4°C
		Humedad Relativa: Es la cantidad de humedad en el aire, comparado con la que el aire puede "mantener" a esa temperatura.	%	70%
Dependiente	Concepto			
<b>Condiciones de almacenamiento</b>	El adecuado almacenamiento de productos no afecta la calidad y presentación del mismo, es así que depende de las condiciones adecuadas de temperatura, humedad e iluminación de acuerdo con las instrucciones del fabricante y el tipo de producto a almacenar.	Color: Mantener el color óptimo	L*a*b (cielab)	
		Tiempo: Prolongar la vida útil	Días	

Fuente: Elaboración propia

**e) Diseño y desarrollo de la propuesta de mejora**



*Figura nº 13. Diseño de la propuesta de mejora para la empresa Agroandino S.R.L.*

*Fuente: Elaboración Propia.*

En el diagnóstico situacional de la empresa y análisis de las condiciones de almacenamiento actuales de producción en la empresa, se observó que no se cuenta con un manual de especificaciones técnicas en el que se encuentren establecidos los requisitos relativos a la calidad de almacenamiento, el cual debe estar orientado a asegurar la conservación de las cualidades organolépticas del producto terminado y eliminar las causas que generen alguna característica indeseada en el mismo. Es así, que la situación actual de la empresa presenta serios problemas en el almacenamiento del aguaymanto que han ocasionado reportes de productos degenerados y oscurecidos. Este problema ocasiona innumerables devoluciones y quejas, generando grandes pérdidas económicas que también son traducidas en la pérdida de fidelización de las empresas extranjeras.

Sobre la identificación de los principales factores que influyen en el oscurecimiento del aguaymanto deshidratado se determinó que la temperatura del almacén es igual a la temperatura ambiente, es así que existen veces en que la temperatura fluctúa desde los 0 °C hasta los 22 °C.

En consecuencia, se plantea la necesidad de diseñar alternativas de solución con la aplicación de métodos estadísticos que favorezcan la obtención de un producto sin deficiencias que no puedan ser solo degustadas sino también observadas.

## 1.2 Determinación de la influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la producción de aguaymanto deshidratado

La metodología utilizada fue el método estadístico superficie de respuesta (MSR), la misma que con ayuda del programa StatGraphics Centurión optimizaron nuestras variables (temperatura y humedad relativa), a fin de establecer la temperatura exacta para almacenar el aguaymanto deshidratado. Sin embargo, antes se tuvieron que realizar pruebas en el laboratorio con el fin de obtener datos, el procedimiento que se siguió se describe a continuación:

- a) Pesar 50 gr. de aguaymanto deshidratado.



*Figura n° 14. Pesado de aguaymanto deshidratado 50 gr.*

*Fuente: Toma propia.*

- b) Envasar al vacío el aguaymanto deshidratado.

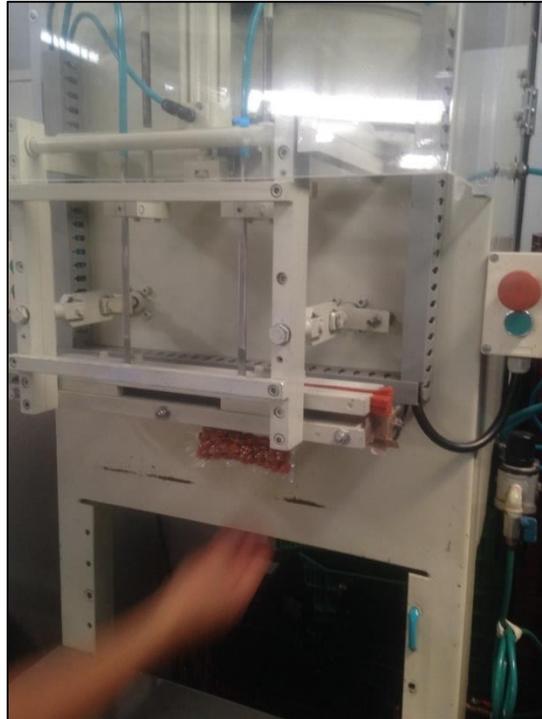


Figura nº 15. Envasado al vacío de aguaymanto deshidratado.

Fuente: Toma propia

- c) Colocar las muestras de 100 gr. de aguaymanto deshidratado y medir los datos con el colorímetro a temperatura ambiente, en la congeladora y en la estufa.

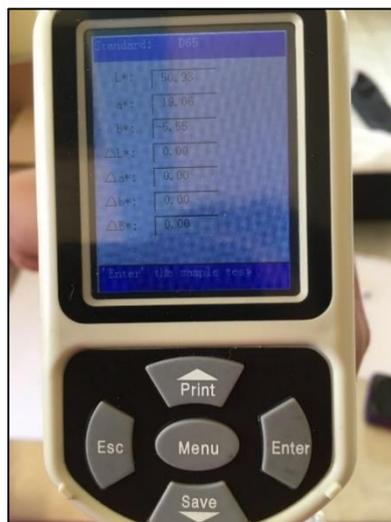
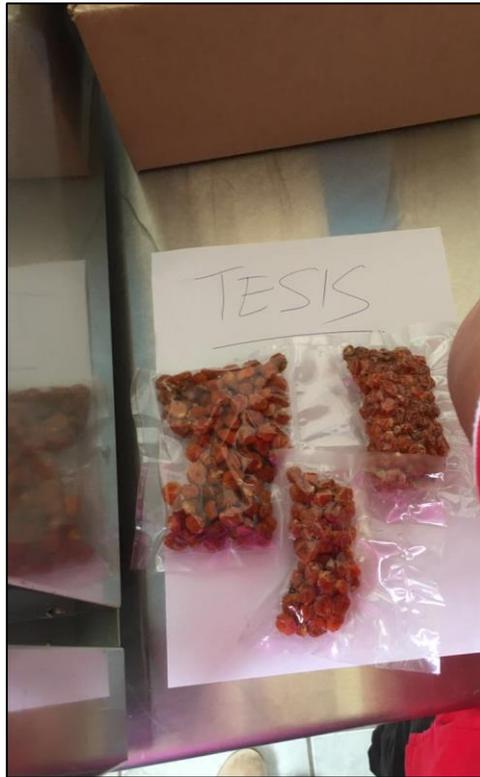


Figura nº 16. Toma de datos con el colorímetro.

Fuente: Toma propia



*Figura nº 17. Muestras colocadas a temperatura ambiente*

*Fuente: Toma propia*



*Figura nº 18. Muestras colocadas en la refrigeradora a 15° C.*

*Fuente: Toma propia*



*Figura n° 19. Muestras colocadas en estufa a 25°C.*

*Fuente: Toma propia*

- d) Ingresar los datos obtenidos de las muestras en el programa Statgraphics Centurión, con el cual se obtendrá el análisis de varianza (ANOVA) de los datos y un análisis gráfico de Superficie de Respuesta para optimizar la variable. La metodología empleada se describe en el siguiente cuadro:

Temperatura (T°)		Húmedad Relativa (HR)	9 Resultados		
T° 1	15°C	HR 1	72%	T°1	HR1
				T°1	HR2
				T°1	HR3
T° 2	20°C	HR 2	70%	T° 2	HR1
				T° 2	HR2
				T° 2	HR3
T° 3	25°C	HR 3	68%	T°3	HR1
				T°3	HR2
				T°3	HR3

- e) Determinar la temperatura óptima para almacenar el aguaymanto deshidratado por medio de los resultados obtenidos del programa StatGraphics.

Registro de datos según colorímetros:

Tabla n° 4. Registro de datos obtenidos por el colorímetro

Fecha: 02/06/2016								
Muestras t° Ambiente: 20°C			Muestras en Estufa: 25°C			Muestras en Refrigeracion: 15°C		
M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
40	33.72	37.48	50.93	33.72	38.52	33.83	32.25	51.09
11.35	14.17	17.84	19.06	9.53	16.27	14.53	10.34	14.07
17.65	17.51	11.96	16.55	14.48	9.99	16.17	13.78	9.16

Fecha: 25/06/2016								
Muestras t° Ambiente: 20°C			Muestras en Estufa: 25°C			Muestras en Refrigeracion: 15°C		
M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
40.77	49.24	36.28	41.76	38.58	34.05	40.22	33.8	39.52
7.03	13.34	13.89	13.02	13.08	14.13	12.56	15.18	15.17
14.53	19.78	14.68	17.04	12.18	17.44	16.11	17.09	15.73

Fuente: Elaboración propia.

Para encontrar estos valores, se utilizó la fórmula porcentaje de aumento o retroceso del color:  $(\text{valor final} - \text{valor anterior}) / \text{valor anterior} * 100$

Tabla n° 5. Conversión de datos del calorímetro a valores

Muestras t° Ambiente: 20°C			Muestras en Estufa: 25°C			Muestras en Refrigeración: 15°C		
M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1.9250	46.0261	-3.2017	-18.0051	14.4128	-11.6044	18.8886	4.8062	-22.6463
-38.0617	-5.8574	-22.1413	-31.6894	37.2508	-13.1530	-13.5582	46.8085	7.8181
-17.6771	12.9640	22.7425	2.9607	-15.8840	74.5746	-0.3711	24.0203	71.7249

Fuente: Elaboración propia.

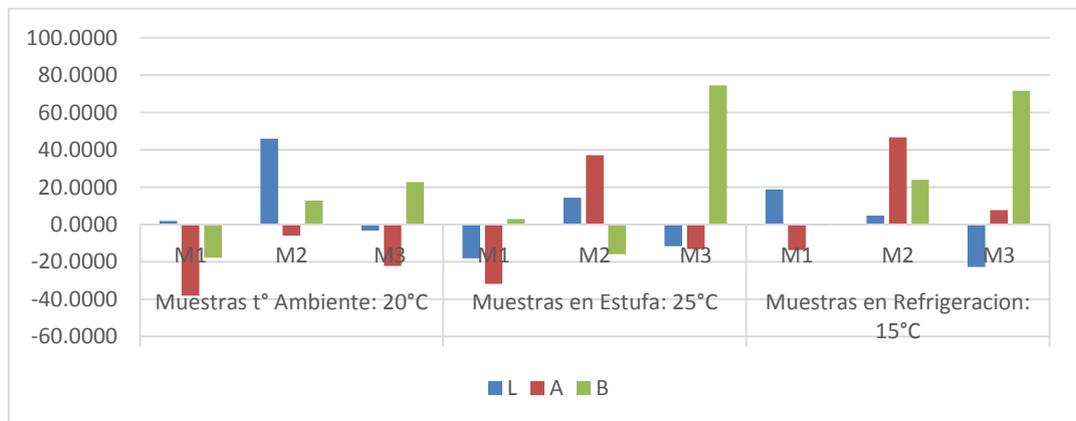


Figura n° 20. Diagrama de Cielab.

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica podemos observar que la luminosidad de las muestras almacenadas a temperatura ambiente aumenta, mientras que en la estufa y en la refrigeración disminuye.

### 1.3 Optimización de las condiciones de almacenamiento de acuerdo a la metodología del método estadístico superficie de respuesta.

#### 1.3.1. Resultados de la implementación de la mejora de propuesta:

Después de que los datos de la tabla nº 9 fueron ingresados al programa Statgraphics, se obtuvieron los siguientes resultados, que expresan la temperatura óptima para el correcto almacenamiento del aguaymanto deshidratado.

L\* es luminosidad de negro a blanco, A o a\* va de rojo a verde y B o b\* es la gradiente del azul. En consecuencia, nuestro análisis se enfocará en analizar los valores de L.

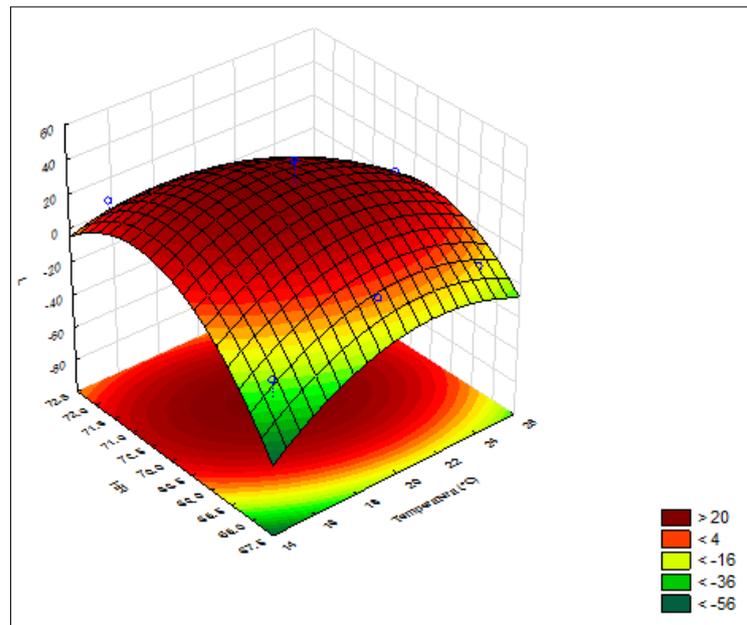


Figura nº 21. Gráfica lineal de superficie para L.

Fuente: Elaboración propia.

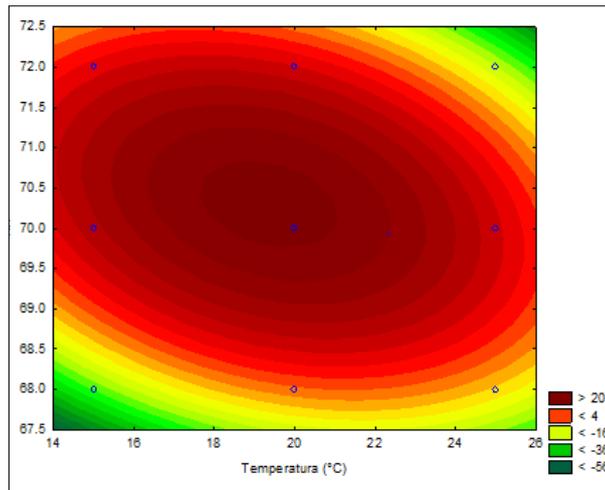


Figura n° 22. Gráfica de contorno para L.

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación del modelo ajustado es

$$L = -35859.8 + 110.985 \cdot \text{Temperatura} + 990.605 \cdot \text{HR} - 0.69098 \cdot \text{Temperatura}^2 - 1.19839 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{HR} - 6.88059 \cdot \text{HR}^2$$

En donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. Para hacer que STATGRAPHICS evalúe esta función, seleccione Predicciones de la lista de Opciones Tabulares. Para graficar la función, seleccione Gráficas de Respuesta de la lista de Opciones Gráficas.

Meta: minimizar L

Valor óptimo = -27.5187

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	15	25	15
HR	68	72	68

Meta: maximizar L

Valor óptimo = 33.9457

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	15	25	19.3478
HR	68	72	70.3007

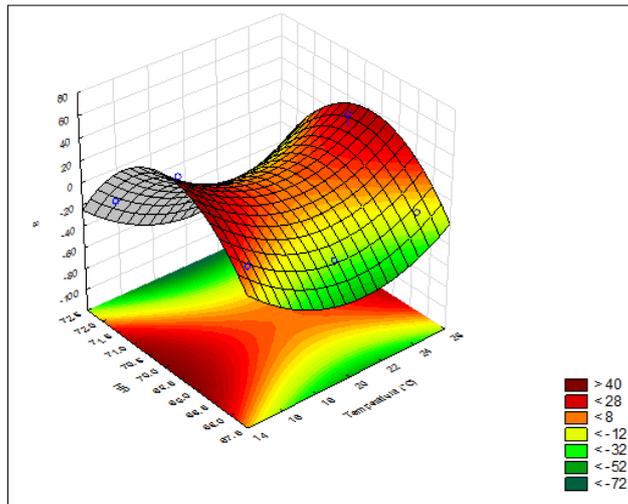


Figura n° 23. Gráfica lineal de superficie para a.

Fuente: Elaboración propia.

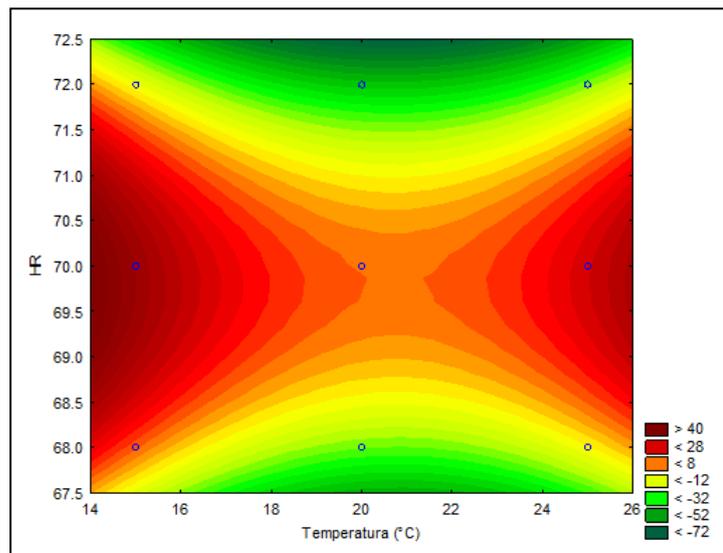


Figura n° 24. Gráfica de contorno para a.

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación del modelo ajustado es

$$a = -53644.3 - 50.7511 \cdot \text{Temperatura} + 1552.53 \cdot \text{HR} + 1.10398 \cdot \text{Temperatura}^2 + 0.0709962 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{HR} - 11.1329 \cdot \text{HR}^2$$

Meta: maximizar a

Valor óptimo = 43.9403

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	15	25	15
HR	68	72	69.7749

Meta: minimizar a

Valor óptimo = -46.6655

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	15	25	20.6703
HR	68	72	72

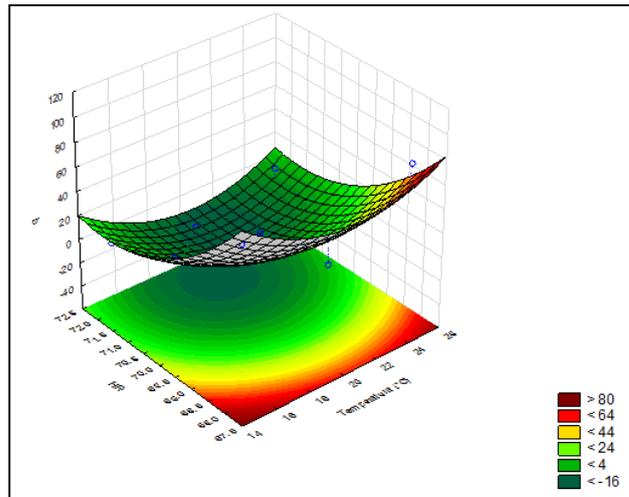


Figura nº 25. Gráfica lineal de superficie para b.

Fuente: Elaboración propia.

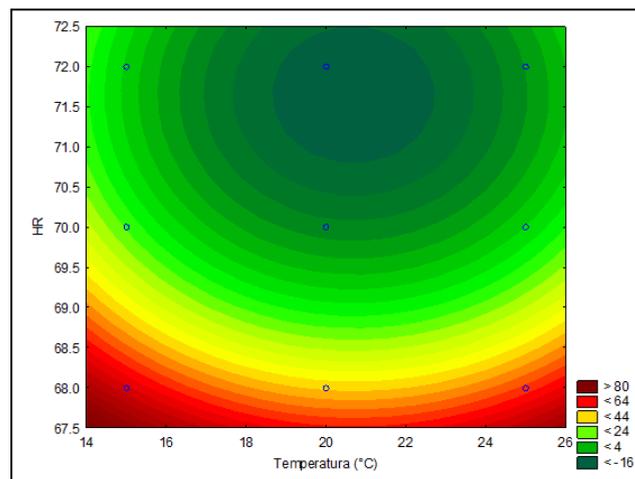


Figura nº 26. Gráfica de contorno para b.

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación del modelo ajustado es

$$b = 24246.0 - 34.2255 \cdot \text{Temperatura} - 667.483 \cdot \text{HR} + 0.806444 \cdot \text{Temperatura}^2 + 0.0120525 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{HR} + 4.65641 \cdot \text{HR}^2$$

Meta: minimizar b

Valor óptimo = -19.426

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	15	25	20.6845
HR	68	72	71.6468

Meta: maximizar b

Valor óptimo = 68.8087

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	15	25	15
HR	68	72	68

De acuerdo con los resultados obtenidos, la temperatura óptima de almacenamiento que favorece el resguardo de las condiciones del aguaymanto deshidratado fue 19.4 °C y 70.4% de humedad relativa, no obstante, es necesaria la implementación del aire acondicionado para mantener dicha temperatura a un nivel constante. De esta manera el aguaymanto llegará a su destino de exportación en condiciones óptimas (color deseado) y el nivel de devoluciones y quejas disminuirá.

## 1.4 Evaluar el costo - beneficio para determinar la influencia de la propuesta de mejora de las condiciones de almacenamiento de aguaymanto deshidratado.

En los resultados del análisis económico financiero, se analiza el costo de la implementación propuesta, para ello se realiza el análisis costo – beneficio, en tres escenarios, los costos que se debe incurrir son los siguientes:

### 1.4.1. Análisis de materiales de oficina

Para el análisis acerca del costo de inversión de la implementación en la empresa Agroandino S.R.L. se utilizarán los siguientes materiales de oficina con el fin de mejorar las condiciones laborales.

Tabla nº 6. *Inversión en materiales de oficina*

ÍTEM	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	INVERSIÓN TOTAL
<b>ÚTILES DE ESCRITORIO</b>				
Papel bond A4	Millar	1	25.00	25.00
Plumones	Caja	1	8.00	8.00
Lapiceros	Caja	1	5.00	5.00
Archivadores	Unidad	1	6.00	6.00
Perforador	Unidad	1	10.00	10.00
Tinta de impresora	Unidad	1	40.00	40.00
Engrampador	Unidad	1	5.00	5.00
<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>				
Laptop	Unidad	1	1200.00	1200.00
Escritorio	Unidad	1	200.00	200.00
Impresora	Unidad	1	100.00	100.00
Cámara fotográfica	Unidad	1	225.00	225.00
Memorias USB	Unidad	1	25.00	25.00
<b>Total de Inversión S/.</b>				<b>S/ 1,849.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 1.4.2 Inversión de maquinaria y equipo e inversión en gastos operativos

Para realizar el desarrollo de las actividades de la implementación, se propone la adquisición de los siguientes equipos:

Tabla n° 7. *Inversión en maquinaria y equipo*

<b>EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN</b>				
	<b>CANTIDAD</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>PRECIO DE VENTA S/.</b>	<b>COSTO TOTAL S/.</b>
	2	AIRE ACONDICIONADO	S/. 2,000.00	<b>S/. 4,000.00</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>				
	<b>CANTIDAD</b>	<b>SUPERVISOR DE ALMACÉN</b>	<b>COSTO ANUAL</b>	
	1	S/. 800.00	<b>S/. 9,600.00</b>	
<b>COSTO DE MOVILIDAD</b>				
	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO X MES + MANTTO + COMB</b>	<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	
	1	S/. 100.00	<b>S/. 1,200.00</b>	
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO PARA AIRE ACONDICIONADO</b>				
	<b>CANTIDAD</b>	<b>TECNICO</b>	<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	
	1	S/. 150.00	<b>S/. 450.00</b>	
<b>OTROS GASTOS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
ENERGÍA ELÉCTRICA	12	MESES	S/. 800.00	S/. 9,600.00
CALORIMETRO	1	UNIDAD	S/. 300.00	S/. 300.00
ALQUILER DE LABORATORIO	1	MES	S/. 100.00	S/. 100.00
CAPACITACION DE PERSONAL	4	VECES	S/. 200.00	S/. 800.00
				<b>S/. 10,800.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 1.4.3 Flujo de caja

A continuación, se presenta el flujo de caja de inversión con los costos proyectados a 5 años, frente a los beneficios en términos de ahorro para la empresa Agroandino S.R.L.

Tabla n° 8. *Flujo de Caja*

COSTOS PROYECTADOS						
Descripción	FLUJO DE INVERSIÓN					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Sueldo Personal Administrativo	S/. 9,600.00					
Costo de Movilidad	S/. 1,200.00					
Otros Gastos	S/. 10,800.00					
Costo de Mantenimiento Para Aire Acondicionado	S/. 450.00					
Equipos de Implementación	S/. 4,000.00	S/. 0.00				
Costo de Útiles de Escritorio y Equipos de Oficina	S/. 1,849.00	S/. 0.00				
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 27,899.00</b>	<b>S/. 22,050.00</b>				

INDICADORES DE AHORRO						
INDICADORES	2016 2017 2018 2019 2020					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo de exportación	-	S/. 43,925.48				
Costo de almacenamiento	-	S/. 6,000.00				
Costo de devolución	-	S/. 13,177.64				
<b>TOTAL INDICADORES DE AHORRO</b>	<b>-</b>	<b>S/. 63,103.12</b>				

#### FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>-S/. 27,899.00</b>	<b>S/. 41,053.12</b>				

Fuente: Elaboración propia

#### 1.4.4 Análisis del costo promedio ponderado de capital

Antes de determinar los indicadores de inversión se determinó el CPPC o COK, en este caso se utilizará información de los estados financieros (balance general y estado de resultados).

Tabla n° 9. Obtención del CPPC

<b>D</b>	<b>Deuda</b>	S/. 23,000.00	
<b>C</b>	<b>Capital</b>	S/. 536,200.00	
<b>KD</b>	<b>Costo de la deuda</b>	18.0%	
<b>t</b>	<b>Impuesto a la renta</b>	30.00%	
<b>CPPC</b>	<b>Costo promedio ponderado de capital</b>		
<hr/>			
<b>Roe = Ke =</b>	<b>Utilidad neta</b>	S/. 1,415,215.52	36.93%
	<b>Total de patrimonio</b>	S/. 3,832,529.00	

$$\text{CPPC} = \text{WACC} = \left( \frac{D}{D+C} \right) * (Kd * (1-t)) + \left( \frac{C}{D+C} \right) * (Ke) \quad \mathbf{35.93\%}$$

Fuente: Elaboración propia.

El resultado significa que 35,93% es el costo que tiene la empresa por usar un financiamiento propio o de terceros.

### 1.4.5 Análisis de la situación actual - Escenario 01

Con el análisis de los costos de la implementación se puede proyectar los costos a mitigar en un tiempo determinado y objetivo específico, por ende, la estrategia a mitigar es dinámica para ser elegida de manera idónea por la empresa.

Tabla n° 10. *Análisis Económico de los indicadores*

INDICADORES DE AHORRO		2016	2017	2018	2019	2020
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo de exportación	-	S/. 43,925.48				
Costo de almacenamiento	-	S/. 6,000.00				
Costo de devolución	-	S/. 13,177.64				
<b>TOTAL INDICADORES DE AHORRO</b>	-	<b>S/. 63,103.12</b>				

#### FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/. 27,899.00	S/. 41,053.12				

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra los resultados del flujo de caja neto del proyecto

Tabla n° 11. Resultados del flujo de caja neto del proyecto

<b>COK = CPPC = WACC =</b>	<b>35.93%</b>	
<b>VA</b>	<b>S/. 89,643.81</b>	
<b>VAN</b>	<b>S/. 61,744.81</b>	VAN > 0
<b>TIR</b>	<b>145.5%</b>	TIR > COK
<b>IR</b>	<b>3.21</b>	IR > 1

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El escenario 01 nos muestra que el proyecto es viable, para la evaluación del proyecto se utilizó un CPPC de 35,93% el cual es la mejor alternativa de inversión para la empresa. Según el análisis económico financiero se obtuvo:

- El VA de S/. 89,643.81, el cual representa el valor presente del flujo de caja.
- Un VAN con valor de S/. 61,744.81, que significa que al realizar la implementación de la mejora se puede generar una utilidad adicional de este monto.
- Se encontró una TIR de 145,5% el cual es mayor que el CPPC (35,93%), demuestra que el proyecto es rentable.
- El IR encontrado es de 3.21 el cual significa que por S/. 1.00 invertido se gana S/. 2.21.

## 1.4.6 Análisis de sensibilidad

### a) Análisis de la situación en un escenario 02 – Óptimo

El escenario 02 se produce con el incremento máximo en los ahorros que genera tener el almacén con una temperatura constante de 19 °C, con un aumento de las ventas alcanzando un 30% de las mismas, es importante mencionar que este escenario se ha presentado en varias ocasiones.

Tabla n° 12. *Análisis económico de los indicadores en un escenario óptimo*

#### OPTIMISTA 30%

INDICADORES DE AHORRO		2016	2017	2018	2019	2020
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo de exportación	-	S/. 57,103.12				
Costo de almacenamiento	-	S/. 7,800.00				
Costo de devolución	-	S/. 17,130.93				
<b>TOTAL INDICADORES DE AHORRO</b>	<b>-</b>	<b>S/. 82,034.06</b>				

#### FLUJO DE CAJANETO PROYECTO

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-27,899.0	S/. 59,984.06				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla nº 13. Resultados del flujo de caja neto en un escenario óptimo

<b>COK = CPPC = WACC =</b>	<b>35.93%</b>	
<b>VA</b>	<b>S/. 130,981.50</b>	
<b>VAN</b>	<b>S/. 103,082.50</b>	VAN > 0
<b>TIR</b>	<b>214.3%</b>	TIR > COK
<b>IR</b>	<b>4.69</b>	IR > 1

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El escenario 02 nos muestra, de igual manera que el anterior, que el proyecto es viable, para la evaluación del proyecto se utilizó un CPPC de 35,93% el cual es la mejor alternativa de inversión para la empresa. Según el análisis de económico financiero se obtuvo:

- Él VA de S/. 130,981.50 el cual representa el valor presente del flujo de caja proyectado.
- Un VAN con valor de S/. 103,082.50, que significa que al realizar la implementación de la mejor se puede generar una utilidad adicional de este monto.
- Se encontró una TIR de 214,3% el cual es mayor que el CPPC (35,93%), demuestra que el proyecto es rentable.
- El IR encontrado es de 4.69 el cual significa que por S/. 1.00 invertido se gana S/. 3.69.

## b) Análisis de la situación en un escenario 03 – Pesimista

Este escenario se produce con la disminución del 40% en ahorros y ventas.

Tabla n° 14. Análisis económico de los indicadores en un escenario pesimista

### PESIMISTA 40%

INDICADORES DE AHORRO		2016	2017	2018	2019	2020
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo de exportación	-	S/. 26,355.29				
Costo de almacenamiento	-	S/. 4,680.00				
Costo de devolución	-	S/. 10,278.56				
<b>TOTAL INDICADORES DE AHORRO</b>	-	<b>S/. 41,313.85</b>				

### FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/. 27,899.00	S/. 19,263.85				

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 15. *Análisis económico de los indicadores en un escenario pesimista*

<b>COK = CPPC = WACC =</b>	<b>35.93%</b>	
<b>VA</b>	<b>S/. 42,064.64</b>	
<b>VAN</b>	<b>S/. 14,165.64</b>	VAN > 0
<b>TIR</b>	<b>63.1%</b>	TIR > COK
<b>IR</b>	<b>1.51</b>	IR > 1

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** El escenario 03 – pésimo nos muestra, de igual manera que los anteriores, que el proyecto es viable, para la evaluación del proyecto se utilizó un CPPC de 35,93% el cual es la mejor alternativa de inversión para la empresa. Según el análisis de económico financiero se obtuvo:

- Él VA de S/. 42,064.64 el cual representa el valor presente del flujo de caja proyectado.
- Un VAN con valor de S/. 14,165.64, que significa que al realizar la implementación de la mejor se puede generar una utilidad adicional de este monto.
- Se encontró una TIR de 63,1% el cual es mayor que el CPPC (35,93%), demuestra que el proyecto es rentable.
- El IR encontrado es de 1.51 el cual significa que por S/. 1.00 invertido se gana S/. 0.51.

### 1.4.7 Resumen del análisis de sensibilidad

A continuación, se presenta un cuadro resumen del análisis de sensibilidad en los tres escenarios:

Tabla nº 16. *Resumen del análisis de sensibilidad*

	<b>Actual</b>	<b>Óptimo</b>	<b>Pesimista</b>
<b>COK</b>	35.93%	35.93%	35.93%
<b>VA</b>	S/. 89,543.81	S/.130,981.50	S/.42,064.64
<b>VAN</b>	S/. 61,744.81	S/.103,082.50	S/.14,165.64
<b>TIR</b>	145,5%	214.3%	63.1%
<b>IR</b>	3.21	4.69	1.51

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Mediante el método estadístico Statgraphics Centurión se logró obtener la temperatura que optimizará las condiciones de almacenamiento del aguaymanto para que este cumpla los estándares de calidad de las empresas extranjeras.

Al iniciar la investigación, se realizó un diagnóstico de la empresa en el que se analizaron las condiciones de almacenamiento actuales de producción en la empresa y se determinó que no se cuenta con un manual técnico en el que se encuentren establecidos las especificaciones de temperatura y humedad del almacén, el cual debe estar orientado a asegurar la conservación de las cualidades organolépticas del producto terminado y a eliminar las causas que puedan generar alguna característica indeseada en el mismo.

Por otro lado, los españoles: Gamboa, Montilla, Villamiel, García-Pérez, 2014. En su investigación “Aplicación de ultrasonidos de potencia al secado convectivo de fresas”. La técnica de producción de la empresa Agroandino S.R.L. es el secado convectivo o térmico, sin embargo, en el estudio se recomienda aplicar la técnica de ultrasonidos de potencia para acelerar el proceso y evitar alteraciones del producto final. No obstante, al margen de la técnica utilizada, es necesario establecer los parámetros del proceso de deshidratación (tales como temperatura y humedad) para impedir proliferación microbiana y preservar las características de color y sabor de las frutas, no obstante, el tipo de proceso al que es sometido el aguaymanto también influye mucho en la durabilidad y color de aguaymanto deshidratado.

Es así, que la situación actual de almacenamiento en la empresa presenta deficiencias en el producto terminado de aguaymanto deshidratado, puesto que se identificaron reportes de productos degenerados y oscurecidos, el cuál ocasiona innumerables devoluciones y quejas, generando grandes pérdidas económicas que también son traducidas en la pérdida de fidelización de las empresas extranjeras.

Sobre la identificación de los principales factores que influyen en el oscurecimiento y degeneración del aguaymanto deshidratado se determinó que la temperatura del almacén es igual a la temperatura ambiente, es así que existen veces en que la temperatura fluctúa desde los 0 °C hasta los 22 °C y en consecuencia, se planteó la necesidad de desarrollar un modelo que sirva como base de datos para ser procesados en el programa Statgraphics.

El programa demostró que el ambiente del almacén deberá tener una temperatura constante de 19 °C., es por ello que se creyó conveniente la instalación de aire acondicionado, pues mediante esta tecnología el ambiente conservará la misma temperatura las 24 horas del día.

Asimismo, Chipana, R. en su tesis “Determinación de la estabilidad del ácido ascórbico en el zumo de aguaymanto” Afirma que durante el almacenamiento la concentración de vitamina C en el zumo

disminuye según las condiciones de almacenamiento. Teniendo en cuenta estudios previos, se considera que el ácido ascórbico sigue una cinética de degradación de primer orden. El contenido de ácido ascórbico de zumo de aguaymanto se redujo gradualmente a una velocidad en función de procesamiento, la temperatura de almacenamiento y envasado. De acuerdo al análisis se llegó a la conclusión que durante el almacenamiento la temperatura y el tiempo influyen en la estabilidad del ácido ascórbico del zumo de aguaymanto, hay una significativa disminución del contenido de ácido ascórbico. La temperatura de refrigeración representó pérdida del 7.9%, mientras que al medio ambiente representó pérdidas del 11.3%. Por lo tanto el almacenamiento en condiciones de refrigeración es la que mejor conserva el contenido de ácido ascórbico en el zumo de aguaymanto, por otra parte la refrigeración presentó mayor tiempo de vida útil.

Por último, se realizó la evaluación económica de la propuesta a través de la metodología costo - beneficio, obteniendo una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 162,3% la cual nos indica que el proyecto es aceptado, un Valor Actual Neto (VAN) de S/.66, 964. 63 soles y un Índice de Rentabilidad (IR) de 3.57, es decir por cada S/. 1.00 sol invertido la empresa ganará S/. 3.57.

## CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico situacional de la empresa se determinó que los valores de temperatura y humedad del almacén no son específicas, ya que fluctúan entre 0 °C hasta los 22 °C y 20% a 90% respectivamente, en consecuencia se han identificado que el color del aguaymanto deshidratado no es el óptimo ya que presenta oscurecimiento. Este problema ocasiona devoluciones y quejas, generando grandes pérdidas económicas que también son traducidas en la pérdida de fidelización de las empresas extranjeras.
- La metodología utilizada fue el método estadístico superficie de respuesta (MSR), la misma que con ayuda del programa Statgraphics Centurión optimizaron nuestras variables (temperatura y humedad relativa), con el fin de establecer los datos exactos y óptimos para almacenar el aguaymanto deshidratado se realizaron pruebas en el laboratorio con muestras de aguaymanto deshidratado.
- Se determinó que el ambiente del almacén deberá tener una temperatura constante de 19.4 °C y humedad relativa de 70.3%, se estableció implementar aire acondicionado ya que esto conllevará a conservar el producto en condiciones óptimas para reducir el nivel de devoluciones y quejas, asimismo aumentar los niveles de satisfacción y confiabilidad en sus clientes.
- Los valores de la evaluación de costo beneficio son: una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 162,3% la cual nos indica que el proyecto es aceptado, un Valor Actual Neto (VAN) de S/.66,964. 73 soles y un Índice de Rentabilidad (IR) de 3.57, es decir por cada S/. 1.00 sol invertido la empresa ganará S/. 3.57.
- Desde el punto de vista de evolución del Valor Actual Neto es igual a S/. 61,744.81 y la Tasa Interna de Retorno es de 145.5%; y un Índice de Rentabilidad de s/.3.21 el cual significa que por S/. 1.00 invertido se gana S/. 2.21, para una proyección de 5 años con estos resultados entonces se afirma que el proyecto será económicamente viable ya que presenta un VAN mayor a 0 y de igual manera se muestra un TIR mayor a la tasa de descuento seleccionada.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa realizar la instalación del aire acondicionado con el fin de que éste mantenga una temperatura y humedad relativa constante en el ambiente del almacén, asimismo exigir a su proveedor logístico el cual realiza la exportación, que mantenga el producto en las condiciones ya descritas.
- Se recomienda realizar mayores capacitaciones a los trabajadores en cuanto a las buenas prácticas de almacenamiento.
- Se recomienda generar un plan de mantenimiento a toda la maquinaria de la planta ubicada en San Pablo.
- También es recomendable que la empresa invierta en la compra de dispositivos de medición de temperatura y humedad para controlar el ambiente del área de almacén.
- Por último, se recomienda a la empresa seguir cumpliendo con los requerimientos de las certificaciones, para así darle otorgar mayor confiabilidad a sus clientes.

## REFERENCIAS

### REFERENCIAS DE TESIS

- Castillo, W. (2012). *Formulado y moldeamiento mediante deshidratación osmótica con pulso de vacío por impregnación en solución de sacarosa, limón y parchita, aplicando la metodología de superficie de respuesta*. Colombia.
- Gamboa, J. (2012). *Aplicación De Ultrasonidos De Potencia Al Secado Convectivo De Fresas*. España.

### REFERENCIAS DE BIBLIOTECAS VIRTUALES

- Chemo, A. (2010). *Curso de formación estadística: Manual de Statgraphics Centurión*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Ávila, J., P. Moreno, G. Fischer and D. Miranda. 2006. "Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en la uchuva *Physalis peruviana* L. almacenada a 18°C". *Acta Agronómica* 55(4): 29-37.
- Vega, A.; Tello, C.; Lemus, R. 2007. "Simulación matemática del proceso de secado de la *Gracilaria Chilena* (*Gracilaria Chilensis*)". *Revista Chilena de Ingeniería*, 15 (1): 55-64.
- Veleiro A. S, Oberti J. C, Burton G. 2005. "Chemistry and bioactivity of withanolides from South American Solanaceae". *Studies in Natural Products Chemistry, (Part L) Bioactive Natural Products*; 32: 1019
- Wills, R., Lee, T., Graham, D., McGlasson, W. y Hall, E. 1984. "Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas postrecolección". *ACRIBIA*, S. A. Zaragoza (España).
- Wu S, Tsai J, Chang S, Lin D, Wang S, Huangc S, Ng L. 2006. "Supercritical carbon dioxide extract exhibits enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis Peruviana*". *J Ethnopharmacol*;108: 407.
- Yisell Martelo C, M.Sc, Misael Cortés R, Diego Restrepo M. 2011. "Dinámica de impregnación al vacío en apio (*Apium graveolens* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.)". *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, REV.MVZ Córdoba* 16(2):2584-2592, 2011.
- Zapata, L., Saldarriaga, A., Londoño, M. y Díaz, C. 2002. *Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional 4, Centro de Investigación «La Selva», Apartado Aéreo 100, Rionegro, Antioquia, Colombia. *Boletín Técnico*.

- Cuadras, C.; *Métodos de análisis multivariante, Colección estadística y análisis de datos, Barcelona, España (1991).*
- Prat A., Tort-Martorell X., Grima P., et al. “*Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad*”. 1ª edición, Barcelona. Edicions UPC, pp.181-331, ISBN: 84-7653-444-2. 1994,

## REFERENCIAS DE MEDIOS ELECTRÓNICOS

- Food and Drug Administration-FDA (2001). [en línea] Recuperado el 7 de junio del 2011, de [http://www.academia.edu/10133475/MANUAL\\_ALMACENAMIENTO\\_COMPLETO](http://www.academia.edu/10133475/MANUAL_ALMACENAMIENTO_COMPLETO)

## ANEXOS

### Evolución de las exportaciones peruanas de aguaymanto (kg) según sus principales presentaciones entre los años 2010 – 2015.

Presentación	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Deshidratado	1,356.25	2,475.79	2,437.12	6,325.81	12,441.12	4,004.07
Orgánico	0,00	0,00	717.79	41.08	2,368.30	953,00
Natural	762,00	809,94	287.93	243.47	1,040.64	252.81
Golosinas	0,00	0,00	0,00	390.66	620.01	419.59
Mermelada	73.46	969.71	14.00	172.36	320.14	432.32
Polvo	0.00	2.13	0.00	458.91	236.41	0.00
Pulpa	2,800.00	1,026.60	0.00	2,437.70	79.55	135.84
Congelado	4.15	10.61	1.50	0.00	9.50	0.00
Jugo	0.00	0.00	56.91	56.06	1.21	0.00
Jarabe	0.00	181.55	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros	231.48	38.12	746.90	746.90	40,729.38	4,510.38
Miel	0.00	540.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pasta	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Extracto	1,615.04	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: SUNAT, elaboración propia.

### Exportaciones peruanas de aguaymanto según sus presentaciones en el año 2015.

Presentaciones	US\$	Kilos
Fresco	13,123	2,730
Deshidratado	628,395	50,677
Con chocolate	136,196	10,532
Jalea	7,195	1,028
<b>TOTAL</b>	<b>784,909</b>	<b>64,968</b>

Fuente: SUNAT, elaboración propia.

**Evolución de las exportaciones peruanas de aguaymanto deshidratado entre los años  
2011 – 2015**

	2011	2012	2013	2014	2015
Miles de kilos exportados	15	65	45	52	131
Valor en miles USD FOB	156	771	541	618	1,326
Precio venta unitario (USD/kg)	10.43	11.94	12.07	11.98	10.13

Fuente: SUNAT, elaboración propia.

**Exportaciones de aguaymanto deshidratado en el año 2015**

Empresas	FOB	Kilos
Villa Andina S.A.C.	251,646	20,957
Agroandino S.R.L.	160,192	12,820
Machu Picchu Foods S.A.C.	115,184	9,326
Ecoandino S.A.C.	54,004	4,110
Peruvian Nature S&S S.A.C.	42,312	3,701
Nutri Body S.A.C.	34,248	3,231
Algarrobos Orgánicos del Perú Sociedad	25,578	1,805
Perú Naturals Corporation S.A.C.	15,598	969
Amazon Health Product Sociedad	13,337	1,000

Fuente: SUNAT, elaboración propia.



**Aguaymanto deshidratado que no se encuentra en óptimas condiciones, puesto que está oscurecido.**

*Fuente: Toma Propia.*



**Aguaymanto deshidratado en el área de almacenamiento, temperatura 19.4°C.**

*Fuente: Toma Propia.*



**Aguaymanto deshidratado en óptimas condiciones.**

*Fuente: Toma Propia.*