

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“PROCESAMIENTO PARA OBTENER ARÁNDANO AZUL
DESHIDRATADO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

JUAN CARLOS SÁNCHEZ EDWARDS








LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	TSP - Juan Carlos Sánchez WS2.pdf (D153389362)
Submitted	12/14/2022 4:34:00 PM
Submitted by	Walter Francisco Salas Valerio
Submitter email	wfsalas@lamolina.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	wfsalas.unalm@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	finalizada tesis.docx Document finalizada tesis.docx (D12633522)		1
SA	TanyaOrtiz.doc.docx. (1).pdf Document TanyaOrtiz.doc.docx. (1).pdf (D97622985)		1
SA	TESIS Urkund 1revision.docx Document TESIS Urkund 1revision.docx (D106675083)		1
SA	INFORME FINAL - SANEZ FALCON LIDA CARMEN.pdf Document INFORME FINAL - SANEZ FALCON LIDA CARMEN.pdf (D103898585)		1
SA	TESIS Sr. Westher Sanchez. Culantro.docx Document TESIS Sr. Westher Sanchez. Culantro.docx (D116006961)		1
SA	ALEXANDRA JINDE-1.docx Document ALEXANDRA JINDE-1.docx (D10350185)		1
SA	TESIS CONCLUIDA_Basantes Morales Cristina Viviana31-10-2022.docx Document TESIS CONCLUIDA_Basantes Morales Cristina Viviana31-10-2022.docx (D148248381)		1

Entire Document

I UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "PROCESAMIENTO PARA OBTENER ARÁNDANO AZUL DESHIDRATADO" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS NOMBRES Y APELLIDOS JUAN CARLOS SÁNCHEZ EDWARDS LIMA - PERÚ 2021 La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“PROCESAMIENTO PARA OBTENER ARÁNDANO AZUL
DESHIDRATADO”**

Presentado por:

JUAN CARLOS SÁNCHEZ EDWARDS

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dr. Edwin O. Baldeón Chamorro

PRESIDENTE

Dr. Luis A. Condezo Hoyos

MIEMBRO

Dr. Eduardo R. Morales Soriano

MIEMBRO

M.Sc. Walter F. Salas Valerio

ASESOR

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

*“Dedico este trabajo de suficiencia profesional a mis padres Carlos y Susana.
Sin sus cuidados y orientación no hubiese sido capaz de estar realizándolo.
Les agradezco de todo corazón su paciencia y amor”*

AGRADECIMIENTO

- Quiero agradecer a mi familia, porque ellos son el motivo de mi desarrollo profesional.
- A Milagros, mi compañera de vida, por su infinito amor; a mis hijos María Gracia y Nicolás.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	ANTECEDENTES	3
2.2.	EL ARÁNDANO	4
2.2.1.	DESCRIPCIÓN.....	4
2.2.2.	SITUACIÓN DEL ARÁNDANO AZUL EN EL PERÚ.....	4
2.2.3.	COMERCIALIZACIÓN MUNDIAL DE ARÁNDANO AZUL	5
2.2.4.	2PROCESO DE DESHIDRATACIÓN	6
2.2.5.	ARÁNDANO DESHIDRATADO.....	7
2.2.6.	TIPOS DE ARÁNDANO DESHIDRATADO	8
2.2.7.	MARCO LEGAL QUE SE CONSIDERA EN EL PROCESO DE ARÁNDANO DESHIDRATADO.....	10
III.	METODOLOGÍA	12
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	12
3.2.	MATERIA PRIMA E INSUMOS	12
3.2.1.	MATERIA PRIMA	12
3.2.2.	INSUMOS	13
3.3.	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	13
3.3.1.	MATERIALES.....	13
3.3.2.	EQUIPOS	13
3.3.3.	REACTIVOS.....	14
3.4.	MÉTODO DE ANÁLISIS.....	14
3.4.1.	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	14
3.4.2.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	14
3.4.3.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	15
3.4.4.	ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE ARÁNDANO DESHIDRATADO.....	15
3.5.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	15

3.5.1.	ANÁLISIS DE LA LÍNEA DE DESHIDRATADO DE ARÁNDANO AZUL EN LA EMPRESA PROCESOS AGROINDUSTRIALES S.A.C.	15
3.5.2.	ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES Y CONTROLES DEL PROCESO DE DESHIDRATADO DE ARÁNDANO	16
3.5.3.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO	22
3.5.4.	ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE ARÁNDANO DESHIDRATADO.....	23
3.5.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1.	ANÁLISIS DE LA LÍNEA DE DESHIDRATACIÓN DE LA PLANTA.....	25
4.1.1.	CONTROLES REALIZADOS AL PROCESO	31
4.1.2.	PROCESOS DE SECADO DE ARÁNDANO FRESCO DE ACUERDO CON EL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	39
4.1.3.	ANOVA MULTIFACTORIAL - VELOCIDAD DE SECADO KG AGUA/ (H M ²).....	41
4.2.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y EVALUACIÓN SENSORIAL	49
4.2.1.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO.....	49
4.2.2.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO.....	51
4.2.3.	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO (SENSORIAL)	51
4.3.	ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN	60
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
4.5.	APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES	67
V.	CONCLUSIONES.....	69
VI.	RECOMENDACIONES	71
VII.	BIBLIOGRAFÍA	72
VIII.	ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Producción nacional de arándanos por región (2016 - 2018).....	5
Tabla 2:	Valores nutricionales del arándano deshidratado por cada 100 g.....	8
Tabla 3:	Ventajas y desventajas del deshidratado convencional	9
Tabla 4:	Ventajas y desventajas del deshidratado osmótico.....	10
Tabla 5:	Estacionalidad de la fruta en la región Piura	16
Tabla 6:	Escala de evaluación sensorial.....	23
Tabla 7:	Diseño experimental factorial 3^2	23
Tabla 8:	Variables del diseño experimental.....	24
Tabla 9:	Descripción de las etapas del proceso de deshidratado	26
Tabla 10:	Formatos utilizados en el control de producto.....	30
Tabla 11:	Humedad de la muestra y tiempo de deshidratado para muestras con $w_1= 3.6$ kg	31
Tabla 12:	Humedad de la muestra y tiempo de deshidratado para muestras con $w_1= 3.8$ kg	33
Tabla 13:	Humedad de la muestra y tiempo de deshidratado para muestras con $w_1= 3.8$ kg	34
Tabla 14:	Velocidades de secado de los nueve procesos.....	39
Tabla 15:	Análisis de Varianza para velocidad de secado kg agua/ ($h.m^2$) - suma de cuadrados Tipo III.....	43
Tabla 16:	Pruebas de múltiple rangos para velocidad de secado kg agua/ ($h.m^2$) por temperatura ($^{\circ}C$)	45
Tabla 17:	Pruebas de múltiple rangos para velocidad de secado kg agua/ ($h.m^2$) por peso (kg).....	46
Tabla 18:	Porcentaje de azúcar del arándano deshidratado	50
Tabla 19:	Análisis físico químicas del arándano deshidratado.....	50
Tabla 20:	Características sensoriales del arándano deshidratado	50
Tabla 21:	Características microbiológicas de la muestra de arándano deshidratado.....	51
Tabla 22:	Grado de aceptabilidad de los diferentes procesos de secado (temperatura y peso) con 10 jueces.....	52
Tabla 23:	Respuesta de 10 jueces a los diferentes procesos multiplicado por 10 al valor asignado	53

Tabla 24:	Análisis de varianza para evaluación sensorial - suma de cuadrados Tipo III.	55
Tabla 25:	Medias por mínimos cuadrados para evaluación sensorial con intervalos de confianza 95.0%	56
Tabla 26:	Pruebas de múltiple rangos para evaluación sensorial por muestras	57
Tabla 27:	Cruces de muestras	58
Tabla 28:	Cantidad de materia prima y rendimiento	61
Tabla 29:	Costo de materia prima y flete	61
Tabla 30:	Costo de servicios de planta para el arándano deshidratado	61
Tabla 31:	Costo de materiales de embalaje en soles	62
Tabla 32:	Costo de materiales de limpieza y desinfección	62
Tabla 33:	Costos de materiales de uso indirecto	63
Tabla 34:	Costo de mano de obra directa	63
Tabla 35:	Costos fijos de planta	63
Tabla 36:	Costo ex works	64
Tabla 37:	Costo logístico de despacho y financiero	64
Tabla 38:	Costo FOB	64
Tabla 39:	Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral	67
Tabla 40:	Cursos y conocimientos puestos en práctica en el procesamiento para la obtención de arándano azul deshidratado	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Exportaciones peruanas de arándano (2019 - 2020).....	6
Figura 2:	Diagrama de flujo de las operaciones del deshidratado de bayas en general	7
Figura 3:	Modelo de deshidratadora de bandejas	7
Figura 4:	Mapa de ubicación de la empresa	12
Figura 5:	Distribución de bandejas en el secador de cabina.....	18
Figura 6:	Secador de cabina	18
Figura 7:	Racks de acero inoxidable	18
Figura 8:	Calentador de agua Lochinvar modelo AWN285PM.....	19
Figura 9:	Intercambiador de calor de aletas	19
Figura 10:	Extractor de aire	20
Figura 11:	Filtro de aire	20
Figura 12:	Lámparas germicidas de 15 watts	20
Figura 13:	Bandejas de poliuretano	21
Figura 14:	Racks con arándano	21
Figura 15:	Diagrama de flujo de arándano deshidratado.....	25
Figura 16:	Curva de humedad en base seca de muestra de 3.6 kg	32
Figura 17:	Curva de humedad en base seca de muestra de 3.8 kg	34
Figura 18:	Curva de humedad en base seca de muestra de 4.0 kg	35
Figura 19:	Curva de velocidad de secado de arándano a 50°C (3.6 kg).....	36
Figura 20:	Curva de velocidad de secado de arándano a 50°C (3.8 kg).....	36
Figura 21:	Curva de velocidad de secado de arándano a 50°C (4.0 kg).....	36
Figura 22:	Curva de velocidad de secado de arándano a 60°C (3.6 kg).....	37
Figura 23:	Curva de velocidad de secado de arándano a 60°C (3.8 kg).....	37
Figura 24:	Curva de velocidad de secado de arándano a 60°C (4.0 kg).....	37
Figura 25:	Curva de velocidad de secado de arándano a 70°C (3.6 kg).....	38
Figura 26:	Curva de velocidad de secado de arándano a 70°C (3.8 kg).....	38
Figura 28:	Velocidad de secado del arándano fresco expuesto en el secador de cabina y bandejas.....	40
Figura 29:	Dispersión por código de nivel	42
Figura 30:	Dispersión por código de nivel	42
Figura 31:	ANOVA gráfico para velocidad de secado kg agua/hm ²	43

Figura 32:	Medias y 95.0% de Fisher LSD	44
Figura 33:	Medias y 95.0% de Fisher LSD	45
Figura 34:	Gráficas de interacciones - peso	47
Figura 35:	Gráficas de interacciones - temperatura.....	47
Figura 36:	Gráficas de residuos para velocidades de secado a niveles de temperatura	48
Figura 37:	Gráficas de residuos para velocidades de secado a niveles de peso	49
Figura 38:	Dispersión por código de nivel	54
Figura 39:	Medias y 95.0% de Tukey HSD	57
Figura 40:	Gráfico de interacciones	60

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	CÁLCULO DE LAS SUPERFICIES DE SECADO POR BANDEJA EN LOS DIFERENTES PROCESOS.....	78
ANEXO 2:	INFORME DE ENSAYO DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO	79
ANEXO 3:	INFORME DE ENSAYO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO	81

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general analizar el procesamiento para obtener arándano azul deshidratado en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C, ubicada en la región Piura. El estudio fue descriptivo, con diseño experimental; para lo cual se utilizó tres cargas diferentes (3.6 kg, 3.8 kg y 4.0 kg) y tres temperaturas (50°C, 60°C y 70°C). Los resultados mostraron que la capacidad instalada de la planta para deshidratado era de 9828 kg de fruta fresca, el tiempo promedio de deshidratado fue de 22 horas, la humedad varió entre 13.8% a 14.9% dependiendo de la temperatura de proceso, el rendimiento fue de 15% de producto final; los análisis físico-químicos muestran que el arándano deshidratado presentó valores de proteína (2.13 g/100 g), carbohidratos (74.25 g/100 g), energía (309.03 Kcal) y azúcares totales (27.30 g/100 g); asimismo según el resultado del análisis microbiológico, el producto tuvo un recuento de mohos (< 10 UFC/g), recuento de levaduras (< 10 UFC/g) y ausencia de *Salmonella* y *Escherichia coli*. El análisis organoléptico determinó que la muestra con mayor aceptabilidad fue la que recibió tratamiento a 60°C, el costo de producción unitario de un kilogramo de arándano deshidratado en la planta fue de S/ 25.96; concluyéndose así, que es factible procesar arándano azul deshidratado en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C.

Palabras clave: Arándano, deshidratado de berries, proceso de deshidratación, rentabilidad

ABSTRACT

The general objective of the research was to analyze the processing to obtain dehydrated blueberry in the company Procesos Agroindustriales S.A.C, located on the Piura region. The study was descriptive, with experimental design, for which three different loads were used (3.6 kg, 3.8 kg and 4.0 kg) and three temperatures (50°C, 60°C and 70°C). The results show that the installed capacity of the plant for dehydration was 9828 kg of fresh fruit, the average dehydration time was after 22 hours, the humidity ranged from 13.8% to 14.9% depending on the process temperature, the yield was 15% of the final product. The physical-chemical analyzes showed that the dehydrated cranberry presented protein (2.13 g/ 100 g), carbohydrates (74.25 g/ 100 g), energy (309.03 Kcal) and total sugars (27.30 g/ 100 g). Likewise, according to the result of the microbiological analysis, it showed that the product had a mold count (<10 CFU/g), a yeast count (<10 CFU/g) and an absence of *Salmonella* and *Escherichia coli*. The organoleptic analysis determined that the sample with greater acceptability was the one that had a treatment at 60°C, the unit production cost of a kilogram of dehydrated blueberry in the plant was S/ 25.96; concluding, that it is feasible to process dehydrated blueberry in the company Procesos Agroindustriales S.A.C.

Keywords: Blueberry, dehydrated berries, dehydration process, cost effectiveness

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en los últimos años se viene observando un crecimiento en el consumo de productos saludables y ecológicos; principalmente de frutas deshidratadas por sus múltiples beneficios a la salud (Oré *et al.*, 2020). Frutos deliciosos como los arándanos últimamente han adquirido importancia, debido principalmente a su sabor y sus propiedades; lo cual ha permitido que diversas empresas en el Perú lo exporten, ya sea como fruta fresca o como deshidratado.

El Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales y la Asociación De Exportadores (CIEN/ADEX), indicaron que en el 2020 las exportaciones peruanas de arándanos acumularon US\$ 1 031.6 millones; principalmente en la presentación *frescos* con el 96.7% del total y sólo US\$ 43.7 mil en arándanos deshidratados, lo que indica que existe una gran oportunidad de incrementar la producción en la línea de deshidratado (CIEN/ADEX , 2021). De manera particular, la producción de arándanos ha tenido un despliegue significativo en cuanto a cultivos en territorios peruanos, desde las primeras plantaciones registradas en el 2008 hasta las del 2020, se ha incrementado en promedio de 206% anual; lo que ha conllevado a que el número de las empresas exportadoras se incrementen también, sumando un total de 86 empresas; siendo Camposol y Hortifrut las empresas con mayor producción de arándano en el país (Diario Gestión, 2019).

De acuerdo a la Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria (DGPA), el Perú cuenta con seis principales regiones productoras de arándanos (DGPA, 2020). CIEN/ADEX (2021) indica que en La Libertad se encuentra la mayor parte de producción de arándano con un 57%; seguido de Lambayeque con 17%; asimismo, las regiones de Lima, Ica y Ancash llegan a un menor porcentaje. En los últimos dos años la región Piura se viene incorporando en la producción de arándanos con resultados significativos, generando una oportunidad para las empresas agroexportadoras de la región para incursionar con este nuevo producto.

En el contexto internacional, el Perú presenta un crecimiento de la tasa anual promedio de 126% durante el 2013 al 2017, siendo EE. UU el principal mercado de los arándanos peruanos. Es importante señalar que las exportaciones mayormente se realizan en fruto fresco, aunque en los últimos años se viene incrementando la comercialización de productos deshidratados a base de arándano.

Esta alternativa del hombre para aprovechar más y mejor los alimentos que se producen en épocas de cosecha, consiste en conservarlos mediante la disminución del contenido de agua. Para esto, desde la antigüedad se empleó primero el secado al sol y en algunos casos lo complementó con la impregnación de sal. Hoy la investigación tecnológica busca la aplicación de otras técnicas más eficientes de deshidratación, bajo condiciones controladas para producir mayores volúmenes y mejor calidad. En la región Piura las empresas exportadoras vienen realizando el deshidratado de algunos productos como el aguaymanto, el mango y la piña; sin embargo, no están deshidratando el arándano; un producto que viene incrementando su producción principalmente en el Valle Olmos, que se encuentra cercano a Piura. Ante ello se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Será viable el procesamiento para obtener arándano azul deshidratado en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C.?

El objetivo general de la presente investigación fue analizar el procesamiento para obtener arándano azul deshidratado en la Empresa Procesos Agroindustriales S.A.C. en la región Piura; y los objetivos específicos fueron: (a) analizar la línea de deshidratado de arándano azul en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C., (b) describir las operaciones y controles del proceso de deshidratado de arándano azul, (c) realizar el análisis físico químico, microbiológico y sensorial del arándano azul deshidratado, y (d) analizar el costo de producción de arándano deshidratado en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

En la región Piura, Ancajima *et al.* (2019) diseñaron el proceso productivo de bayas deshidratadas utilizando arándanos y aguaymantos de descarte; evaluando las diferentes operaciones desde la recepción de materia prima hasta el empaquetado del producto final. Hicieron un planteamiento para la optimización de la planta, diseñaron el producto y los requisitos, aplicaron encuestas, y entrevistas para evaluar la aceptabilidad del producto.

Con relación al arándano, los resultados indicaron un nivel de humedad del 11.20%, así mismo un pH de 3.08; concluyendo que uno de los cuellos de botella era la etapa del deshidratado, si el aire caliente proviene de un ambiente natural; y respecto al tema económico, obtuvo un VAN positivo, una TIR de 94.47% y un costo de producción de S/. 26.90 el kg de arándano.

Quintanilla (2018) formuló un plan de exportación de arándano deshidratado, el estudio fue de tipo descriptivo, no experimental, determinando que uno de los principales mercados para este tipo de producto es Países Bajos; concluyendo que este tipo de negocio es viable tanto comercial como técnicamente, determinando que el VANF fue de S/. 6'875 621.00 y un TIRF de 32.63%.

Vera & Castro (2017) investigaron la instalación de una planta deshidratadora de arándanos en Cañete, Lima; determinando la viabilidad técnica y económica desde la colocación de la planta procesadora hasta la salida del producto. La capacidad de producción fue de 60 t del año, la inversión fue de S/. 5 614 914.20 millones de soles, con un VANE y una TIRE positiva, concluyendo que el proyecto es rentable.

Burga *et al.* (2017) investigaron la producción de un snack en base a frutos deshidratados, teniendo como base el arándano azul y el aguaymanto. La inversión fue de S/. 269 118, obteniendo una rentabilidad positiva con un VANE de S/. 86,686 y un TIRE de 34.02%, concluyendo que el proceso de producción es realmente simple y sencillo, con una capacidad de 60 kg por 8 horas al día.

2.2. EL ARÁNDANO

2.2.1. DESCRIPCIÓN

Paita (2017) menciona que el arándano azul (*Vaccinium Corymbosum L*), conocido como Blueberry, myrtilo, blaubeer, anabias o frutos del bosque, fue introducido en América del Norte. Su fruto es una baya casi esférica cuyo tamaño puede variar entre 0.7 y 1.5 cm de diámetro, el color varía desde un azul claro hasta uno oscuro; conteniendo en su interior hasta 100 semillas pequeñas, asimismo tiene un agradable sabor agridulce y en nuestro país las variedades que se adaptan mejor son Biloxi, Misty y Legacy (DGPA, 2020).

El arándano contiene propiedades que benefician a la salud; su contenido calórico es bajo (30 cal/100 g), tiene una alta cantidad de antioxidantes, que incrementa la degradación de ácidos grasos a nivel celular; lo que lo viene convirtiendo en uno de los productos funcionales con mayor demanda, siendo consumido ya sea fresco o deshidratado (DGPA, 2020).

En cuanto a la estacionalidad, la DGPA (2020) señala que en Perú se produce arándanos frescos durante el período de julio hasta marzo del siguiente año, sin embargo, los picos más elevados de producción se dan principalmente entre los meses de octubre y noviembre.

2.2.2. SITUACIÓN DEL ARÁNDANO AZUL EN EL PERÚ

La producción de arándanos ha tenido un despliegue significativo en cuanto a cultivos en territorios peruanos. Desde las primeras plantaciones registradas en el 2008 hasta el 2018 se ha incrementado en promedio de 206% anual, según señala Diario Gestión (2019).

En cuanto al número de las empresas exportadoras del año 2018, sumaron un total de 86 empresas. Siendo las principales empresas con 31.65% de participación, Camposol S.A., le siguió Hortifrut - Perú S.A.C. con 12.55% de participación, entre otras.

Según la DGPA (2020), el Perú cuenta con seis principales regiones en donde se produce arándano, la producción según regiones se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Producción nacional de arándanos por región (2016 - 2018)

Región	Año		
	2016	2017	2018
La Libertad	21.999	39.359	73.515
Lambayeque	3.980	10.560	16.350
Ica	207	833	1.465
Lima	538	762	1.101
Ancash	230	784	774
Arequipa	3	3	0
Nacional	29.957	52.301	93.205

Producción expresada en toneladas.

FUENTE: DGPA (2020)

2.2.3. COMERCIALIZACIÓN MUNDIAL DE ARÁNDANO AZUL

A nivel mundial el arándano ha tenido una gran aceptación, convirtiéndose en un boom comercial, lo que ha originado que se apliquen diversos tipos de procesamiento y presentación como jugos, concentrados, mermeladas, colorantes y productos deshidratados (Durán, 2018).

En el contexto internacional, el Perú presenta un crecimiento de la tasa anual promedio de 126% durante el 2013 al 2017; a comparación de Chile que solo presentó un incremento del 3%; es decir, según el análisis de la tendencia, el Perú podría desplazar a Chile del primer lugar en la exportación de este producto; asimismo en la Figura 1 se observa que Estados Unidos es el país que tiene un mejor precio, seguido de Europa (Fresh Fruit, 2020).

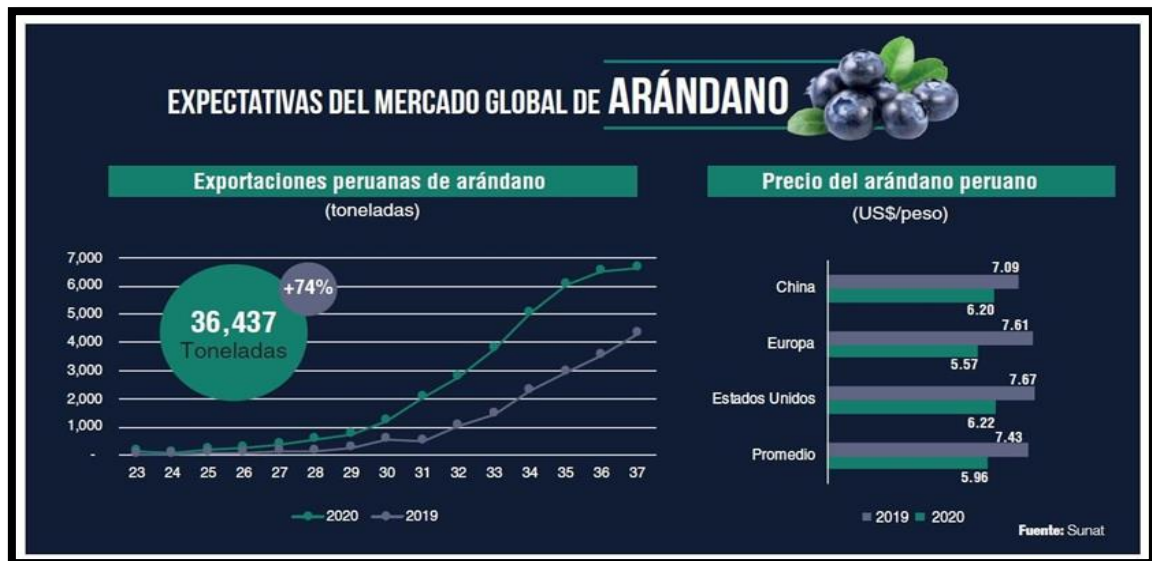


Figura 1: Exportaciones peruanas de arándano (2019 - 2020)

FUENTE: Fresh Fruit (2020)

2.2.4. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN

Actualmente existen diversos métodos y tecnologías para deshidratar frutas, los cuales consisten en eliminar el agua que contienen los alimentos; esto puede darse por medio de fuentes de calor, ya sea solar o eléctrica. La eliminación del agua impide el crecimiento de bacterias, mohos que no pueden vivir en un medio seco. Los alimentos deshidratados mantienen gran proporción de su valor nutritivo original.

En la Figura 2 se presenta el flujo de las operaciones del proceso de deshidratado de bayas en general (Cárdenas *et al.*, 2019).

Ancajima *et al.* (2019) indican que las empresas en el Perú vienen utilizando maquinaria industrial para el proceso de deshidratación cuando se requiere producir a gran escala, como el deshidratador de bandejas; este facilita el control del caudal del aire, las capacidades fluctúan entre 200 kg hasta 3000 kg de carga, como se observa en la Figura 3.

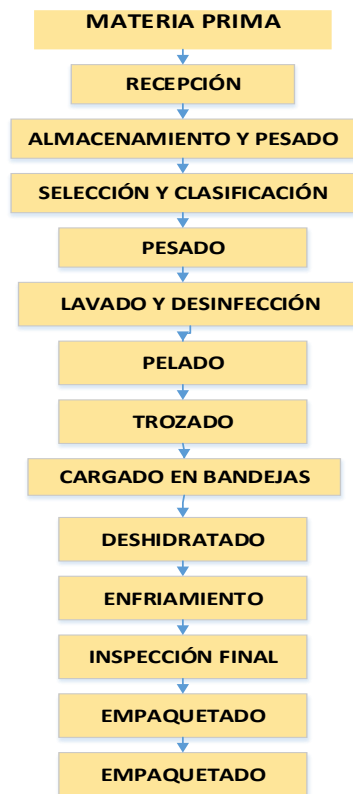


Figura 2: Diagrama de flujo de las operaciones del deshidratado de bayas en general

FUENTE: Cárdenas *et al.* (2019)



Figura 3: Modelo de deshidratadora de bandejas

FUENTE: Ancajima *et al.* (2019)

2.2.5. ARÁNDANO DESHIDRATADO

El arándano azul deshidratado se obtiene a partir de la fruta fresca, 100% natural, sin aditivos químicos; el cual se somete a un proceso de secado con aire caliente, garantizando con ello las propiedades nutricionales (fibra, proteína, carbohidratos, vitaminas y carotenos); permitiendo así una alta retención de color, olor y sabor (Especias Pedroza, s.f.).

En este proceso, se elimina el agua que tienen los alimentos frescos, lo que inhibe el crecimiento de bacterias, mohos entre otros microorganismos, manteniendo sus propiedades. En la Tabla 2 se muestran los valores nutricionales del arándano deshidratado.

Tabla 2: Valores nutricionales del arándano deshidratado por cada 100 g

Propiedades	Total
Calorías	325.00 Kcal
Grasas	1.00 g
Sodio	25.00 g
Carbohidratos	80.00 g
Fibra alimentaria	3.00 g
Proteínas	3.00 g
Vitamina A	500.00 IU
Vitamina C	3.00 mg
Calcio	250.00 mg
Hierro	0.90 mg

FUENTE: Gonzáles (2014)

Estas propiedades ayudan al organismo a reducir el riesgo de padecer enfermedades degenerativas, reducen el colesterol y protegen el sistema cardiovascular, entre otros.

2.2.6. TIPOS DE ARÁNDANO DESHIDRATADO

a. SECADO POR AIRE FORZADO

Este tipo de deshidratación es el más usado, porque su costo de implementación es bajo y fácil de manejar, en este proceso los frutos son expuestos al aire caliente cuyo fin es evaporar el agua contenida. El aire viene de un sistema estático (bandejas fijas en cámaras) o de un sistema dinámico, donde los arándanos - por ejemplo - son trasladados por fajas o rodillos giratorios. La temperatura debe de ser contralada y no debe sobrepasar los 70-75°C, con el fin de no afectar sus propiedades nutricionales y organolépticas (Vera & Castro, 2017).

En la Tabla 3 se muestran las principales ventajas y desventajas que presenta este tipo de secado.

Tabla 3: Ventajas y desventajas del deshidratado convencional

Ventajas	Desventajas
Los equipos son económicamente accesibles; fáciles de usar y manipular.	En el proceso existe la pérdida de volumen y deformación de estructura.
El peso y volumen del producto se reduce, lo que ayuda en su transporte.	Se origina un cambio en las características organolépticas del producto o fruto original.
Comparado a otros métodos, los costos de los procesos son económicos.	La hidratación de producto no permite que el producto vuelva a su estado original.
Tiene un tiempo de conservación aproximado de 6 meses.	Los alimentos deshidratados sometidos a este tipo de técnica cambian de color.

FUENTE: Ardila & Porras (2007)

b. DESHIDRATADO OSMÓTICO

Es un proceso que permite obtener productos deshidratados con mínimo procesamiento, basado en flujos osmóticos que se establecen al agregar un alimento en una solución concentrada (solución osmótica), se elimina el agua debido a las diferentes presiones de la solución osmótica y la fracción líquida del alimento. Este proceso pone en contacto frutos con una solución concentrada de azúcar, generalmente sacarosa o jarabe de alta fructuosa u otros.

En la Tabla 4 se presentan las ventajas y desventajas de este método, por ejemplo, presenta ventajas con respecto a los tratamientos convencionales; las frutas o verduras no son sometidas a temperaturas elevadas, lo que permite que sean mínimos los cambios en color, sabor, olor y en pérdida de vitaminas; y lo más importante la estructura de la fruta o verdura se conserva de mejor forma (Ellwanger, 2009).

Tabla 4: Ventajas y desventajas del deshidratado osmótico

Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none">1. Este tipo proceso hace uso de jarabes, que también pueden ser reutilizados como ingredientes de otros productos.2. Este proceso permite un mejor rendimiento en cuanto al producto final.3. Se caracteriza por un ahorro de energía	<ol style="list-style-type: none">1. Este proceso se caracteriza porque hace que el producto pierda cerca del 40% del contenido de agua, lo que da un producto no tan elaborado que requiere complementarse con la congelación y liofilización.2. Los jarabes que se utilizan deben estar en condiciones adecuadas para que no fermenten.

FUENTE: Ardila & Porras (2007)

c. LIOFILIZADOS

En este proceso se retira el 99% del agua que contienen los frutos, con esta tecnología se garantiza un período de conservación más largo, permitiendo conservar no sólo su estructura sino también su apariencia original. Vera & Castro (2017) indican que las etapas que se deben realizar son la congelación previa, sublimación de cristales y evaporación o desorción del agua.

2.2.7. MARCO LEGAL QUE SE CONSIDERA EN EL PROCESO DE ARÁNDANO DESHIDRATADO

A continuación, se presentan las principales normas que se tienen en cuenta para el procesamiento de arándano deshidratado.

- Codex Alimentarius CAC/RCP 5-1971: Código internacional de práctica de higiene para las frutas y hortalizas deshidratadas incluidos los hongos comestibles (FAO/WHO, 1971).

- D.S. N° 007-98-SA: Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas (MINSa, 1998); y sus modificatorias D.S. N° 004-2014-SA (MINSa, 2014a), y D.S. N° 038-2014-SA (MINSa, 2014b).
- Reglamento (CE) N° 2073/2005 de la Comisión relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios (Diario Oficial de la Unión Europea, 2015).
- R.M. N° 449-2006/MINSa: Norma sanitaria para la aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas (MINSa, 2006).
- R.M. 461-2007/MINSa: Guía técnica para el análisis microbiológico de Superficies en contacto con alimentos y bebidas (MINSa, 2007).
- R.M. N° 591-2008/MINSa: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (MINSa, 2008).
- D.S. N° 031-2010-SA: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (MINSa, 2010).
- D.S. N° 004-2011-AG: Reglamento de inocuidad agroalimentaria (MINAGRI, 2011).
- R.M. N° 066-2015-MINSa: Norma sanitaria para el almacenamiento de alimentos terminados destinados al consumo humano (MINSa, 2015).
- Codex Alimentarius: Estado de los trabajos sobre el examen o la revisión de las normas del Codex para las frutas y hortalizas elaboradas (FAO/WHO, 2016).
- NTS N° 128-MINSa/2016/DIGESA: Norma sanitaria que establece los límites máximo de residuos (LMR) de plaguicidas de uso agrícola en alimentos de consumo humano, aprobada mediante (MINSa, 2016).
- NTP 209.147:1980 (revisada el 2017): Frutas y productos derivados (INDECOPI, 2017).
- BRC Global standard food safety: Interpretation guideline (BRCS, 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El proyecto se realizó en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C. ubicada en la Carretera Paita - Sullana Km.3, Mz. C – Lote 100, CETICOS – Paita, región Piura. En la Figura 4 se muestra la ubicación de la empresa.

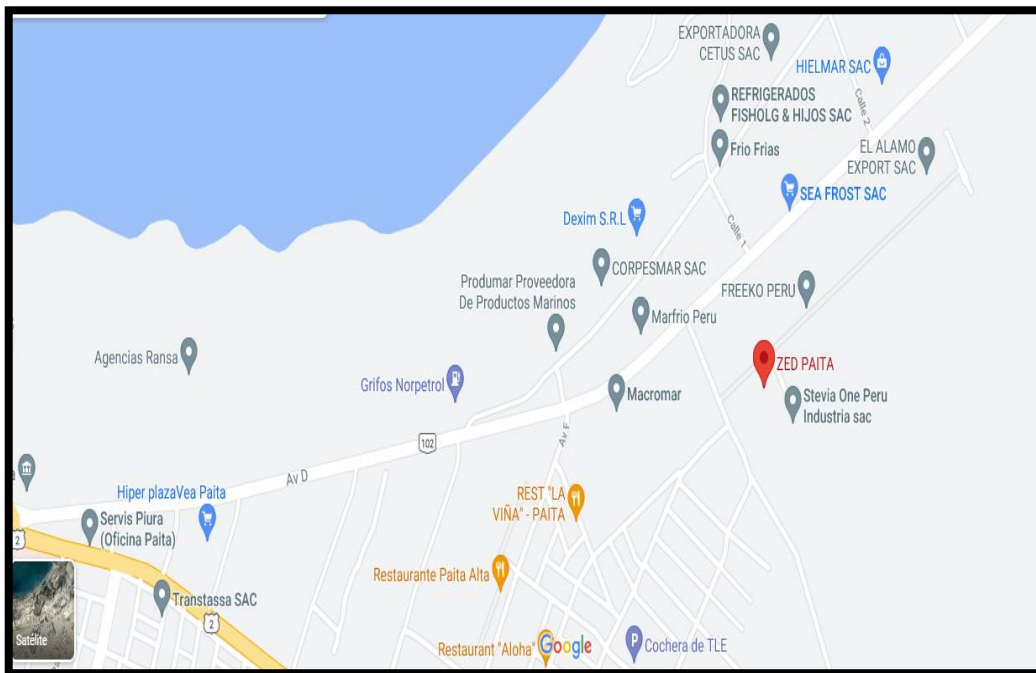


Figura 4: Mapa de ubicación de la empresa

FUENTE: Google Maps (2021)

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. MATERIA PRIMA

- Arándano azul fresco.

3.2.2. INSUMOS

- Hipoclorito de sodio (como desinfectante).
- Bolsas de polietileno de grado alimentario de capacidad para 2.5 kg (para uso en envasado del producto terminado deshidratado).
- Cajas de cartón (27 cm altura x ancho 31 cm x largo 41 cm) para empaque.
- Agua.
- Energía eléctrica trifásica.

3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.3.1. MATERIALES

- Material de Oficina.

3.3.2. EQUIPOS

- Balanza industrial de piso rampa PRECIX WEIGHT 2456, capacidad 2 000 kg.
- Selladora de bolsa manual modelo SD-053, potencia de 300 W, 220 V.
- Fajas transportadoras de grado alimenticio y mesas de trabajo de acero inoxidable AISI 316 (para uso en la selección y clasificación del arándano).
- Tinajas de acero inoxidable AISI 316.
- Bandejas de poliuretano de grado alimenticio para la disposición del arándano.
- Racks de acero inoxidable AISI 316.
- Cabina de deshidratado, el cual tiene una estructura de secado conformada por paneles aislantes blancos similares a los utilizados en las cámaras frigoríficas. Estos permiten no perder energía calórica.
- La cabina de secado es de fabricación nacional con tecnología americana.
- Las dimensiones de la cabina son: largo: 6.59 m; ancho: 1.75 m; y, alto: 3.90 m.
- Detector de metales, Marca LOMA SYSTEMS, Modelo IQ3+.

3.3.3. REACTIVOS

- No se utilizó reactivos, sólo se utiliza hipoclorito de sodio como desinfectante al inicio del proceso.

3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS

3.4.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

- Azúcares individuales y totales (fructosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa): NTP 208.109:2015 (INDECOPI, 2015).
- Carbohidratos: cálculo (no incluye fibra cruda).
- Ceniza: Método AOAC 930.05 - Ash of plants (AOAC, 2019).
- Energía total: cálculo.
- Fibra: AOCS Official Method Ba 6-84 - Crude fiber in oilseed by products (usando fibra cerámica) (AOCS, 2017).
- Grasa: Método AOAC 930.09, - Ether extract of plants. Gravimetric method (AOAC, 2019).
- Humedad: Método AOAC 920.151 - Solids (total) in fruits and fruit products (AOAC, 2019).
- Proteína: Método AOAC 920.152 - Protein in fruit products. Kjeldahl Method (AOAC, 2019).

3.4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

- Aerobios Mesófilos: Recuento Estándar en Placa (ICMSF, 1978).
- Salmonella: Recuento de Salmonelas, apartado 10a y 10c (ICMSF, 1978).
- Escherichia coli: ISO 16649-3:2015 - Método Horizontal para la Enumeración de *Escherichia coli* beta-glucuronidasa positiva (ISO, 2015a).
- Bacillus cereus: Recuento Presuntivo (ICMSF, 1978); y Confirmación Bioquímica (FDA, 1998).
- Recuento de Coliformes: Método AOAC 991.14 - Coliform and *Escherichia coli* Counts in foods. Dry rehydratable film (Petrifilm E. coli/Coliform Count Plate and Petrifilm Coliform Count Plate) methods (AOAC, 2019).

- Staphylococcus aureus: Direct Plate Count Method (FDA, 2019).
- Recuento de mohos y levaduras: Yeast and Molds (APHA, 2015).

3.4.3. ANÁLISIS SENSORIAL

En este análisis se aplicó la prueba de preferencia del consumidor, en la cual, el juez de la prueba puede elegir entre una variedad de productos, estos los compara y ordenan de acuerdo con su preferencia. Estas pruebas son de fácil uso y sencillas de realizar por personas de cualquier edad y condición (González *et al.*, 2014).

El análisis sensorial fue realizado por 10 personas con experiencia en exportación de arándano deshidratado.

3.4.4. ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE ARÁNDANO DESHIDRATADO

La metodología aplicada es la de costos indirectos de fabricación (CIF), la cual es aplicada a los productos medidas de volumen, como horas de mano de obra directa, costo de la mano de obra directa, horas máquina, costo de los materiales directos (Contreras & Paredes, 2009).

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.5.1. ANÁLISIS DE LA LÍNEA DE DESHIDRATADO DE ARÁNDANO AZUL EN LA EMPRESA PROCESOS AGROINDUSTRIALES S.A.C.

En este aspecto se utilizó el método S.L.P. (Planeación Sistemática de la Distribución en Planta), el cual consiste en un conjunto de pasos que permiten optimizar los diferentes elementos que intervienen para asegurar su optimización (Muther, 1968).

Para ello, se realizó el análisis de la línea de deshidratados instalada en la planta, el plan de distribución de la planta y la relación tamaño-tecnología instalada.

3.5.2. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES Y CONTROLES DEL PROCESO DE DESHIDRATADO DE ARÁNDANO

a. EQUIPOS DE LA LÍNEA DE DESHIDRATADO DE LA PLANTA

- Balanza industrial de piso rampa, capacidad de 2 t.
- Fajas transportadoras y mesas de trabajo (para uso en la selección y clasificación del arándano).
- Tinajas de acero inoxidable (Para uso en la desinfección de la materia prima).
- Bandejas de polietileno para la disposición del arándano (facilitar el escurrido).
- Racks de acero inoxidable (Para uso en la operación de deshidratado).
- Cabina de secado (operación de deshidratado).
- Detector de metales (uso en detección de metales en el envase de producto terminado).

b. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA EL PROCESO DE DESHIDRATADO

- **Tecnología aplicada - Secado por Aire caliente:** Para la investigación se utilizó el secado por aire caliente, dado que es el método más común en el deshidratado, permite reducir el agua, lograr una buena calidad del producto.
- **Estacionalidad de fruta - Planta de deshidratado:** En la Tabla 5, se muestra la estacionalidad del arándano en la región Piura, el cual se da principalmente en los meses de julio a noviembre, y en esta temporada también se tiene la producción de aguaymanto y piña.

Tabla 5: Estacionalidad de la fruta en la región Piura

Mes/Fruta	Ene	Feb	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Mango												
Banano												
Arándano												
Piña												
Aguaymanto												

En la operación de secado, el aire filtrado y expuesto a lámparas germicidas ingresa a la cámara de secado para ser distribuido de forma uniforme por un motoventilador.

La cámara de secado, construida de paneles aislantes, consta de un techo principal y un falso techo que la divide en una sección superior y una sección inferior.

El aire es calentado e ingresa por la sección superior y retorna en sentido opuesto por la sección inferior. En esta sección inferior se colocan los coches de acero inoxidable con las bandejas cargadas de frutas a deshidratar.

Finalmente, el aire cargado de humedad es retirado por un extractor para permitir el ingreso de aire seco caliente nuevamente. El aire se calienta al pasar por un intercambiador de calor de aletas y este a su vez es calentado por agua caliente que fluye dentro de un circuito cerrado de tuberías. Para este fin se utiliza un calentador de agua que utiliza como combustible GLP. Con el pasar de las horas, el aire caliente cargado de humedad es retirado de la cámara y las frutas van reduciendo su humedad.

Las operaciones de deshidratado pueden demorar hasta más de 20 horas, dependiendo la fruta a deshidratar, el tamaño del producto sobre la bandeja de deshidratado, la humedad inicial del producto y la humedad final a la que se quiere llegar, entre otros.

Con el transcurrir del tiempo, el muestreo para determinar la humedad final permitirá determinar cuando el proceso ha culminado. Este será realizado cada hora por medio de la metodología de pérdida de peso. A continuación, se describen los componentes de la cámara de secado.

- **Cabina de secado**

En la empresa Procesos Agroindustriales existen 7 cabinas de secado por aire caliente, que son idénticos entre sí. Todos de la misma capacidad y de las mismas características físicas. Dentro de la cabina de deshidratado se colocan 6 coches de acero inoxidable en parejas. A lo largo de la cabina de secado entran 3 pares de coches, tal como se muestra en la Figura 5.

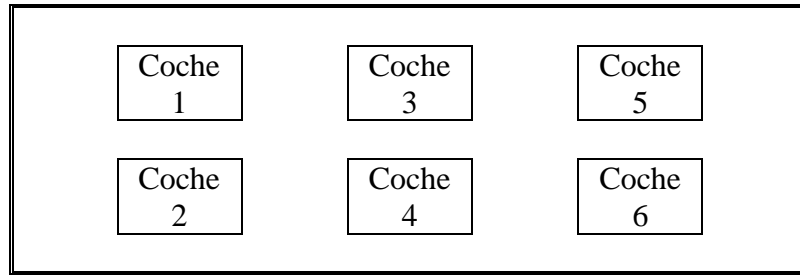


Figura 5: Distribución de bandejas en el secador de cabina

La estructura de la cabina de secado es de paneles aislantes similares a los utilizados en las cámaras frigoríficas. Estos permiten no perder energía calórica. La Figura 6 muestra el Cabina de secado que tiene la empresa.



Figura 6: Secador de cabina

Los coches son estructuras de acero inoxidable rodantes donde se colocan las bandejas con el producto a deshidratar. En cada coche se acomodan 60 bandejas y la capacidad del secador de cabina estará determinado por la cantidad de fruta o pulpa colocada en cada bandeja. Dependiendo la fruta a deshidratar pueden ingresar desde 2.5 a 4.5 kg de producto por bandeja. La Figura 7 muestra los *racks* de acero inoxidable.



Figura 7: Racks de acero inoxidable

Asimismo, se contó con un calentador de agua Lochinvar modelo AWN285PM, color crema tal como se muestra en la Figura 8, este equipo es el que calienta el agua dentro de circuito cerrado de tuberías y calienta el intercambiador de calor para el paso del aire frío.



Figura 8: Calentador de agua Lochinvar modelo AWN285PM

La Figura 9 muestra el intercambiador de calor de aletas (serpentín de cobre y aletas de aluminio).



Figura 9: Intercambiador de calor de aletas

En la Figura 10 se muestra el moto ventilador (circular el aire dentro de secador de cabina) y el extractor de aire (retira el aire húmedo o vapor que se genera).



Figura 10: Extractor de aire

La Figura 11 muestra la toma de ingreso de aire provista de filtroPleat® 62RM11.

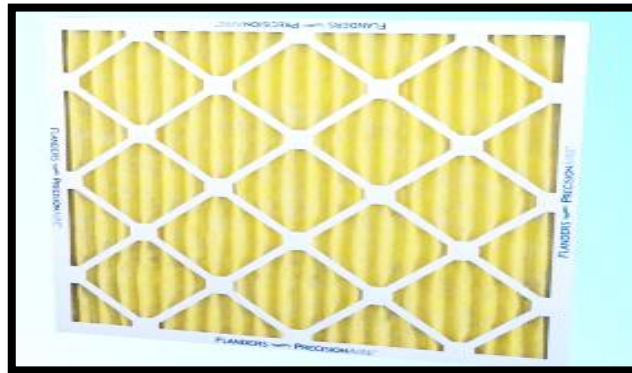


Figura 11: Filtro de aire

En la Figura 12 se muestra las lámparas germicidas de 15 watts.

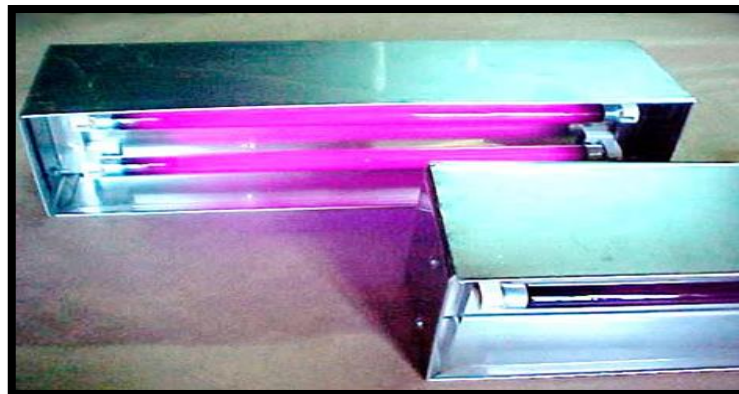


Figura 12: Lámparas germicidas de 15 watts

En la Figura 13 se aprecia la bandeja con producto fresco antes de deshidratar, mientras que la Figura 14 muestra el *rack* con las bandejas de fruta fresca de arándano.



Figura 13: Bandejas de poliuretano

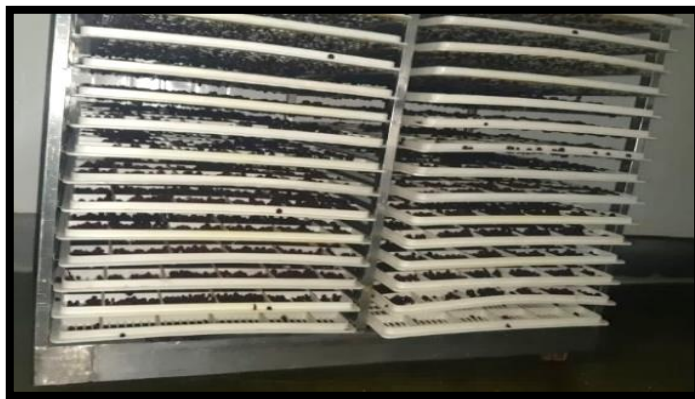


Figura 14: Racks con arándano

En la operación unitaria de deshidratado, se evaluó la interacción del peso del arándano fresco y la temperatura sobre la velocidad de secado. Esto se registró durante periodos de tiempo de 17 a 24 horas en un secador de cabina y bandejas.

Se determinó la velocidad de secado (curva de secado) durante periodos de tiempo de 17 a 24 horas a temperaturas de 50, 60 y 70°C. Se evaluó el efecto de la temperatura sobre la velocidad de secado. Como controles de proceso se consideró las siguientes variables:

- Variables Independientes:
 - Temperatura (°C)
 - Peso (kg)

- Variable dependiente:
 - Humedad.
- Niveles de estudio:
 - Temperaturas (T) de 50°, 60° y 70°C.
 - Peso (W) de 3.6, 3.8 y 4.0 kg.

Se determinó la velocidad de secado con los datos de tiempo y peso registrados, que derivaran en datos de tiempo y humedad con la ecuación siguiente:

$$X_{bs} = \frac{Mt - M_{ss}}{M_{ss}}$$

X_{bs} = Humedad en base seca

Mt = Peso de arándano húmedo en cada unidad de tiempo

M_{ss} = Peso seco del arándano

Adicionalmente se calculó la velocidad de secado con la siguiente ecuación:

$$W = \frac{S}{A} \left(\frac{dX}{dt} \right)$$

W = Velocidad de secado

S = Área de superficie expuesta

A = Peso de sólido seco

Se define la velocidad de secado por pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo $\left(\frac{-dX}{dt} \right)$ a condiciones constantes.

3.5.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO

Se analizaron las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del arándano deshidratado, las muestras fueron enviadas a un laboratorio acreditado para realizar los análisis, sin embargo, para la evaluación sensorial se dispuso de un panel de expertos. En la Tabla 6 se presenta la escala de evaluación sensorial.

Tabla 6: Escala de evaluación sensorial

Valor	Escala de valoración
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta medianamente
6	Me gusta algo
5	Me es indiferente
4	Me disgusta algo
3	Me disgusta medianamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

FUENTE: Ares *et al.* (2017)

3.5.4. ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE ARÁNDANO DESHIDRATADO

En esta etapa no se considera ningún diseño experimental, debido a que se analizó los costos de producción (materia prima, insumos, mano de obra, energía, agua, etc.); sin embargo, se realizó utilizando la metodología CIF.

3.5.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3^2 como se observa en la Tabla 7 y Tabla 8.

Tabla 7: Diseño experimental factorial 3^2

T* W*	T ₁	T ₂	T ₃
W ₁	T ₁ W ₁	T ₂ W ₁	T ₃ W ₁
W ₂	T ₁ W ₂	T ₂ W ₂	T ₃ W ₂
W ₃	T ₁ W ₃	T ₂ W ₃	T ₃ W ₃

Nota: T*= Temperatura de secado, W*= Peso de bandeja

Tabla 8: Variables del diseño experimental

Variables		Nivel
Independiente	Temperatura de secado	T1: 50°C
		T2: 60°C
		T3: 70°C
	Peso	W1: 3.6 kg
		W2: 3.8 kg
		W3: 4.0 kg
Dependiente	Humedad	% en base seca

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LA LÍNEA DE DESHIDRATACIÓN DE LA PLANTA

En esta etapa se utilizó la metodología de Diagramas de Flujo de Operaciones (DOP), el cual consiste en representar de manera gráfica los pasos de un proceso (ISO, 2015b).

A continuación, en la Figura 15 se realiza la descripción del proceso de deshidratado de arándano.

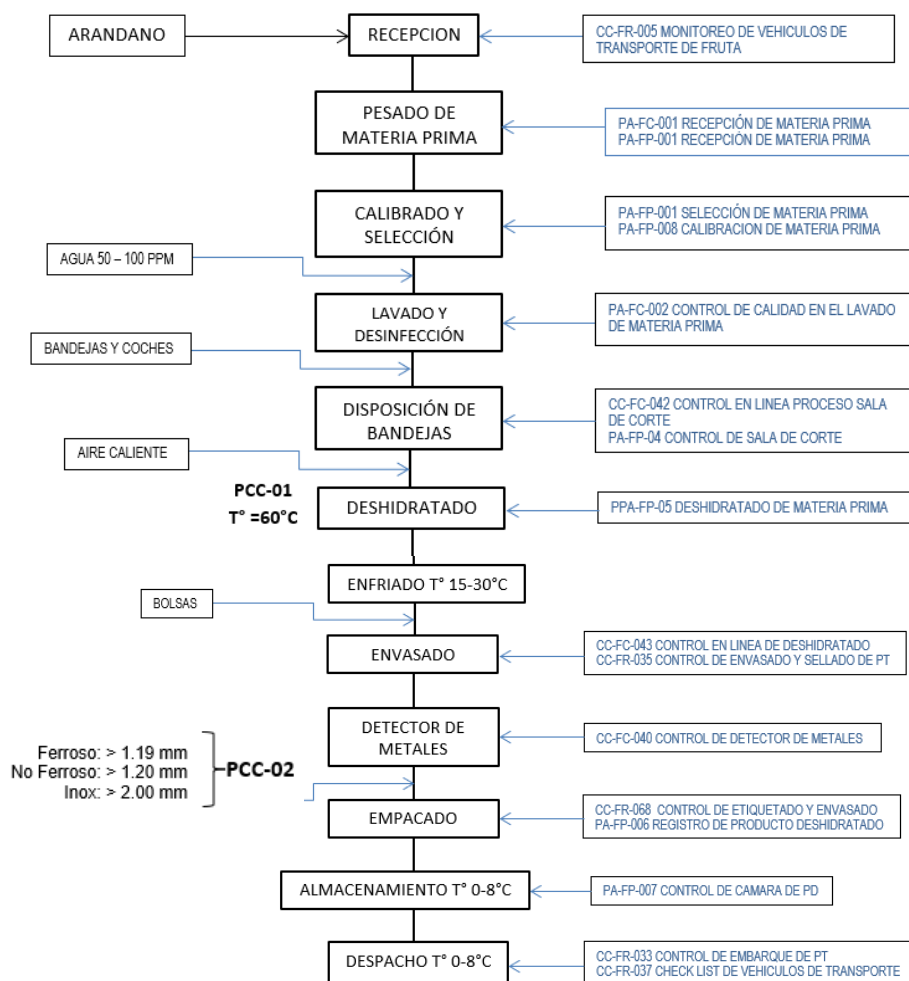


Figura 15: Diagrama de flujo de arándano deshidratado

En la Tabla 9 se presenta la descripción de cada una de las etapas del proceso.

Tabla 9: Descripción de las etapas del proceso de deshidratado

N°	Etapas	Descripción
1	Recepción	<p>La Materia Prima se recibe en planta, en jabas de 5 kg aproximadamente.</p> <p>Se procede al registro y verificación del transporte, para esto se hace uso el formato CC-FR-005: Monitoreo de vehículos de transporte de fruta.</p>
2	Pesado	<p>El supervisor de control de calidad realiza el muestreo de la materia para determinar las condiciones de calidad del arándano. Registrando el muestreo en el formato PA-FC-001: Recepción de materia prima, según el resultado se procede a aceptar o rechazar el lote de arándano.</p> <p>Si el lote de arándano es aceptado se procede a la descarga y al pesado de la materia prima, los pesos se registran en el formato PA-FP-001: Recepción de materia prima. Cada parihuela debe estar bien identificada con el número de ingreso y la fecha, etc.</p> <p>El lote de Arándano se somete a control de las siguientes medidas de calibración*</p>
3	Calibrado y selección	<p>Se realiza la selección del arándano descartando cualquier defecto que se encuentre en el lote como la presencia de hojas, arándanos inmaduros, reventados, etc.</p> <p>Los pesos del calibrado se registran en el formato PA-FP-008: Calibración de materia prima, y los datos de la selección en el formato PA-FP-002: Selección de materia prima.</p>

«continuación»

4	Lavado y desinfección	<p>Una vez calibrado y seleccionado el arándano se pasa por una tina con agua potable y cloro de 50 a 100 ppm para su desinfección y quitar cualquier resto de polvo, tierra y cualquier materia extraña adherida a la superficie de la fruta. Se verifica el resultado de la limpieza y se registra en el formato PA-FC-002: Control de calidad en el lavado y desinfección de materia prima.</p>
5	Disposición de bandejas	<p>El producto se acomodada en las bandejas y/o mallas de los coches, se disponen separadas una de otras para evitar que se peguen y la distribución del aire caliente sea homogénea en todo el producto durante la deshidratación. Las bandejas se acomodan en los coches para su transporte a las cabinas de secado.</p> <p>Se controla la calidad del arándano haciendo uso del formato CC-FR-042: Control en línea proceso sala de corte.</p>
6	Deshidratado	<p>Los coches con las bandejas que contienen el producto son introducidos a la cabina de secado donde son dispuestos de forma ordenada y se trabajara a una temperatura 60°C, por un tiempo de 20 horas aproximadamente, hasta alcanzar un producto con niveles bajos en cuanto al porcentaje de humedad y de acuerdo con la especificación del cliente.</p> <p>El control de la temperatura, tiempo y humedad se registra en el formato PA-FP-005: Deshidratado de materia prima PCC1.</p>
7	Enfriado	<p>El producto deshidratado una vez retirado de las cabinas es enfriado entre 15 a 30°C, antes del envasado, para evitar la fruta transpire dentro de la bolsa y se alteren las propiedades organolépticas iniciales de la fruta.</p>

«continuación»

8	Envasado	<p>El producto deshidratado se recibe en una zona climatizada con una temperatura entre 11 a 18°C. El producto es llenado en bolsas de polietileno de acuerdo con la presentación acordada con el cliente, por ejemplo de 2.5 kg. En esta etapa se hace énfasis en el manipuleo del producto de acuerdo con las Buenas Prácticas de Manufactura.</p> <p>El producto ya deshidratado se muestrea y los resultados se registran en el formato CC-FR-043: Control en línea de deshidratado.</p> <p>Los controles de envasado se registran en el formato CC-FR-035: Control de envasado y sellado de producto terminado.</p>
9	Detector de metales	<p>El producto envasado y debidamente sellado debe pasar por el equipo de control de metales previamente calibrado para una detección de sensibilidad*</p> <p>El producto pasa por el detector bolsa por bolsa. Este control se registra en el formato CC-FR-040: Detector de metales.</p> <p>En el empacado hay que buscar que no queden aberturas en ninguna bolsa y se acomodan en la caja según indicación del cliente.</p>
10	Empacado	<p>Externamente la caja de cartón se rotula correctamente de acuerdo con el país de destino, como por ejemplo se especifica la fecha, el lote de producción, fecha de vencimiento, peso neto, entre otros.</p> <p>Se registran los datos en el formato CC-FR-068: Control de envasado y etiquetado.</p>

«continuación»

11	Almacenamiento	<p>El producto cerrado y encajado es trasladado lo más rápido posible a la cámara de almacenamiento, con la finalidad de evitar variaciones de temperatura en el producto. El almacenamiento se realiza en rango de temperatura 0 - 8°C.</p> <p>El ingreso y salida de las cajas se registra en el formato: PA – FP-07: Control de cámara de producto deshidratado.</p> <p>El despacho se realiza en camiones cerrados climatizados, rango de temperatura 0 - 8°C.</p>
12	Despacho	<p>Se verifica la carga, el estado del termoking y la temperatura del producto y se registra en el formato CC-FR-033: Control de embarque de producto terminado, y CC-FR-037: Check list de vehículos de transporte de producto terminado.</p>

Nota: Medidas de calibración*: <1cm diámetro, entre 1 – 1.5 cm de diámetro, >1.5 cm de diámetro; Detección de Sensibilidad*: Ferroso: > 1.19 mm, No Ferroso: > 1.20 mm, Acero Inoxidable: > 2.00 mm

En la Tabla 10 se presenta la relación de los códigos de los diversos formatos que se utiliza principalmente para el control del producto.

Tabla 10: Formatos utilizados en el control de producto

Código	Nombre del formato
CC-FR-005	Monitoreo de vehículos de transporte de fruta
PA-FC-001	Recepción de materia prima
PA-FC-002	Control de calidad en el lavado y desinfección de materia prima
CC-FC-042	Control en línea proceso sala de corte
CC-FC-043	Control en línea de deshidratado
CC-FR-068	Formato de control de etiquetado y envasado
CC-FR-035	Control de envasado y sellado de producto terminado
CC-FR-040	Control de detector de metales
CC-FR-033	Control de embarque de producto terminado
CC-FR-037	Check list de vehículos de transporte de producto terminado
CC-FR-001	Control de limpieza y desinfección de infraestructura
CC-FR-002	Control de limpieza y desinfección de equipos de planta deshidratado
CC-FR-003	Control de limpieza y desinfección de recipientes y utensilios de proceso planta deshidratado
CC-FR-004	Control de limpieza y desinfección de materiales de saneamiento planta deshidratado
CC-FR-006	Control de limpieza y rotura de elementos de vidrio y plástico duro
CC-FR-007	Control de presencia de materias extrañas en el proceso de deshidratado
CC-FR-008	Registro de control de lentes
CC-FR-020	Control diario de la calidad de agua potable
CC-FR-021	Control diario de la calidad de agua
CC-FR-022	Control diario de limpieza e higiene y conducta del personal
CC-FR-024	Incidencias en la salud del personal
CC-FR-032	Inspección del material de empaque
CC-FR-070	Control de materiales en sala de proceso
PA-FP-01	Recepción de materia prima

«continuación»

PA-FP-02	Selección de materia prima
PA-FP-03	Maduración de materia prima
PA-FP-04	Control de sala de corte
PA-FP-05	Deshidratado de materia prima pcc-001
PA-FP-06	Registros de producto deshidratado
PA-FP-07	Control de cámara de producto deshidratado
PA-FP-08	Calibración de materia prima

4.1.1. CONTROLES REALIZADOS AL PROCESO

a. CURVAS DE HUMEDAD

Luego de la caracterización de las 9 muestras se procedió a deshidratar el arándano, obteniéndose diferentes tiempos de secado (en horas) y valores de humedad (en porcentaje), como se muestran en la Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13.

Tabla 11: Humedad de la muestra y tiempo de deshidratado para muestras con $w_1= 3.6$ kg

Tiempo de secado (horas)	Humedad (%)		
	Temperatura (50°C)	Temperatura (60°C)	Temperatura (70°C)
0	6.353	4.952	5.533
1	5.451	4.280	4.764
2	4.881	3.915	4.266
3	4.336	3.454	3.726
4	3.962	3.135	3.294
5	3.604	2.778	2.942
6	3.119	2.377	2.548
7	2.702	2.019	2.225
8	2.285	1.708	1.871
9	2.038	1.461	1.469
10	1.758	1.157	1.230
11	1.409	0.828	0.859

«continuación»

12	1.153	0.591	0.566
13	0.975	0.441	0.412
14	0.830	0.291	0.235
15	0.643	0.176	0.173
16	0.506	0.177	0.173
17	0.413	0.177	0.173
18	0.319	0.177	0.173
19	0.294	0.177	0.173
20	0.251	0.177	0.173
21	0.200	0.177	0.173

Se observa en la Figura 16, que el tiempo de secado es de 21 horas, obteniéndose una humedad en base seca que varió entre 0.20 y 0.173 kg agua/ kg materia seca.

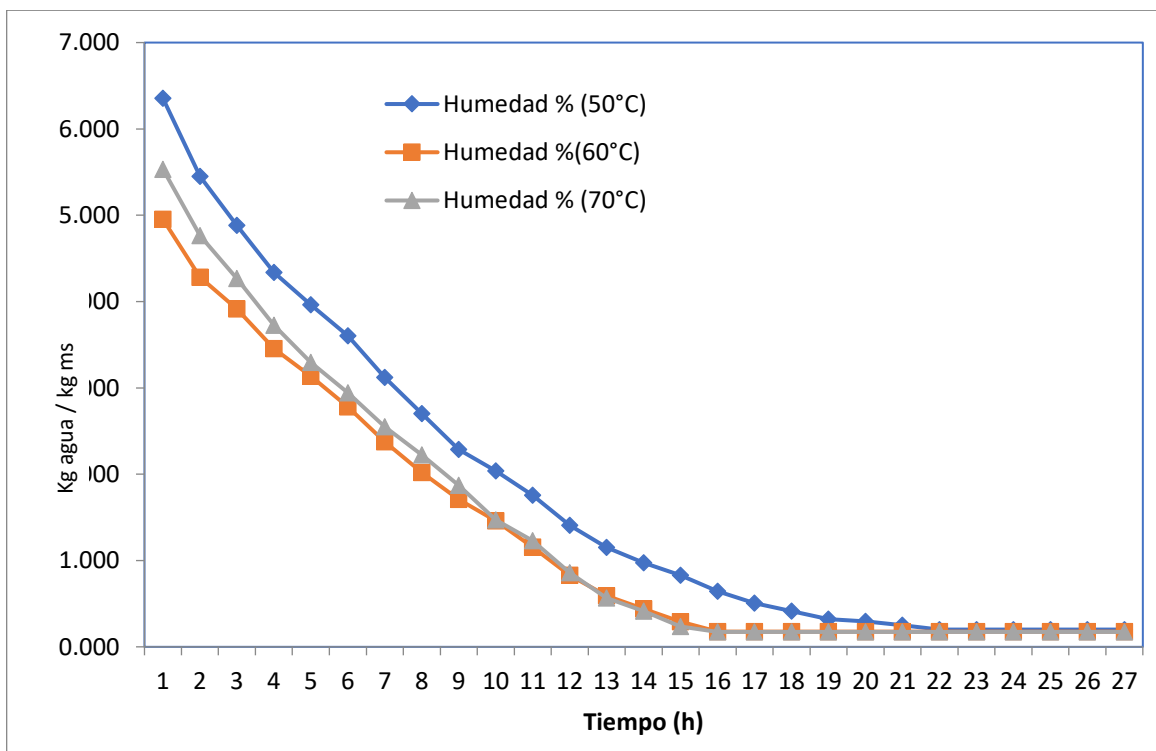


Figura 16: Curva de humedad en base seca de muestra de 3.6 kg

Tabla 12: Humedad de la muestra y tiempo de deshidratado para muestras con $w_1= 3.8$ kg

Tiempo de secado (horas)	Humedad (%)		
	Temperatura (50°C)	Temperatura (60°C)	Temperatura (70°C)
0	4.984	6.933	5.063
1	4.249	6.080	4.190
2	3.770	5.598	3.864
3	3.313	5.135	3.399
4	2.999	4.645	2.978
5	2.699	4.237	2.637
6	2.292	3.711	2.262
7	1.942	3.239	1.860
8	1.592	2.750	1.519
9	1.330	2.405	1.315
10	1.094	2.124	1.054
11	0.802	1.725	0.800
12	0.680	1.343	0.495
13	0.530	1.107	0.356
14	0.487	1.026	0.159
15	0.318	0.908	0.159
16	0.203	0.899	0.159
17	0.153	0.726	0.159
18	0.153	0.554	0.159
19	0.153	0.490	0.159
20	0.153	0.427	0.159
21	0.153	0.281	0.159
22	0.153	0.234	0.159

Se observa en la Figura 17, que el tiempo de secado es de 22 horas, obteniéndose una humedad en base seca que varió entre 0.234 y 0.153 kg agua/ kg materia seca.

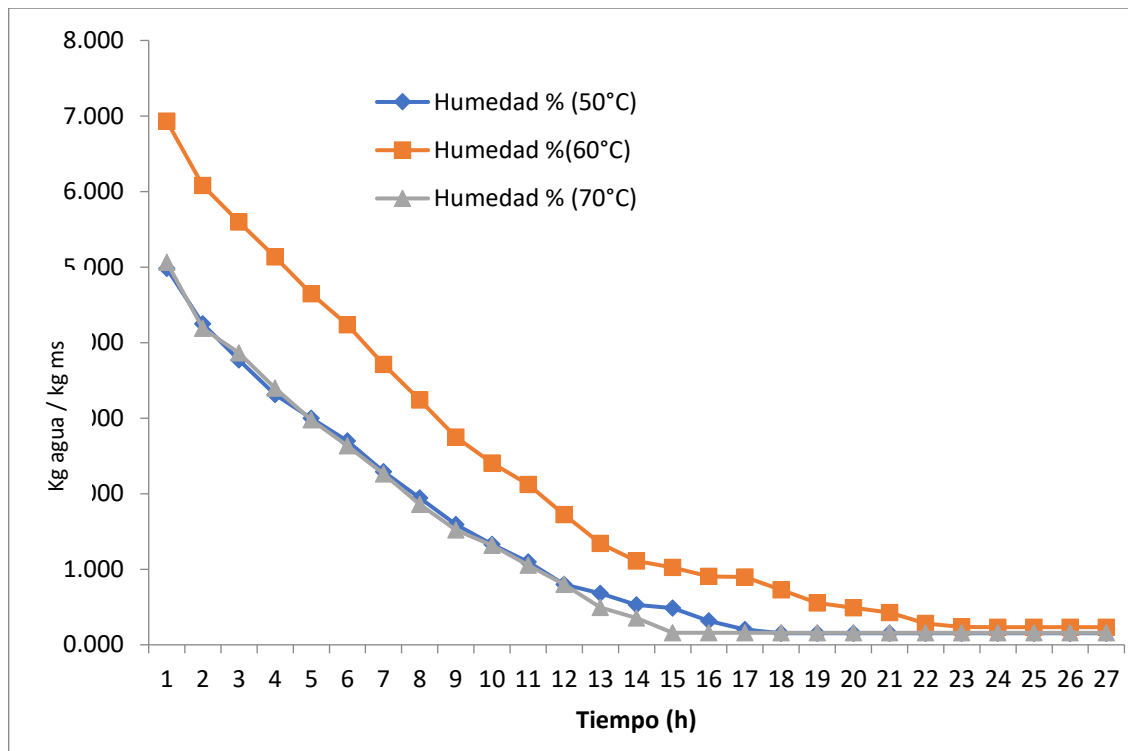


Figura 17: Curva de humedad en base seca de muestra de 3.8 kg

Tabla 13: Humedad de la muestra y tiempo de deshidratado para muestras con $w_1= 3.8$ kg

Tiempo de secado (horas)	Humedad (%)		
	Temperatura (50°C)	Temperatura (60°C)	Temperatura (70°C)
0	5.533	6.458	5.212
1	4.892	5.657	4.524
2	4.360	5.158	4.169
3	3.913	4.622	3.652
4	3.550	4.084	3.207
5	3.129	3.690	2.755
6	2.728	3.318	2.355
7	2.358	2.970	1.990
8	1.980	2.643	1.570
9	1.741	2.243	1.326
10	1.471	1.950	1.126
11	1.124	1.650	0.778
12	0.885	1.265	0.526

«continuación»

13	0.823	1.230	0.385
14	0.677	1.127	0.253
15	0.507	0.883	0.216
16	0.415	0.736	0.216
17	0.314	0.701	0.216
18	0.214	0.529	0.216
19	0.213	0.469	0.216
20	0.213	0.374	0.216
21	0.213	0.374	0.216
22	0.213	0.279	0.216
23	0.213	0.171	0.216
24	0.213	0.171	0.216

Se observa en la Figura 18, que el tiempo de secado es de 24 horas, obteniéndose una humedad en base seca que varió entre 0.216 y 0.171 kg agua/ kg materia seca.

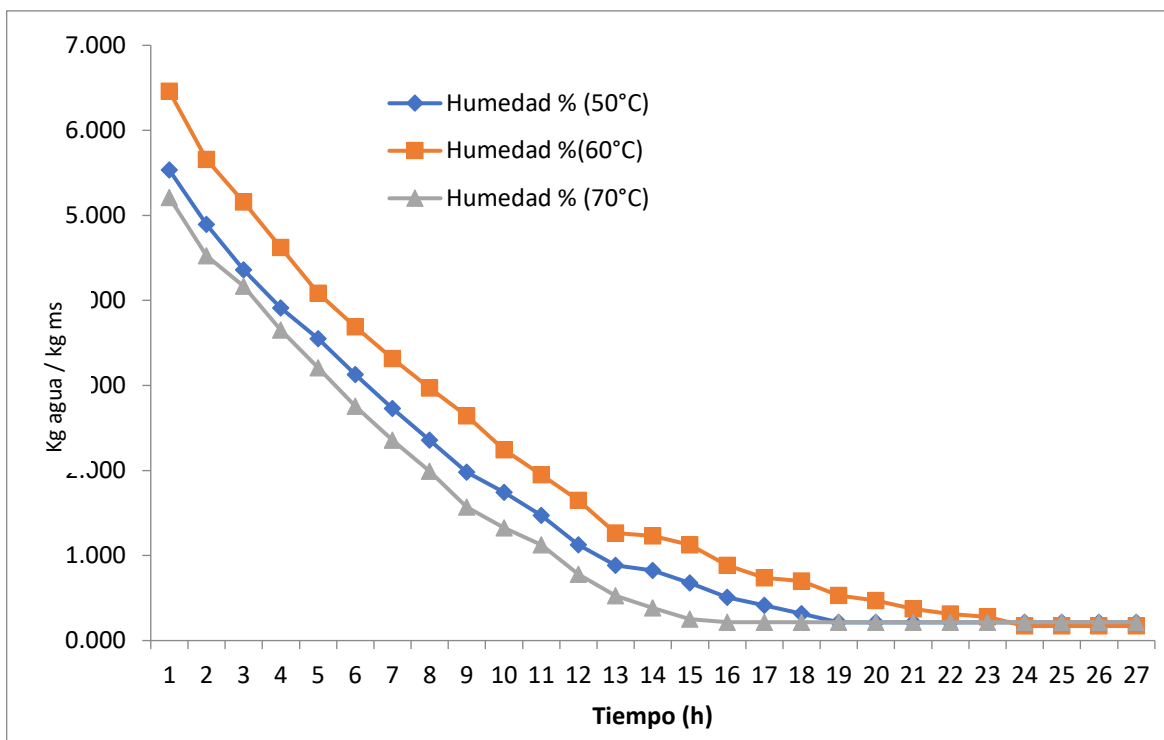


Figura 18: Curva de humedad en base seca de muestra de 4.0 kg

Como siguiente paso, se procesaron los datos para obtener las curvas de velocidad de secado de las 9 muestras evaluadas, estas se presentan en la Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 25, Figura 26 y Figura 27.

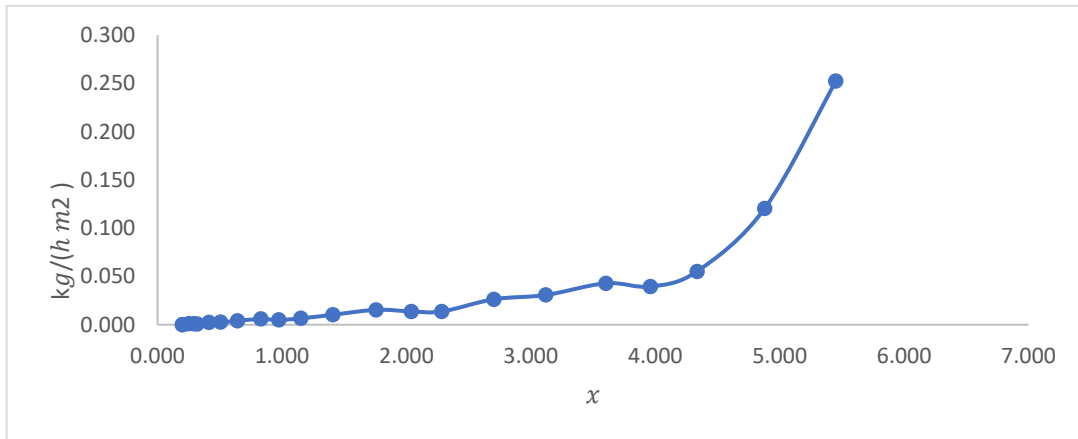


Figura 19: Curva de velocidad de secado de arándano a 50°C (3.6 kg)

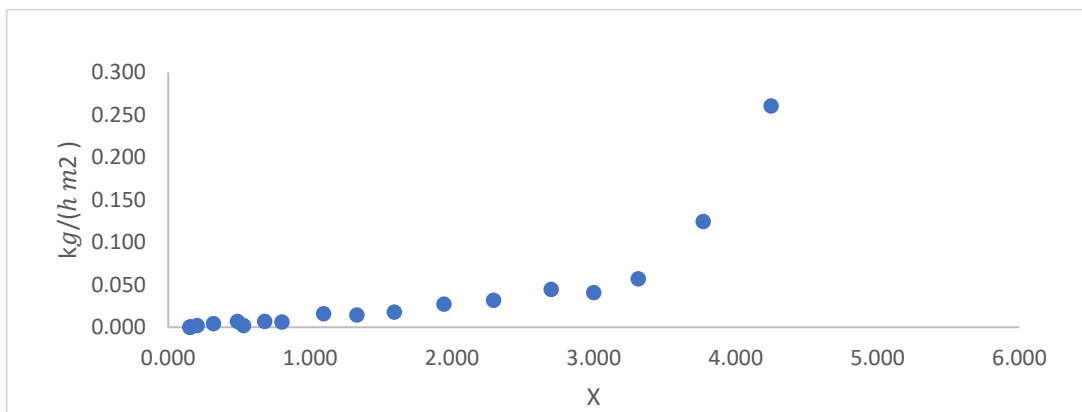


Figura 20: Curva de velocidad de secado de arándano a 50°C (3.8 kg)

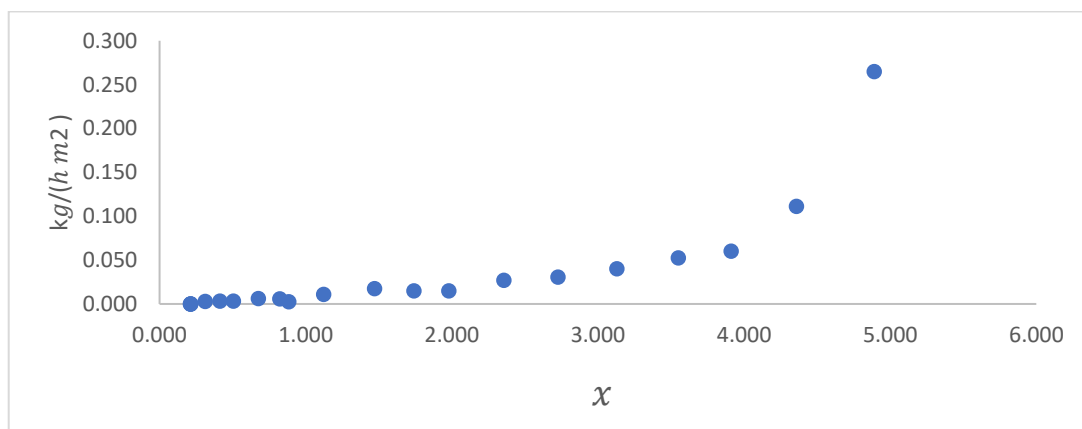


Figura 21: Curva de velocidad de secado de arándano a 50°C (4.0 kg)

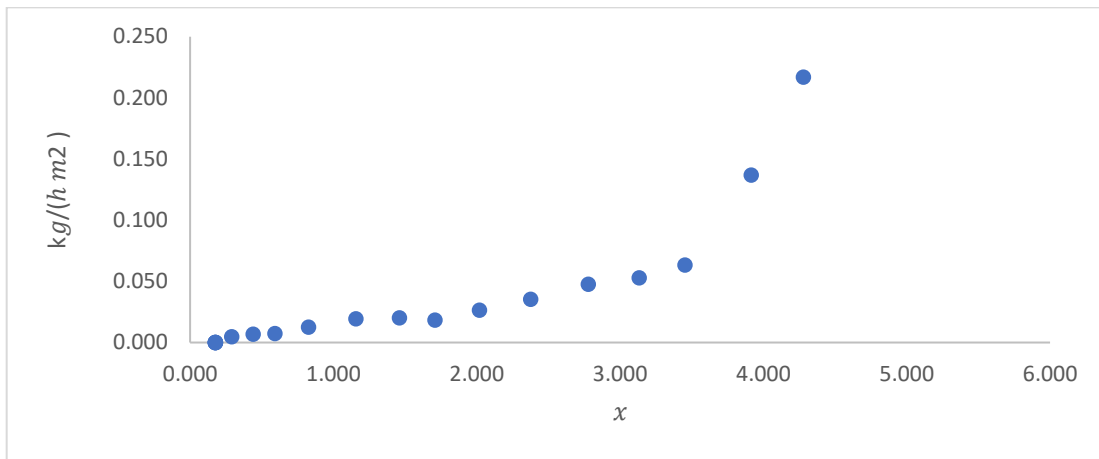


Figura 22: Curva de velocidad de secado de arándano a 60°C (3.6 kg)

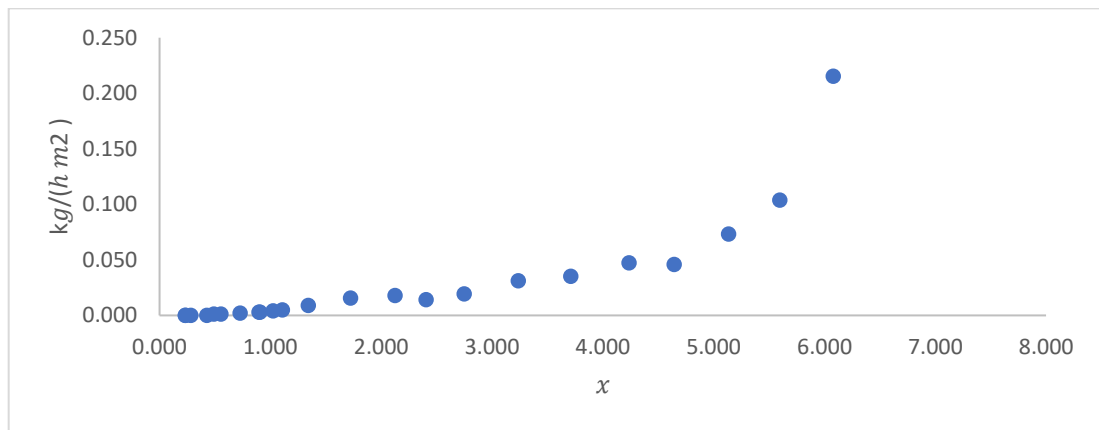


Figura 23: Curva de velocidad de secado de arándano a 60°C (3.8 kg)

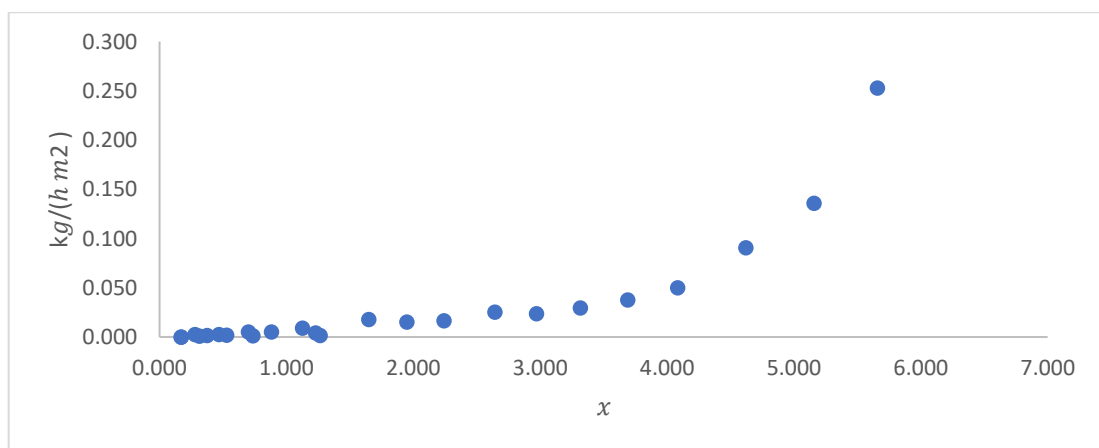


Figura 24: Curva de velocidad de secado de arándano a 60°C (4.0 kg)

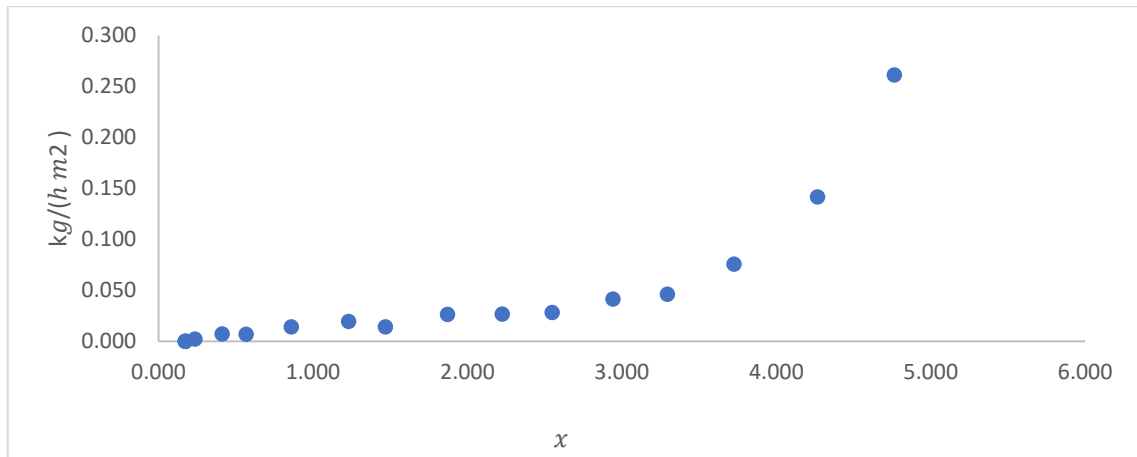


Figura 25: Curva de velocidad de secado de arándano a 70°C (3.6 kg)

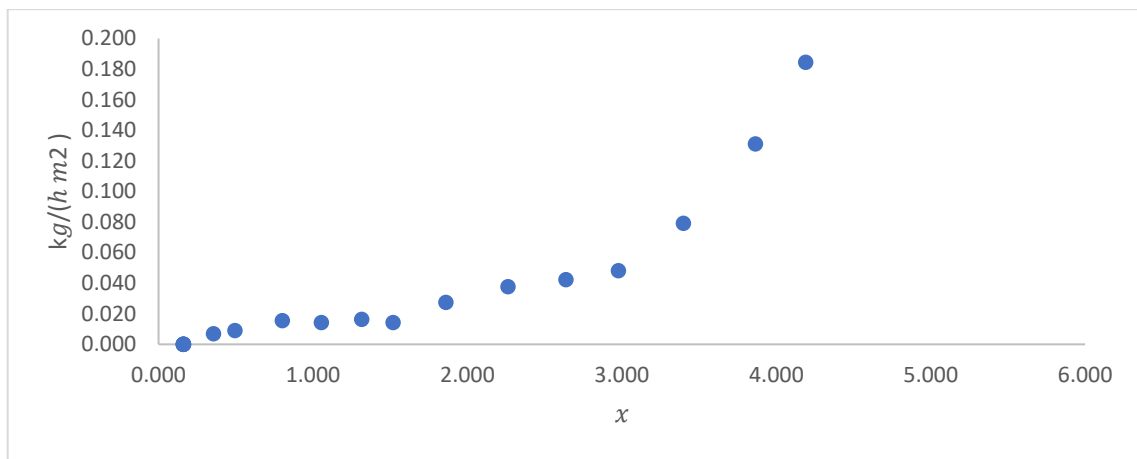


Figura 26: Curva de velocidad de secado de arándano a 70°C (3.8 kg)

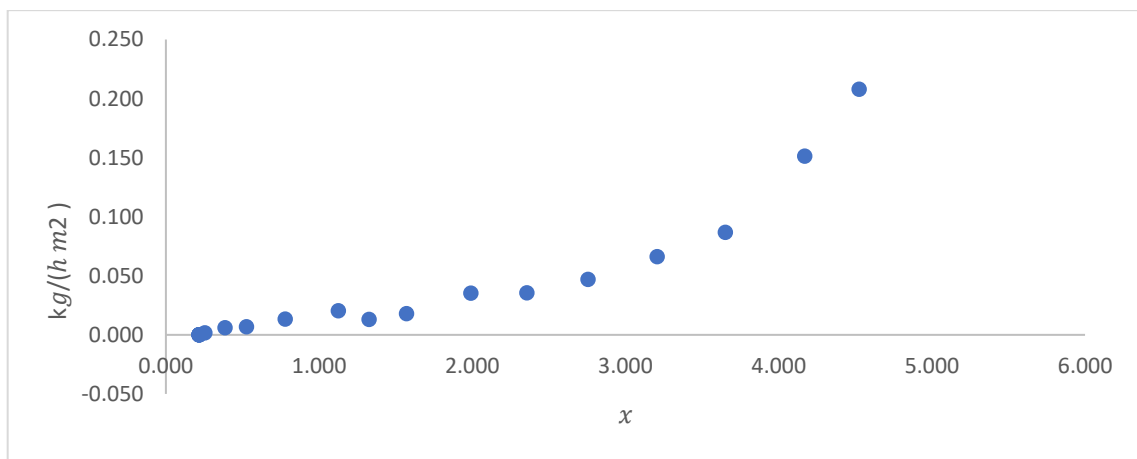


Figura 27: Curva de velocidad de secado de arándano a 70°C (4.0 kg)

A continuación, en la Tabla 14 se detalla el consolidado de las velocidades de secado de los 9 procesos.

Tabla 14: Velocidades de secado de los nueve procesos

Temperatura (°C)	Peso (kg)	Velocidad	
		Inicial	Final
50	3.6	0.252	0.001
50	3.8	0.26	0.002
50	4.0	0.265	0.003
60	3.6	0.217	0.005
60	3.8	0.215	0.001
60	4.0	0.253	0.002
70	3.6	0.261	0.002
70	3.8	0.184	0.009
70	4.0	0.208	0.002

4.1.2. PROCESOS DE SECADO DE ARÁNDANO FRESCO DE ACUERDO CON EL DISEÑO EXPERIMENTAL

El proceso de deshidratado de arándano se ejecutó determinando la velocidad de secado, usando 3 pesos: 3.6; 3.8; 4.0 kg y 3 temperaturas: 50, 60 y 70°C, durante 17 a 24 horas, en intervalos de una hora. Luego de transcurrido el tiempo para cada proceso, se retiraron las bandejas y se pesó el arándano deshidratado, para con la reducción de peso, se determine la velocidad de secado individualmente; considerando en el cálculo la superficie o área en m² de los arándanos que se colocan en cada bandeja a deshidratar de acuerdo al diseño experimental, estos datos se pueden ver en el Anexo 1. Los resultados se muestran a continuación en la Figura 28.

N°	Kg Peso	°C Temp	Kg/(h m ²) Velocidad	N°	Kg Peso	°C Temp	Kg/(h m ²) Velocidad	N°	Kg Peso	°C Temp	Kg/(h m ²) Velocidad
1	3.6	50	0.252	31	3.8	50	0.014	61	4.0	50	0.000
2	3.6	50	0.121	32	3.8	50	0.016	62	4.0	50	0.000
3	3.6	50	0.055	33	3.8	50	0.006	63	3.6	60	0.217
4	3.6	50	0.040	34	3.8	50	0.007	64	3.6	60	0.137
5	3.6	50	0.043	35	3.8	50	0.002	65	3.6	60	0.063
6	3.6	50	0.031	36	3.8	50	0.007	66	3.6	60	0.053
7	3.6	50	0.026	37	3.8	50	0.004	67	3.6	60	0.048
8	3.6	50	0.014	38	3.8	50	0.002	68	3.6	60	0.035
9	3.6	50	0.014	39	3.8	50	0.000	69	3.6	60	0.026
10	3.6	50	0.015	40	3.8	50	0.000	70	3.6	60	0.018
11	3.6	50	0.010	41	3.8	50	0.000	71	3.6	60	0.020
12	3.6	50	0.007	42	3.8	50	0.000	72	3.6	60	0.020
13	3.6	50	0.005	43	4.0	50	0.265	73	3.6	60	0.013
14	3.6	50	0.006	44	4.0	50	0.111	74	3.6	60	0.007
15	3.6	50	0.004	45	4.0	50	0.060	75	3.6	60	0.007
16	3.6	50	0.003	46	4.0	50	0.052	76	3.6	60	0.005
17	3.6	50	0.002	47	4.0	50	0.040	77	3.6	60	0.000
18	3.6	50	0.001	48	4.0	50	0.031	78	3.6	60	0.000
19	3.6	50	0.001	49	4.0	50	0.027	79	3.6	60	0.000
20	3.6	50	0.001	50	4.0	50	0.015	80	3.6	60	0.000
21	3.6	50	0.000	51	4.0	50	0.015	81	3.6	60	0.000
22	3.6	50	0.000	52	4.0	50	0.017	82	3.6	60	0.000
23	3.8	50	0.260	53	4.0	50	0.011	83	3.8	60	0.215
24	3.8	50	0.124	54	4.0	50	0.003	84	3.8	60	0.104
25	3.8	50	0.057	55	4.0	50	0.006	85	3.8	60	0.073
26	3.8	50	0.041	56	4.0	50	0.006	86	3.8	60	0.046
27	3.8	50	0.044	57	4.0	50	0.003	87	3.8	60	0.047
28	3.8	50	0.032	58	4.0	50	0.003	88	3.8	60	0.035
29	3.8	50	0.027	59	4.0	50	0.003	89	3.8	60	0.031
30	3.8	50	0.018	60	4.0	50	0.000	90	3.8	60	0.019

N°	Kg Peso	°C Temp	Kg/(h m ²) Velocidad	N°	Kg Peso	°C Temp	Kg/(h m ²) Velocidad	N°	Kg Peso	°C Temp	Kg/(h m ²) Velocidad
91	3.8	60	0.014	121	4.0	60	0.001	151	3.8	70	0.038
92	3.8	60	0.018	122	4.0	60	0.005	152	3.8	70	0.028
93	3.8	60	0.016	123	4.0	60	0.002	153	3.8	70	0.014
94	3.8	60	0.009	124	4.0	60	0.003	154	3.8	70	0.016
95	3.8	60	0.003	125	4.0	60	0.002	155	3.8	70	0.014
96	3.8	60	0.004	126	4.0	60	0.001	156	3.8	70	0.016
97	3.8	60	0.000	127	4.0	60	0.002	157	3.8	70	0.007
98	3.8	60	0.005	128	4.0	60	0.000	158	3.8	70	0.009
99	3.8	60	0.005	129	3.6	70	0.261	159	3.8	70	0.000
100	3.8	60	0.002	130	3.6	70	0.142	160	3.8	70	0.000
101	3.8	60	0.001	131	3.6	70	0.076	161	3.8	70	0.000
102	3.8	60	0.003	132	3.6	70	0.046	162	3.8	70	0.000
103	3.8	60	0.001	133	3.6	70	0.041	163	3.8	70	0.000
104	3.8	60	0.000	134	3.6	70	0.028	164	4.0	70	0.208
105	3.8	60	0.000	135	3.6	70	0.027	165	4.0	70	0.151
106	4.0	60	0.253	136	3.6	70	0.026	166	4.0	70	0.087
107	4.0	60	0.136	137	3.6	70	0.014	167	4.0	70	0.066
108	4.0	60	0.091	138	3.6	70	0.019	168	4.0	70	0.047
109	4.0	60	0.050	139	3.6	70	0.014	169	4.0	70	0.036
110	4.0	60	0.038	140	3.6	70	0.007	170	4.0	70	0.035
111	4.0	60	0.029	141	3.6	70	0.007	171	4.0	70	0.018
112	4.0	60	0.024	142	3.6	70	0.002	172	4.0	70	0.013
113	4.0	60	0.025	143	3.6	70	0.000	173	4.0	70	0.020
114	4.0	60	0.016	144	3.6	70	0.000	174	4.0	70	0.013
115	4.0	60	0.015	145	3.6	70	0.000	175	4.0	70	0.007
116	4.0	60	0.018	146	3.8	70	0.184	176	4.0	70	0.006
117	4.0	60	0.001	147	3.8	70	0.131	177	4.0	70	0.002
118	4.0	60	0.004	148	3.8	70	0.079	178	4.0	70	0.000
119	4.0	60	0.009	149	3.8	70	0.048	179	4.0	70	0.000
120	4.0	60	0.005	150	3.8	70	0.042	180	4.0	70	0.000
								181	4.0	70	0.000
								182	4.0	70	0.000

Nota. N° = N° de eventos de muestra examen; Peso=Peso inicial de arándano, en kilos; Temp= Temperatura de la cámara de secado (°C); Velocidad=kg agua/h m²

Figura 28: Velocidad de secado del arándano fresco expuesto en el secador de cabina y bandejas

4.1.3. ANOVA MULTIFACTORIAL-VELOCIDAD DE SECADO KG AGUA/ (H M²)

- **Variable dependiente:** Velocidad de secado kg agua/ (h.m²)
- **Factores:** Temperatura (°C) y peso (kg)
- **Número de casos completos:** 182

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de varios factores para Velocidad de Secado kg agua/(h.m²). Realiza varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Velocidad de Secado kg agua/ (h.m²). También evalúa la significancia de las interacciones entre los factores, si es que hay suficientes datos.

Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. Para cada factor significativo, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuales medias son significativamente diferentes de otras. La Gráfica de Medias y la Gráfica de Interacciones le ayudarán a interpretar los efectos significativos. Las Gráficas de Residuos ayudan a juzgar si los datos han violado los supuestos subyacentes al análisis de varianza.

La Figura 29 se muestra la gráfica de Dispersión por código de Nivel, relaciona la Velocidad de Secado kg agua/(h.m²) por niveles de Temperatura (°C). Hay 182 valores trazados en esta gráfica. Se aprecia que todos los procesos son medianamente uniformes pero el que presenta mayor uniformidad es el proceso de temperatura de 60°C.

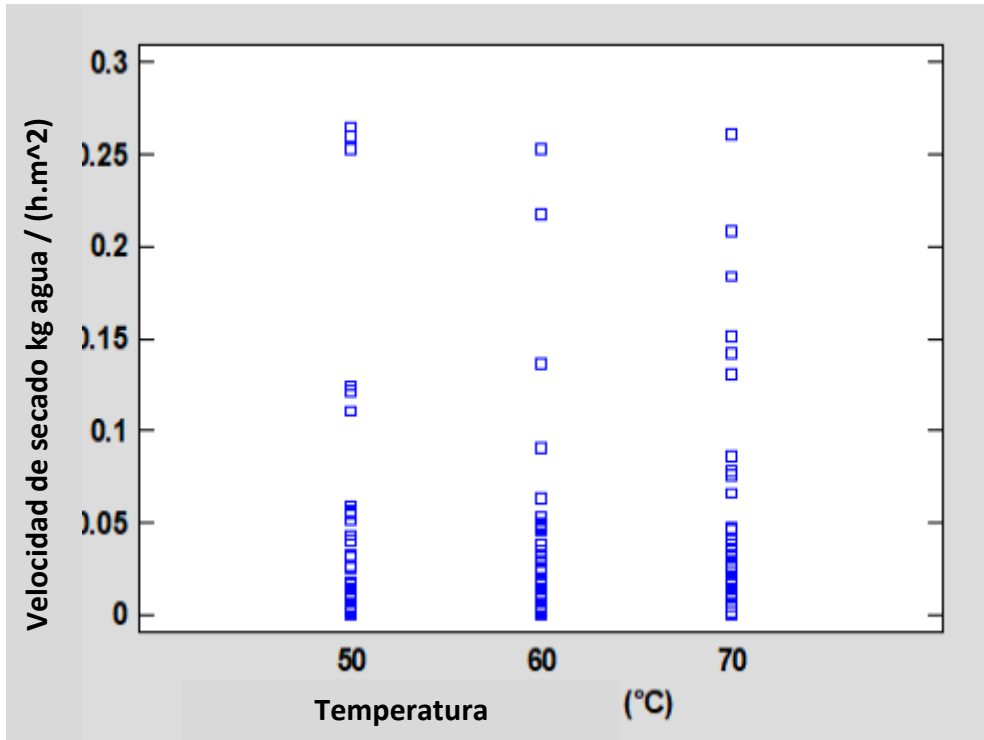


Figura 29: Dispersión por código de nivel

En la Figura 30 se aprecia que todos los procesos son medianamente uniformes pero el que presenta mayor uniformidad es el proceso de peso de 3.8 kg.

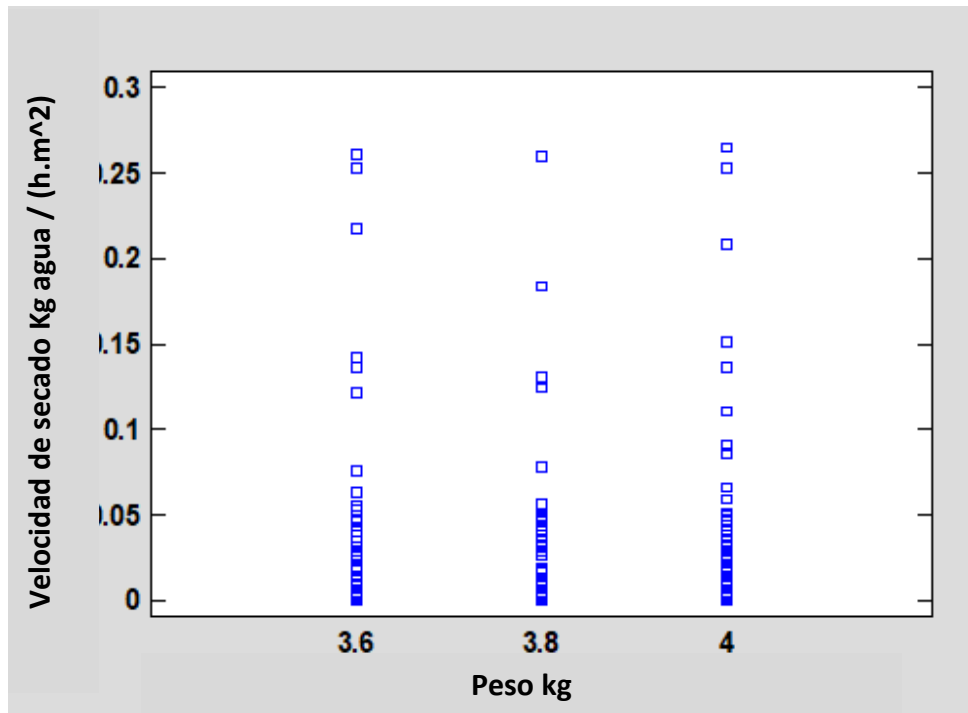


Figura 30: Dispersión por código de nivel

En la Figura 31 se presentan todas las temperaturas y todos los pesos, descomponemos la variabilidad en todas las velocidades. No hay mucha diferencia significativa entre todos los cruces posibles de todos los procesos planteados. En el gráfico, el proceso de peso 3.8 kg. y temperatura de 60°C evidencia una mayor interacción de las velocidades (Tabla 15).

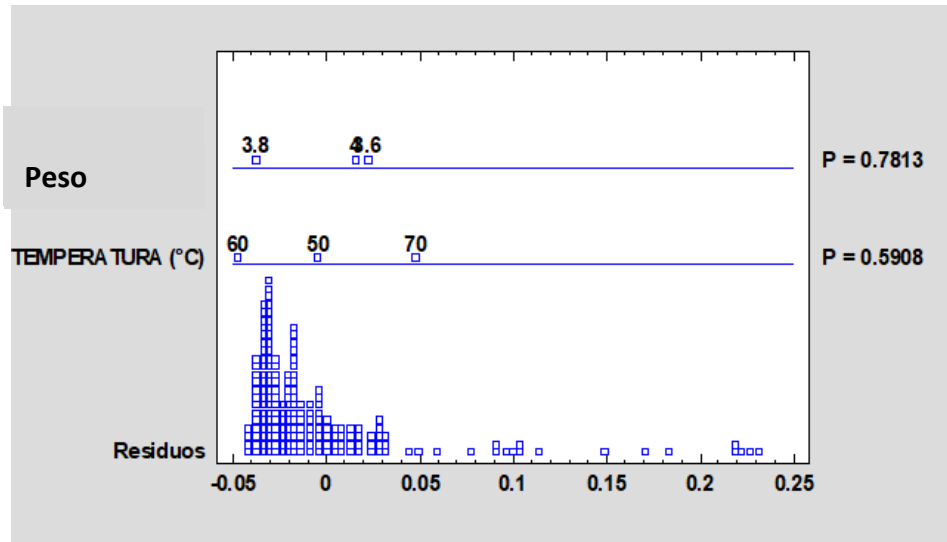


Figura 31: ANOVA gráfico para velocidad de secado kg agua/hm²

Tabla 15: Análisis de Varianza para velocidad de secado kg agua/ (h.m²) - suma de cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Temperatura (°C)	0.00316771	2	0.00158386	0.53	0.5908
B: Peso (kg)	0.00148342	2	0.000741708	0.25	0.7813
Interacciones					
AB	0.00234844	4	0.00058711	0.20	0.9404
Residuos	0.519126	173	0.00300073		
Total (corregido)	0.52639	181			

*Todas la razones-F se basan en el cuadrado de error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Velocidad de Secado kg agua/(h m²) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los

interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Velocidad de Secado kg agua/(h.m²) con un 95.0% de nivel de confianza.

El ANOVA gráfico muestra los efectos de cada factor escalados de tal modo que pueden ser comparados con la variabilidad de los residuos. Para cada factor, se muestran las diferencias de los niveles medios estimados con respecto a la media global estimada. Cualquier factor que muestre una variabilidad considerablemente más grande que los residuos, seguramente es un factor importante.

La Figura 32 muestra la media de Velocidad de Secado kg agua/(h.m²) para cada uno de los niveles de Temperatura (°C). También muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces. Cualquier par de intervalos que no se traslapen verticalmente corresponden a pares de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa. Puede hacerse una comparación detallada de las medias seleccionando Pruebas de Rangos Múltiples, de la lista de Opciones Tabulares.

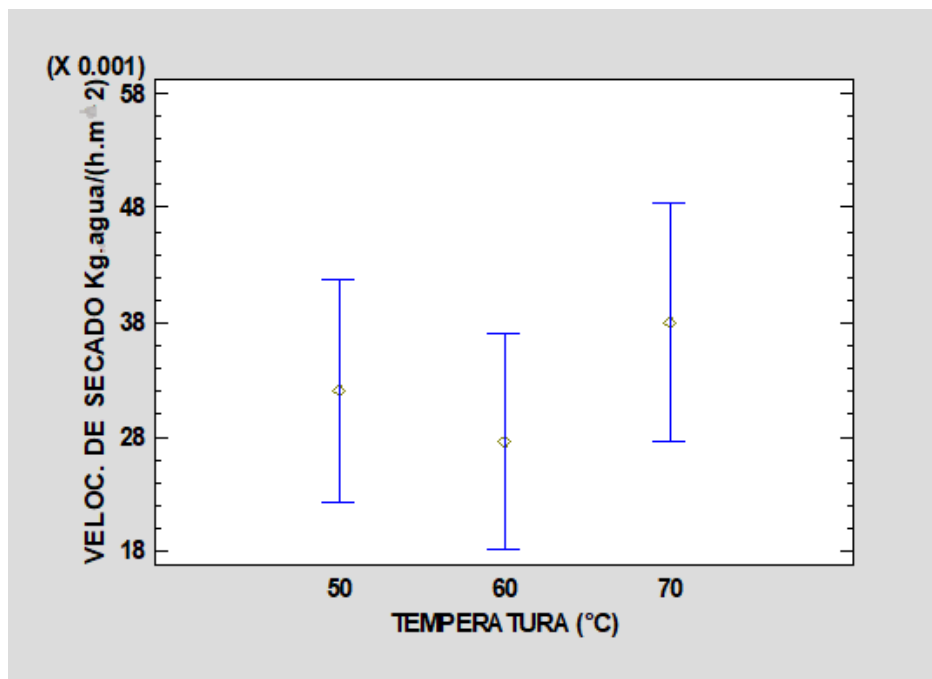


Figura 32: Medias y 95.0% de Fisher LSD

Se aprecia que todos los procesos son medianamente uniformes pero el que presenta mayor uniformidad es el proceso de temperatura de 60°C.

La Figura 33 muestra la media de Velocidad de Secado $\text{kg agua}/(\text{h.m}^2)$ para cada uno de los niveles de Peso (kg). También muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95.0% de las veces. Cualquier par de intervalos que no se traslapen verticalmente corresponden a pares de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa. Puede hacerse una comparación detallada de las medias seleccionando Pruebas de Rangos Múltiples, de la lista de Opciones Tabulares.

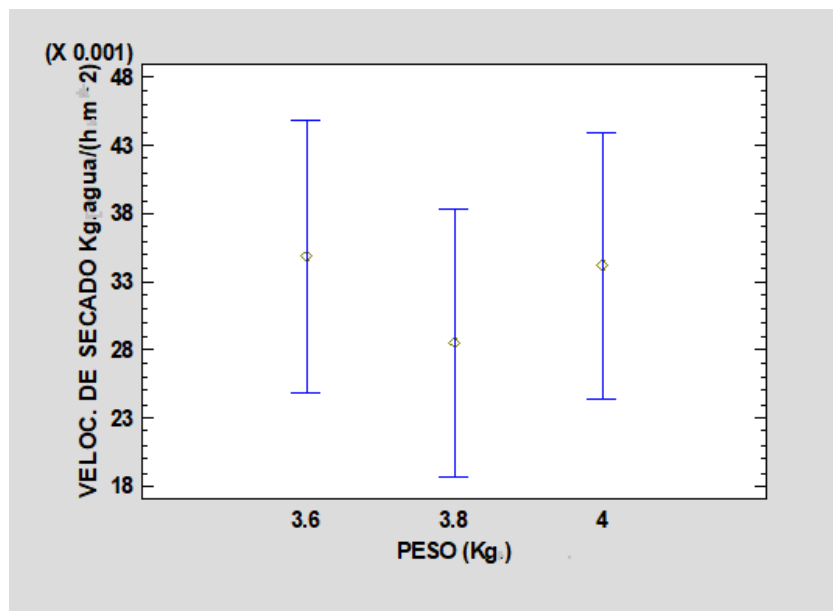


Figura 33: Medias y 95.0% de Fisher LSD

Se aprecia que todos los procesos son medianamente uniformes pero el que presenta mayor uniformidad es el proceso de 3.8 kg de peso (Tabla 16).

Tabla 16: Pruebas de múltiple rangos para velocidad de secado $\text{kg agua}/(\text{h.m}^2)$ por temperatura (°C)

Temperatura (°C)	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
60	66	0.0276138	0.00675746	X

«continuación»

50	62	0.0320136	0.00696395	X
70	54	0.0379528	0.00746215	X

Método: 95.0 porcentaje LSD

Esta gráfica aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0 (Tabla 17).

Tabla 17: Pruebas de múltiple rangos para velocidad de secado kg agua/ (h.m²) por peso (kg)

Peso (kg)	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
3.8	61	0.0284933	0.00704911	X
4.0	62	0.0341516	0.00697962	X
3.6	59	0.0349352	0.00717206	X

Método: 95,0 porcentaje LSD

En la Figura 34 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima

significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

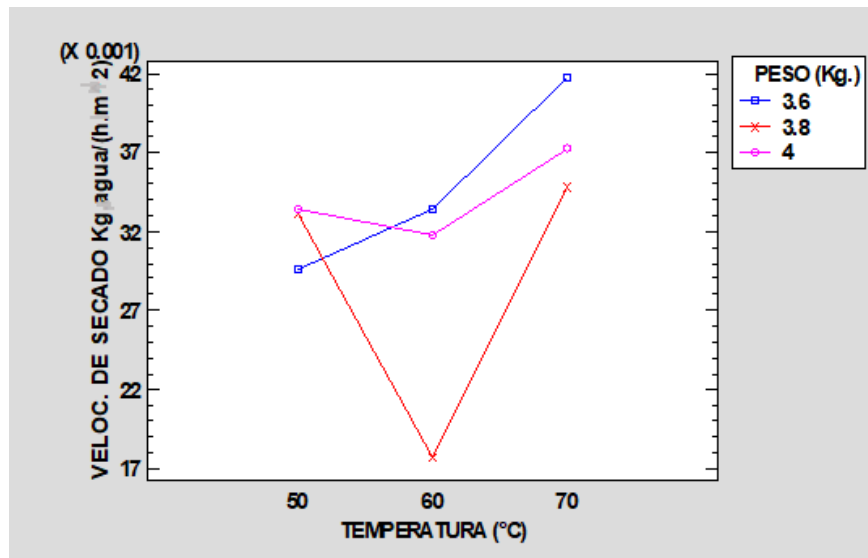


Figura 34: Gráficas de interacciones - peso

La Figura 35 presenta una gráfica de interacción, la cual es útil para interpretar la interacción entre Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Peso (kg). Las 3 líneas trazadas en la gráfica representan cada uno de los niveles de Peso (kg). Conectan las medias de mínimos cuadrados para los 3 niveles de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Si no existiera ninguna interacción, estas líneas serían paralelas. Entre más fuerte sea la interacción, más diferente será la forma de las líneas. Los 3 procesos son similares entre sí y podrían llevar a la obtención de productos similares también.

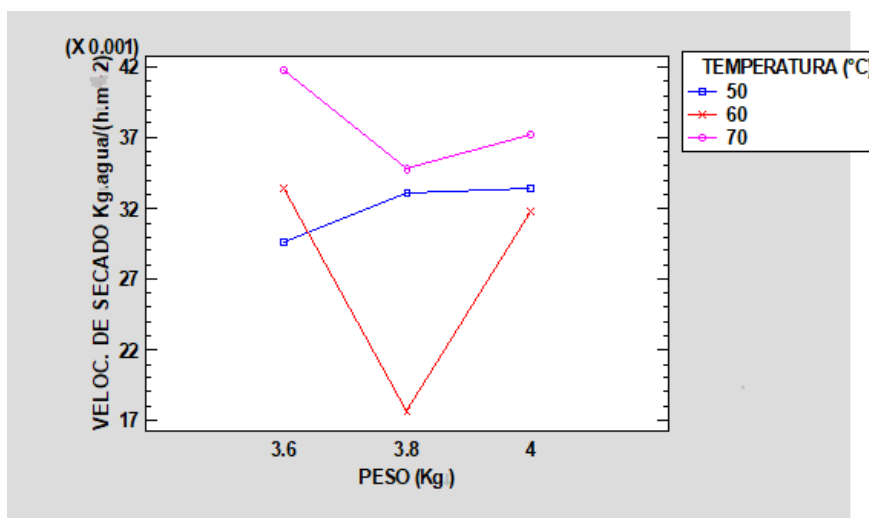


Figura 35: Gráficas de interacciones - temperatura

Esta gráfica de interacción es útil para interpretar la interacción entre Peso (kg) y Temperatura (°C). Las 3 líneas trazadas en la gráfica representan cada uno de los niveles de Temperatura (°C). Conectan las medias de mínimos cuadrados para los 3 niveles de Peso (kg). Si no existiera ninguna interacción, estas líneas serían paralelas. Entre más fuerte sea la interacción, más diferente será la forma de las líneas.

Los 3 procesos son similares entre sí y podrían llevar a la obtención de productos similares también.

La Figura 36 muestra los residuos versus los niveles de Temperatura (°C). Los residuos son igual a: los valores observados de Velocidad de Secado kg agua/ (h.m²) menos la media de Velocidad de Secado kg agua/ (h.m²) para el grupo del cual provienen. Se debe revisar esta gráfica para verificar que la variabilidad dentro de cada nivel de Temperatura (°C) es aproximadamente la misma.

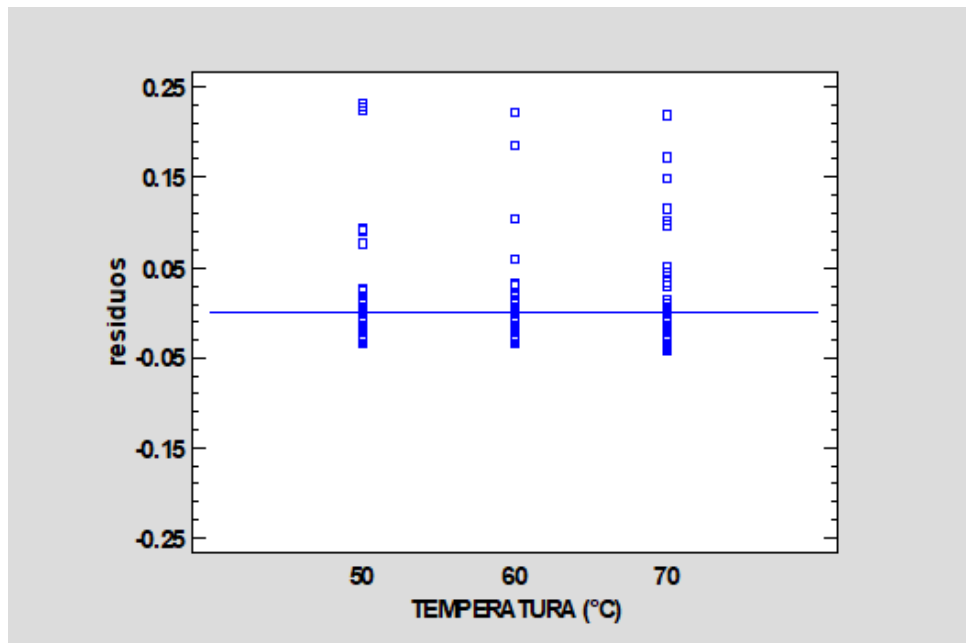


Figura 36: Gráficas de residuos para velocidades de secado a niveles de temperatura

Los 3 procesos son similares entre sí y podrían llevar a la obtención de productos similares también. El proceso de temperatura de 60°C. es más uniforme porque no existe variabilidad entre cada nivel de temperatura.

La Figura 37 muestra los residuos versus los niveles de Peso (kg). Los residuos son igual a: los valores observados de Velocidad de Secado kg agua/ (h.m²) menos la media de Velocidad de Secado kg agua/ (h m²) para el grupo del cual provienen. Se debe revisar esta gráfica para verificar que la variabilidad dentro de cada nivel de Peso (kg) es aproximadamente la misma.

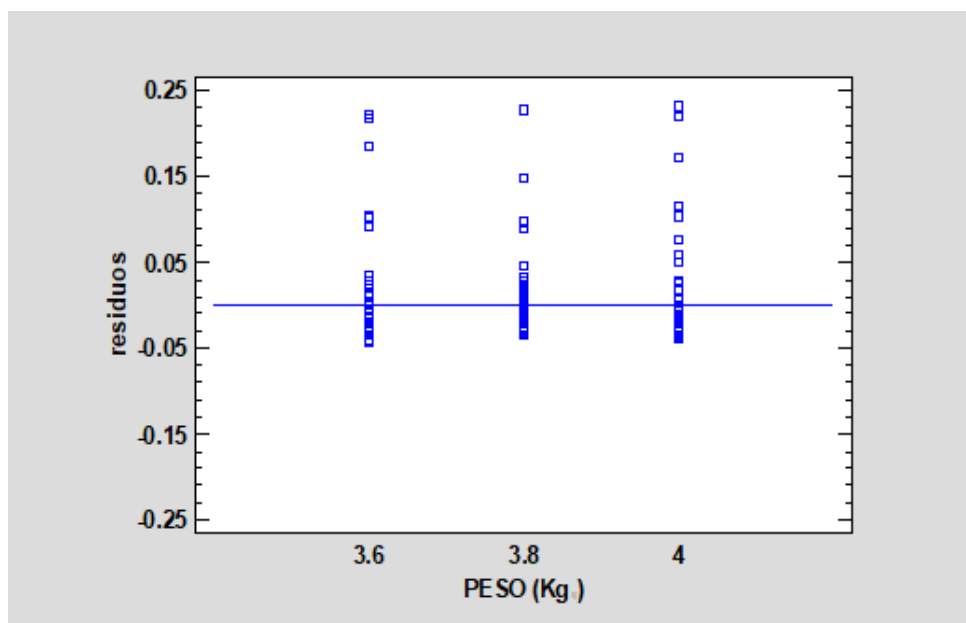


Figura 37: Gráficas de residuos para velocidades de secado a niveles de peso

Los 3 procesos son similares entre sí y podrían llevar a la obtención de productos similares también. El proceso de 3.8 kg es más uniforme porque no existe variabilidad entre cada nivel de peso.

4.2. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y EVALUACIÓN SENSORIAL

4.2.1. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

El informe de laboratorio con las características fisicoquímicas, así como la cuantificación de azúcares individuales y totales del arándano deshidratado se detallan en el Anexo 2; el resumen de valores se muestra en la Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 18: Porcentaje de azúcar del arándano deshidratado

Azúcares		LCM	Unidad	Resultados
Azúcares individuales y totales	Fructuosa	0.70	g/100 g	27.30
	Glucosa	0.70	g/100 g	26.91
	Lactosa	0.70	g/100 g	< 0.70
	Maltosa	0.70	g/100 g	< 0.70
	Sacarosa	0.70	g/100 g	< 0.70
Azúcares reductores		-	g/100 g	54.21
Azúcares totales		-	g/100 g	54.21

Tabla 19: Análisis físico químicas del arándano deshidratado

Ensayos	Unidad	Resultados
Proteína (N x 6.25)	g/100 g	2.13
Grasa	g/100 g	0.39
Humedad	g/100 g	22.36
Ceniza	g/100 g	0.87
Fibra	g/100 g	4.75
Carbohidratos	g/100 g	74.25
Energía total	Kcal/100 g	309.03

En la Tabla 20 se muestra las características sensoriales del producto.

Tabla 20: Características sensoriales del arándano deshidratado

Características	
Color	Color negro azulado propio del producto (Dependiendo de la variedad).
Textura	Firme
Sabor	Característico de la fruta.
Olor	Agradable propia del producto, libre de olores extraños.
Persevantes	No persevantes.

4.2.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO

En la Tabla 21 se muestran los resultados de las principales características microbiológicas; el informe de laboratorio respectivo se presenta en el Anexo 3.

Tabla 21: Características microbiológicas de la muestra de arándano deshidratado

2	LC	Unidad	n1
<i>Bacillus cereus</i> (Recuento presuntivo)	100	UFC/g	<100 /sup>
Detección de <i>Escherichia coli</i> /10g	-	/10 g	No detectado
Recuento de Coliformes	10	UFC/g	<10
Recuento en Placa de Aerobios Mesófilos	10	UFC/g	10 ** /sup>
<i>Salmonella</i>	-	- /25 g	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	UFC/g	<10
Levaduras Osmófilas	10	UFC/04 Unidad muestreada	<10
Mohos Osmófilos	10	UFC/g	<10
Recuento de Levaduras	10	UFC/g	< 10 est.
Recuento de Mohos	10	UFC/g	< 10 est.

Estos resultados indican que el producto es inocuo, por lo tanto, no afecta a la salud humana.

4.2.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO (SENSORIAL)

Para determinar el nivel de aceptabilidad, se realizó el análisis sensorial. En la Tabla 22 se presenta el resultado de la prueba realizada a diez jueces sobre la aceptabilidad del producto; y en la Tabla 23 se detalla la respuesta de 10 jueces a los diferentes procesos.

Tabla 22: Grado de aceptabilidad de los diferentes procesos de secado (temperatura y peso) con 10 jueces

Valor	Muestra del grado de aceptabilidad	50°C (N)	3.6 kg (%)	50°C (N)	3.8 kg (%)	50°C (N)	4.0 kg (%)	60°C (N)	3.6 kg (%)	60°C (N)	3.8 kg (%)	60°C (N)	4.0 kg (%)	70°C (N)	3.6 kg (%)	70°C (N)	3.8 kg (%)	70°C (N)	4.0 kg (%)
9	Me gusta extremadamente	0	0	0	0	0	0	0	0	8	80	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Me gusta mucho	0	0	0	0	0	0	7	70	1	10	6	60	0	0	0	0	0	0
7	Me gusta medianamente	7	70	8	80	7	70	2	20	1	10	3	30	6	60	6	60	5	50
6	Me gusta algo	3	30	2	20	2	20	1	10	0	0	0	0	3	30	1	10	2	20
5	Me es indiferente	0	0	0	0	1	10		0	0	0	1	10	1	10	2	20	2	10
4	Me disgusta algo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	
3	Me disgusta medianamente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Me disgusta extremadamente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	1000	10	100

Tabla 23: Respuesta de 10 jueces a los diferentes procesos multiplicado por 10 al valor asignado

Jueces	50°C	3.6 kg	50°C	3.8 kg	50°C	4.0 kg	60°C	3.6 kg	60°C	3.8 kg	60°C	4.0 kg	70°C	3.6 kg	70°C	3.8 kg	70°C	4.0 kg
1	70		70		70		80		90		80		70		70		70	
2	70		70		70		80		90		80		70		70		70	
3	70		70		70		80		90		80		70		70		70	
4	70		70		70		80		90		80		70		70		70	
5	70		70		70		80		90		80		70		70		70	
6	70		70		70		80		90		80		70		70		60	
7	70		70		70		80		90		70		60		70		60	
8	70		70		60		70		90		70		60		50		50	
9	60		60		60		70		80		70		60		50		50	
10	60		60		50		50		70		50		50		40		40	

a. **ANOVA MULTIFACTORIAL - EVALUACIÓN SENSORIAL**

- **Variable dependiente:** Evaluación Sensorial
- **Factores:** Muestras & Jueces
- **Número de casos completos:** 90

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de varios factores para Evaluación Sensorial. Realiza varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Evaluación Sensorial. También evalúa la significancia de las interacciones entre los factores, si es que hay suficientes datos. Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. Para cada factor significativo, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuales medias son significativamente diferentes de otras. La Gráfica de Medias y la Gráfica de Interacciones le ayudarán a interpretar los efectos significativos. Las Gráficas de Residuos le ayudarán a juzgar si los datos han violado los supuestos subyacentes al análisis de varianza (Figura 38).

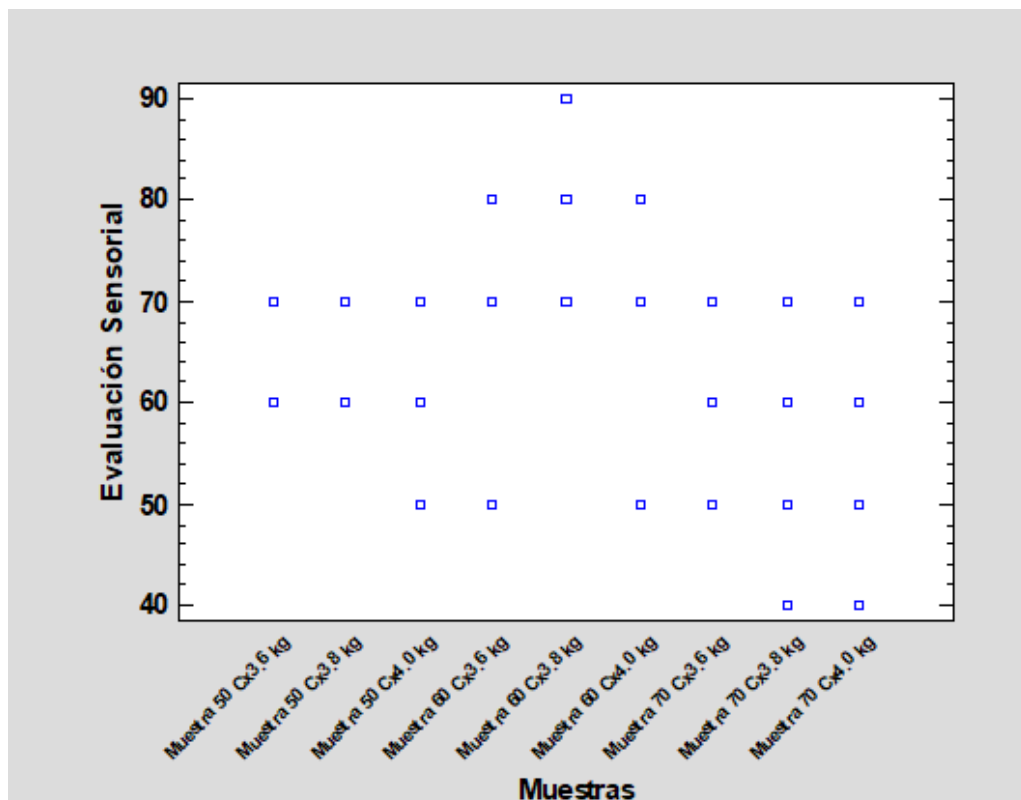


Figura 38: Dispersión por código de nivel

Aquí se muestra una gráfica de Evaluación Sensorial por niveles de Muestras. Hay 90 valores trazados en esta gráfica.

La ponderación para el proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg tiene un puntaje más significativo que los demás procesos (Tabla 24).

Tabla 24: Análisis de varianza para evaluación sensorial - suma de cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Muestras	5262.22	8	657.778	48.22	0.0000
B: Jueces	4627.78	9	514.198	37.69	0.0000
Residuos	982.222	72	13.642		
Total (corregido)	10872.2	89			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Evaluación Sensorial en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Evaluación Sensorial con un 95.0% de nivel de confianza.

Se evidenció una diferencia estadística significativa entre la opinión de los jueces sobre cada muestra dado que los valores P son menores que 0.05 con un 95% de nivel de confianza (Tabla 25).

Tabla 25: Medias por mínimos cuadrados para evaluación sensorial con intervalos de confianza 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error	Límite	Límite
			Est.	Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	90	69.4444			
Muestras					
Muestra 50°C x 3.6 kg	10	67.0	1.16799	64.6717	69.3283
Muestra 50°C x 3.8 kg	10	68.0	1.16799	65.6717	70.3283
Muestra 50°C x 4.0 kg	10	66.0	1.16799	63.6717	68.3283
Muestra 60°C x 3.6 kg	10	75.0	1.16799	72.6717	77.3283
Muestra 60°C x 3.8 kg	10	87.0	1.16799	84.6717	89.3283
Muestra 60°C x 4.0 kg	10	74.0	1.16799	71.6717	76.3283
Muestra 70°C x 3.6 kg	10	65.0	1.16799	62.6717	67.3283
Muestra 70°C x 3.8 kg	10	62.0	1.16799	59.6717	64.3283
Muestra 70°C x 4.0 kg	10	61.0	1.16799	58.6717	63.3283
Jueces					
Juez 1	9	74.4444	1.23117	71.9902	76.8987
Juez 10	9	52.2222	1.23117	49.7679	54.6765
Juez 2	9	74.4444	1.23117	71.9902	76.8987
Juez 3	9	74.4444	1.23117	71.9902	76.8987
Juez 4	9	74.4444	1.23117	71.9902	76.8987
Juez 5	9	74.4444	1.23117	71.9902	76.8987
Juez 6	9	73.3333	1.23117	70.879	75.7876
Juez 7	9	70.0	1.23117	67.5457	72.4543
Juez 8	9	64.4444	1.23117	61.9902	66.8987
Juez 9	9	62.2222	1.23117	59.7679	64.6765

Esta tabla muestra la media de Evaluación Sensorial para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. Pueden desplegarse estas medias e intervalos seleccionado Gráfica de Medias de la lista de Opciones Gráficas.

El proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg. obtiene un mejor promedio (87) que las demás muestras. Se evidencia una diferencia estadística significativa (Figura 39).

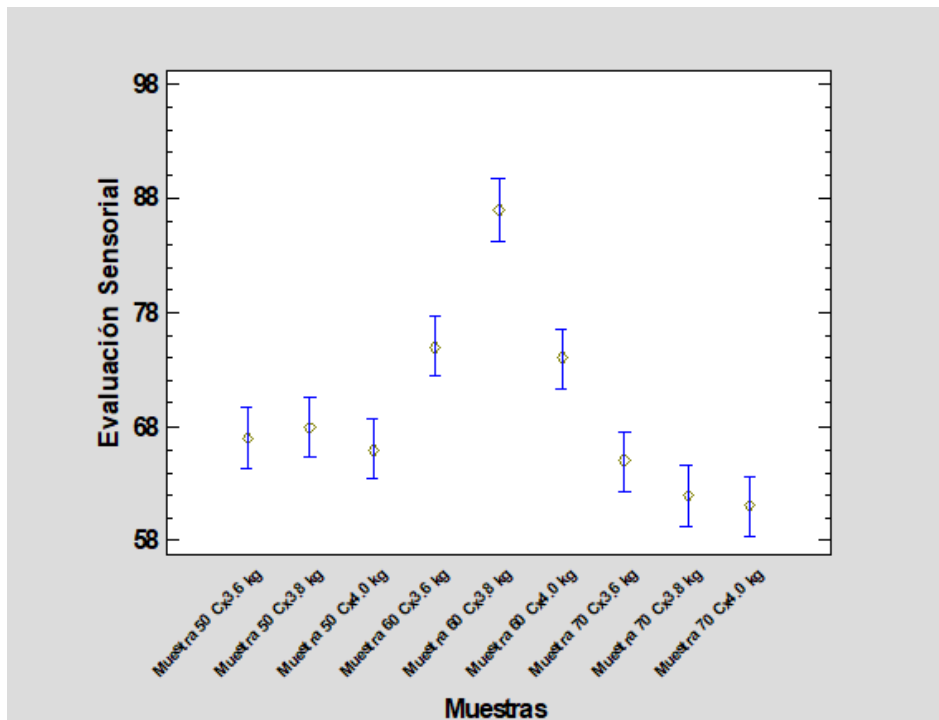


Figura 39: Medias y 95.0% de Tukey HSD

Esta gráfica muestra la media de Evaluación Sensorial para cada uno de los niveles de Muestras. También muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Están contruidos de tal forma que, si todas las medias son iguales, todos los intervalos se traslaparán 95.0% de las veces. Cualquier par de intervalos que no se traslapen verticalmente corresponden a pares de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa. Puede hacerse una comparación detallada de las medias seleccionando Pruebas de Rangos Múltiples, de la lista de Opciones Tabulares (Tabla 26).

Tabla 26: Pruebas de múltiple rangos para evaluación sensorial por muestras

Muestras	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
Muestra 70°C x 4.0 kg	10	61.0	1.16799	X
Muestra 70°C x 3.8 kg	10	62.0	1.16799	XX
Muestra 70°C x 3.6 kg	10	65.0	1.16799	XXX

«continuación»

Muestra 50°C x 4.0 kg	10	66.0	1.16799	XXX
Muestra 50°C x 3.6 kg	10	67.0	1.16799	XX
Muestra 50°C x 3.8 kg	10	68.0	1.16799	X
Muestra 60°C x 4.0 kg	10	74.0	1.16799	X
Muestra 60°C x 3.6 kg	10	75.0	1.16799	X
Muestra 60°C x 3.8 kg	10	87.0	1.16799	X

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

El proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg obtiene un mejor promedio (87) que las demás muestras. Se evidencia una diferencia estadística significativa ya que obtiene un mejor promedio que las demás muestras; se evidencia una diferencia estadística significativa. Este cruce se detalla en la Tabla 27.

Tabla 27: Cruces de muestras

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 50°C x 3.8 kg		-1.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 50°C x 4.0 kg		1.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 60°C x 3.6 kg	*	-8.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 60°C x 3.8 kg	*	-20.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 60°C x 4.0 kg	*	-7.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 3.6 kg		2.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 3.8 kg		5.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg	*	6.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.8 kg - Muestra 50°C x 4.0 kg		2.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.8 kg - Muestra 60°C x 3.6 kg	*	-7.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.8 kg - Muestra 60°C x 3.8 kg	*	-19.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.8 kg - Muestra 60°C x 4.0 kg	*	-6.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.8 kg - Muestra 70°C x 3.6 kg		3.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.8 kg - Muestra 70°C x 3.8 kg	*	6.0	5.28233
Muestra 50°C x 3.8 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg	*	7.0	5.28233
Muestra 50°C x 4.0 kg - Muestra 60°C x 3.6 kg	*	-9.0	5.28233

«continuación»

Muestra 50°C x 4.0 kg - Muestra 60°C x 3.8 kg	*	-21.0	5.28233
Muestra 50°C x 4.0 kg - Muestra 60°C x 4.0 kg	*	-8.0	5.28233
Muestra 50°C x 4.0 kg - Muestra 70°C x 3.6 kg		1.0	5.28233
Muestra 50°C x 4.0 kg - Muestra 70°C x 3.8 kg		4.0	5.28233
Muestra 50°C x 4.0 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg		5.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.6 kg - Muestra 60°C x 3.8 kg	*	-12.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.6 kg - Muestra 60°C x 4.0 kg		1.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 3.6 kg	*	10.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 3.8 kg	*	13.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg	*	14.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.8 kg - Muestra 60°C x 4.0 kg	*	13.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.8 kg - Muestra 70°C x 3.6 kg	*	22.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.8 kg - Muestra 70°C x 3.8 kg	*	25.0	5.28233
Muestra 60°C x 3.8 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg	*	26.0	5.28233
Muestra 60°C x 4.0 kg - Muestra 70°C x 3.6 kg	*	9.0	5.28233
Muestra 60°C x 4.0 kg - Muestra 70°C x 3.8 kg	*	12.0	5.28233
Muestra 60°C x 4.0 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg	*	13.0	5.28233
Muestra 70°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 3.8 kg		3.0	5.28233
Muestra 70°C x 3.6 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg		4.0	5.28233
Muestra 70°C x 3.8 kg - Muestra 70°C x 4.0 kg		1.0	5.28233

* Indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 23 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 5 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

El proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg presenta una diferencia de 26 puntos entre los promedios de las demás muestras, siendo una diferencia significativa (Figura 40).

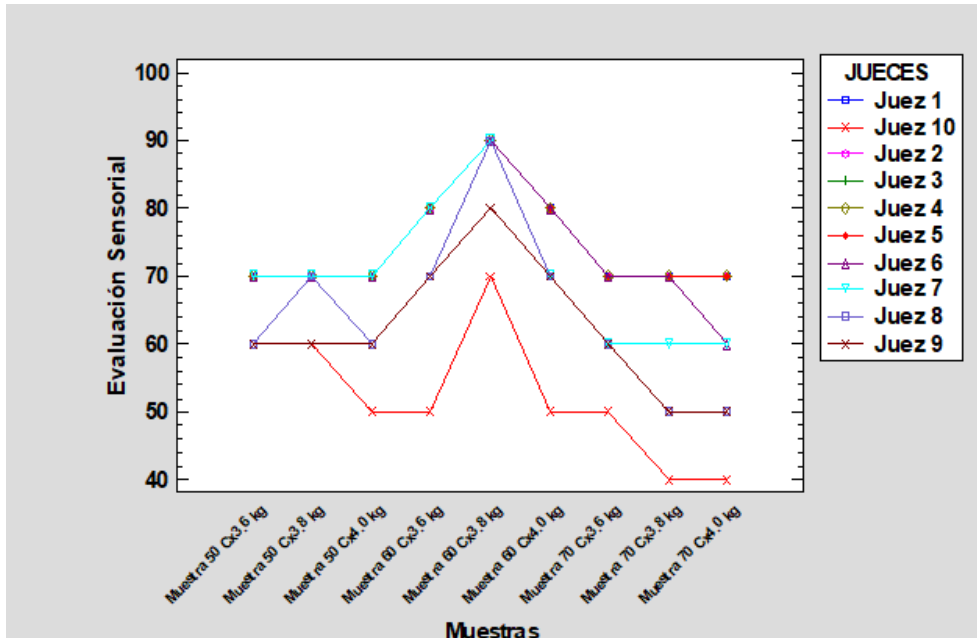


Figura 40: Gráfico de interacciones

Esta gráfica de interacción es útil para interpretar la interacción entre Muestras y JUECES. Las 10 líneas trazadas en la gráfica representan cada uno de los niveles de JUECES. Conectan las medias de mínimos cuadrados para los 9 niveles de Muestras. Si no existiera ninguna interacción, estas líneas serían paralelas. Entre más fuerte sea la interacción, más diferente será la forma de las líneas. Se evidencia el comportamiento de la opinión del juez respecto a cada muestra.

La ponderación para el proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg tiene un puntaje más significativo en la escala de preferencia.

4.3. ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

Se presentan los costos de producción de un contenedor de arándano deshidratado en la empresa Procesos Agroindustriales. La Tabla 28 muestra la cantidad de materia prima y los rendimientos obtenidos para producir un contenedor con fines de exportación.

Tabla 28: Cantidad de materia prima y rendimiento

Descripción	Total (S/)
kg de producto terminado por contenedor	20000.00
kg de Materia Prima	229320.00
kg de Producto terminado	34398.00
Rendimiento (%)	15.00
Cajas x fcl	1600.00
Cantidad de cajas producidas	2751.84

Los costos de materia prima se mencionan en la Tabla 29; en la Tabla 30 se muestran los costos de servicio y en la Tabla 31 se detallan los costos de materiales de embalaje.

Tabla 29: Costo de materia prima y flete

Variable	Cantidad	Costo unitario	Total (S/)
Materia Prima	229,320	3.50	802.620
Flete	229,320	0.06	13 759.20
Total			816 379.20

Tabla 30: Costo de servicios de planta para el arándano deshidratado

Descripción	Costo total (S/)
Energía eléctrica	26.000
Agua red	8.000
combustible GLP	51.350
Telefonía e Internet	1.404
Análisis microbiológicos de terceros	3.000
Total	89.754

Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Merma 2%	Costo total (S/)
Bolsas plásticas (12.5 kg)	Unidad	0.83	2751.84	2806.88	2328.30
Cajas de cartón (12.5 kg)	Unidad	5.14	2751.84	2806.88	14413.31
Cintas de embalaje azul (1110 Yards)	Rollo	34.52	13.76	14.03	484.51
Bolsas plásticas (2.5 kg)	Millar	0.34	13759.20	14034.38	4822.92
Etiqueta de caja - Cabezal	Unidad	0.20	2751.84	2806.88	561.38
Parihuela	Unidad	51.35	34.40	35.09	1801.66
Steech film	Rollo	18.00	8.60	8.77	157.89
Zuncho plástico 5/8 "	Rollo	52.00	7.00	7.14	371.28
Grapas metálicas 5/8"	kg	23.00	3.00	3.06	70.38
Esquineros de cartón (2.08 m)	Unidad	3.95	140.00	142.80	564.06
Prescinto plástico	Unidad	0.12	2806.88	2863.01	343.56
Total					25919.25

Tabla 31: Costo de materiales de embalaje en soles

Los costos de materiales de limpieza y desinfección se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32: Costo de materiales de limpieza y desinfección

Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Merma 2%	Costo total (S/)
Guantes	Unidad	5.50	250.00	255.00	140.50
Cloro granulado	kg	11.06	39.00	39.78	439.97
Alcohol gel	Kg	15.01	50.00	51.00	765.51
Detergente	kg	2.35	65.00	66.30	155.81
Jabón líquido	kg	8.49	80.00	81.60	692.99

«continuación»

Wypall x70	Unidad	29.00	15.00	15.30	443.70
Papel de baño jumbo 380 m	Rollo	12.00	75.00	76.50	918.00
Papel toalla	Rollo	7.00	65.00	66.30	464.10
<hr/>					
Total					5282.57

En la Tabla 33, se muestran los costos de materiales de uso indirecto, asimismo en la Tabla 34, se muestran los costos de mano de obra y en la Tabla 35, se presenta los costos fijos de planta.

Tabla 33: Costos de materiales de uso indirecto

Descripción	Costo total (S/)
Útiles de oficina en general	1500.00
Caja chica de mantenimiento	6000.00
Total	7500.00

Tabla 34: Costo de mano de obra directa

Descripción	Costo total (S/)
Salarios operarios	61120.8

Tabla 35: Costos fijos de planta

Descripción	Costo total (S/)
Alquileres	7000.00
Contabilidad externa	4500.00
Seguros	4500.00
Mantenimiento de vehiculos	3500.00
Combustibles de vehiculos	3500.00
Mantenimiento de planta	5000.00
Certificaciones internacionales	2000.00
Caja chica	8000.00
Total	38000.00

En la Tabla 36, se muestra el resumen del costo *exworks* en dólares a una tasa de cambio de 3.95 soles.

Tabla 36: Costo ex works

Resumen	Dólares (\$)
Costo de Materia Prima	6.01
Costo de servicios de planta	0.66
Costo de materiales de uso directo en producción:	0.23
Costo de materiales de uso indirecto:	0.22
Costo de mano de obra indirecta:	0.24
Costo fijo de planta:	0.28
Total	7.64

En la Tabla 37, se muestra el costo logístico y en la Tabla 38, se muestra el resumen de costo FOB.

Tabla 37: Costo logístico de despacho y financiero

Descripción	Dólares (\$)
Servicio Integral (adunas y logística a puerto)	0.08
3% del Costo Ex works	0.23

Tabla 38: Costo FOB

Costo FOB	Dólares (\$)
Total	7.94

Los análisis de costos indican que el costo de producción de un kg de arándano deshidratado en la planta (Ex FOB) es de \$ 7.64 y puesto en puerto de embarque es de \$7.94.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El deshidratado de frutas, generalmente, es realizado como una forma de conservación de alimentos; dado que, alarga la vida útil, al reducir la humedad y permite disponer de fruta más allá de la estación de cosecha; asimismo el deshidratado de frutas se utiliza para generar productos de consumo directo, como también para abastecer a otras industrias que utilizan estos insumos; al deshidratar no sólo se genera un cambio en la humedad, sino también el aspecto físico y organoléptico de las frutas.

El objetivo de la investigación fue analizar el procesamiento para obtener arándano azul deshidratado a partir de fruta que no se puede exportar como fruta fresca y cuyo costo es más económico. Además, debemos tener en cuenta que se viene incrementando la producción de arándano en las zonas como Olmos y Piura, cerca de la planta de proceso.

Los resultados muestran que es factible deshidratar arándano azul debido a que se dispone con equipamiento para este tipo de proceso y se tiene una capacidad de producción máxima de alrededor de 9 828 kg aproximada de fruta fresca por día; esta capacidad es mayor a la capacidad de producción señalada por Vera & Castro (2017), quienes indican que una planta de procesamiento de arándano en Cañete tiene una capacidad de 60 t al año, lo que permitiría tener una mayor oferta para el mercado; sin embargo, se debe tener en cuenta que la producción de arándano es estacional, sólo se produce en los meses de julio a noviembre, período en el cual también se produce aguaymanto. Esto indicaría que la empresa debe planificar el deshidratado de otros tipos de productos para maximizar la capacidad instalada.

En relación al proceso de deshidratado, se realizaron diversas operaciones iniciando con la fase de recepción de la materia prima fresca, el pesado, el calibrado y selección, el lavado y desinfección; la segunda fase inicia con la disposición de bandejas, el deshidratado, el enfriado; en la tercera fase se realiza el envasado, el control de detección de metales, el empaquetado, el almacenamiento y finalmente el despacho; lo cual coincide con los procesos señalados por Ancajima *et al.* (2019), quienes investigaron el proceso productivo desde la recepción de materia prima hasta el empaquetado del producto final en bayas deshidratadas utilizando arándanos y aguaymantos de Piura.

En la fase experimental se utilizó arándano azul, diseñándose el estudio con tres muestras de masa diferentes (3.6, 3.8 y 4.0 kg) los cuales fueron sometidas a tres temperaturas (50, 60 y 70°C), los resultados muestran que el producto deshidratado tuvo una humedad final que varió entre 13.3% y 18.95%, los tiempos de secado variaron entre 17 a 22 horas, el cual dependió de la temperatura de secado; es decir, a menor temperatura, mayor tiempo y viceversa.

Se obtuvo un rendimiento de aproximadamente 15% de producto final, al respecto Ancajima *et al.* (2019) obtuvieron una humedad del 11.20%; es decir, que lograron tener un producto más seco; sin embargo, ambos valores se encuentran dentro de los rangos aceptados en el mercado.

Los análisis fisicoquímicos muestran que el arándano deshidratado por cada 100 g presentó un total de 2.13 g de proteína, 74.25 g de carbohidratos y una energía de 309.03 Kcal; en relación con los azúcares, se determinó 27.30 g de fructuosa y 26.91 g de glucosa; lo cual indica que este tipo de productos mantiene propiedades beneficiosas para la salud.

Estos resultados se acercan a lo mencionado por Gonzáles (2014), por ejemplo, en proteínas (3.00 g), carbohidratos (80.00 g) y energía (325.00 Kcal). Estos resultados son importantes para que las personas incorporen en su alimentación arándano deshidratado por sus valores nutricionales que presenta.

El análisis microbiológico muestra que el producto es inocuo, dado que no presenta coliformes, salmonella, mohos, levaduras dentro del límite, *Escherichia coli* ni *Salmonella sp.*, coincidiendo en que el deshidratado inhibe el crecimiento de microorganismos que puedan afectar a la salud, lo cual es más frecuente en productos frescos, asimismo el análisis organoléptico indicó que el producto tenía aceptabilidad; sin embargo, el arándano procesado a una temperatura de 60° C presentó una mayor aceptabilidad.

Finalmente, se determinó que el costo de producción de 01 kg de arándano deshidratado era de S/ 25.97, este valor está muy cercano al encontrado por Ancajima *et al.* (2019), quienes indicaron un valor de S/ 26.90 el kg de arándano en la misma región.

4.5. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

El actual Trabajo de Suficiencia Profesional que se expone, se haya delimitado dentro del marco de todas las actividades que fueron realizadas por el Bachiller en Ciencias – Industrias Alimentarias, en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C., en el puesto de Gerente de Operaciones. La actividad en el sector agroindustrial, brinda el ambiente idóneo de trabajo para la aplicación de los conocimientos y competencias adquiridos en la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

En la producción de frutas deshidratadas, se llevan a cabo actividades diarias donde, por ejemplo, se aprueban o rechazan materias primas, se aprueban insumos e ingredientes, se lleva a cabo el desarrollo del diagrama de flujo de las operaciones unitarias a realizar, se realiza revisión de legislación nacional e internacional según el mercado destino, hay revisión de costos de producción entre muchas otras actividades en general. Para poder llevar a cabo estas funciones, se aplicaron los conocimientos adquiridos en los cursos detallados en la Tabla 39.

Tabla 39: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral

Curso	Conocimientos puestos en práctica
Tecnología de Alimentos I	Conservación y procesamiento de alimentos
Análisis de Alimentos	Metodología de análisis de alimentos
Evaluación Sensorial de Alimentos	Pruebas de evaluación sensorial

De igual manera, específicamente en el procesamiento para la obtención de arándano azul deshidratado, se aplicaron conocimientos muy específicos de análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial, aplicación de tratamientos de conservación por disminución de la actividad de agua, que están relacionadas con las asignaturas detalladas en la Tabla 40.

Tabla 40: Cursos y conocimientos puestos en práctica en el procesamiento para la obtención de arándano azul deshidratado

Curso	Conocimientos puestos en práctica
Microbiología de Alimentos	Determinación de bacterias, mohos y levaduras
Ingeniería de los Alimentos III	Conservación de alimentos por deshidratación
Fisicoquímica de los Alimentos	Propiedades fisicoquímicas de alimentos deshidratados
Termodinámica	Aplicación del ciclo de Carnot

Para concluir, el conjunto de competencias y habilidades adquiridos y desarrollados durante los años de estudio, como son la búsqueda de información científica y técnica apropiada, el trabajo en equipo con fines comunes, la empatía grupal, responsabilidad exigida por los docentes que generaron hábitos positivos, entre otros, permiten un mejor desenvolvimiento en el centro de labores.

V. CONCLUSIONES

1. Se analizó el procesamiento para obtener arándano azul deshidratado en la empresa Procesos Agroindustriales S.A.C., el cual se inició con la evaluación de la capacidad de secado que cuenta la empresa, concluyendo que la empresa tiene el equipamiento para una capacidad máxima de producción de 9.828 kg de fruta fresca por cada 24 h, estableciendo como parámetros del proceso 60°C y un peso de bandeja de 3.8 kg.
2. El proceso de deshidratado presenta diversas operaciones, con una fase inicial que incluye la recepción de la materia prima fresca, el pesado, el calibrado y selección, el lavado y desinfección; la segunda fase se relaciona con el proceso de deshidratado que inicia con la disposición de bandejas, el deshidratado, el enfriado, en la tercera fase se realiza el envasado, el control de detección de metales, el empacado, el almacenamiento y finalmente el despachado.
3. En la fase experimental se determinó la velocidad de secado, evaluándose tres niveles de pesos de arándano fresco (3.6, 3.8 y 4.0 kg) sometidas a tres niveles de temperatura (50, 60 y 70°C), con rango de tiempo de deshidratado de 17- 24 horas, utilizando intervalos de control de 1 hora; los resultados muestran que la humedades finales están en el rango de 13.3 - 18.95% obteniéndose un rendimiento porcentual aproximado 15% y velocidades de secado iniciales promedio de 0.235 y las finales promedio de $0.003 \frac{kg \text{ agua}}{h.m^2}$. Según las Pruebas de Múltiple Rangos para *velocidad de secado* kg agua/ (h.m²) por *temperatura* (°C) y *peso* (kg) no hay una diferencia estadística significativa entre las medias de los procesos evaluados. Según la tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para *velocidad de secado* kg agua/ (h.m²) con intervalos de confianza del 95%, apreciamos que la media de valor 0.0176 que corresponde al proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg es menor a todas. Podemos inferir que esto genera un secado más homogéneo.

4. Los análisis fisicoquímicos muestran que el arándano deshidratado por cada 100 g presentó un total de 2.13 g de proteína, 74.25 g de carbohidratos y una energía de 309.03 Kcal, en relación con los azúcares se determinó 27.30 g de fructuosa y 26.91g de glucosa.
5. El análisis microbiológico indicó que el producto es inocuo, dado que los valores de coliformes, salmonella, mohos y levaduras, *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* están dentro del límite. El análisis organoléptico por criterio de jueces determinó que la muestra con mayor aceptabilidad fue la que tuvo un tratamiento a 60°C y peso de bandeja de 3.8 kg.
6. Para el análisis sensorial, según las Pruebas de Múltiple Rangos para Evaluación Sensorial por Muestras con el método de Tukey HSD, el proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg obtiene un mejor promedio de valor 87 que las demás muestras. Se evidencia una diferencia estadística significativa.
7. La ponderación para el proceso de temperatura de 60°C y de peso de 3.8 kg tiene un puntaje de valoración sensorial de 90, valor más significativo que los demás procesos. Esto se visualizó en la gráfica de dispersión por código de nivel, de acuerdo a la evaluación por ANOVA Multifactorial.
8. El costo de producción de 1 kilogramo de arándano deshidratado es de S/ 25.97 que equivalen a \$. 7.64.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mercado internacional para determinar los principales mercados emergentes y ampliar la actual cartera de clientes.
- Que se implemente un laboratorio de ensayos de facilite el desarrollo de nuevos productos con potencial internacional.
- Como consecuencia del análisis de línea, se recomienda explorar nuevas tecnológicas respecto a maquinaria de proceso para incrementar la productividad y la eficiencia de los recursos.
- Es importante la estandarización de los procesos para velar por la eficiencia de los recursos, la calidad y la seguridad alimentaria.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- American Oil Chemists' Society [AOCS]. (2017). Official methods of analysis (7° ed.). Illinois, Estados Unidos: AOCS.
- American Public Health Association [APHA]. (2015). Compendium of methods for the microbiological examination of foods (5° ed.). Estados Unidos, APHA. p. 277-280.
- Ancajima, L.; Chinga, L.; Girón, A.; Morán, B.; Saucedo, E. (2019). Diseño del proceso productivo de bayas deshidratadas a base de arándanos y aguaymanto de descarte en la región Piura (Tesis de licenciatura). Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Ardila, E.J. & Porras, L. (2007). Estudio de pre-factibilidad técnica y económica para el montaje de una planta deshidratadora de Uchuva (Tesis de grado). Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- Ares, G.; de Andrade, J.C.; Antúnez, L.; Alcaire, F.; Swaney-Stueve, M.; Gordon, S.; Jaeger, S.R. (2017). Hedonic product optimisation: CATA questions as alternatives to JAR scales. *Food Quality and Preference*, 55: 67-78.
- Association of Official Agricultural Chemists [AOAC]. (2019). Official methods of analysis (21° ed.). Virginia, Estados Unidos: AOAC Press.
- BRCS. (2018). Global standard food safety: interpretation guideline (8° ed.). Londres: BRCGS.
- Burga, C.; Canevaro, A.; Rodríguez, C.; Rojas, C.; Vidal, K. (2017). Producción de un snack nutritivo en base a frutos deshidratados (Tesis de licenciatura). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

- Cárdenas, M.; Flores, B.; Huamán, J. (2019). Exportación de arándanos frescos a EE.UU. (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales / Asociación De Exportadores [CIEN/ADEX]. (2021). Nota Semanal de Inteligencia Comercial - Arándanos: Perú alcanza el liderazgo en el mercado mundial [sitio web]. Recuperado de https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/CIEN_NSIM2_Febrero_2021_Final.pdf
- Contreras, A. & Paredes, O. (2009). Análisis de los métodos de cálculo del costo de producción de papa municipio Rangel del Mérida. *Revista Visión Gerencial*, 2: 227-242.
- Diario Gestión. (19 de enero de 2019). Arándanos: radiografía del cultivo cuya producción crece 206% anual en el Perú [sitio web]. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/arandanos-radiografia-cultivo-cuya-produccion-crece-206-anual-peru-257019-noticia/>
- Diario Oficial de la Unión Europea. (2005). Reglamento (CE) N° 2073/2005 de la Comisión relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios [sitio web]. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32005R2073&from=ES>
- Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria [DGPA]. (2020). Nota Técnica: estacionalidad de las exportaciones peruanas de arándanos frescos y el mercado Norteamericano. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).
- Durán, P. (2018). Estudio de factibilidad técnica y económica de una planta de secado de arándanos en base a energía geotérmica en la localidad de Liquiñe (Tesis de grado). Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Ellwanger, L.C. (2009). Evaluación técnica de los procesos de deshidratación osmótica y convectiva durante una práctica vinculada en una planta deshidratadora de berries (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

- Espicias Pedroza. (s.f). Dried fruits [sitio web]. Recuperado de <https://especiasedroza.es/en/21-dried-fruit>
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization [(FAO/WHO). (2016). Codex Alimentarius. Estado de los trabajos sobre el examen o la revisión de las normas del Codex para las frutas y hortalizas elaboradas (28ª reunión). Washington D.C., Estados Unidos de América: FAO/WHO.
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization [(FAO/WHO). (1971). Codex Alimentarius. CAC/RCP 5-1971: Código internacional de práctica de higiene para las frutas y hortalizas deshidratadas incluidos los hongos comestibles.
- Food and Drug Administration [FDA]. (1998). Bacteriological analytical manual (8º ed. Rev.). Estados Unidos, FDA.
- Food and Drug Administration [FDA]. (2019). Bacteriological analytical manual - Chapter 12: Staphylococcus aureus [sitio web]. Recuperado de <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus>
- Fresh Fruit (2020). Expectativas del mercado global de arándanos [sitio web]. Recuperado de <https://freshfruit.pe/2020/09/27/expectativas-del-mercado-global-de-aradanos/>
- González, J. (2014). El blog de los frutos secos [sitio web]. Recuperado de <https://frutossecosgonzalo.blogspot.pe/2014/01/arandano-rojodeshidratado-beneficiosy.html>
- González, V.; Rodeiro, C.; Sanmartín, C.; Vila, S. (2014). Concurso incubadora de sondaxes e experimentos: introducción al análisis sensorial: estudio hedónico del pan en el IES Mugardos. Galicia, España: Sociedad Galega para la Promoción de Estadística y de Investigación de Operaciones (SGAPEIO).
- Google Maps. (2021). Maps [sitio web]. Recuperado de <https://www.google.com/maps/@-12.0536856,-77.0799538,13z>

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI]. (2 de octubre de 2015). NTP 208.109:2015: Confeitería. Determinación del contenido de azúcares individuales. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano. 4 p

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI]. (29 de marzo de 2017). NTP 209.147:1980 (revisada el 2017): Frutas y productos derivados. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano. 5 p

International Commission on Microbiological Specifications for Foods [ICMSF]. (1983). Microorganismos de los alimentos: su significado y métodos de enumeración (2° ed.). Vol. I. Estados Unidos: ICMSF.

International Organization for Standardization [ISO]. (2015a). ISO 16649-3:2015. Microbiología de la cadena alimentaria. Método horizontal para la enumeración de *Escherichia coli* beta-glucuronidasa positiva. Parte 3: Detección y técnica del número más probable utilizando 5-bromo-4-cloro-3-indol beta-D-glucuronato. Ginebra, Suiza: ISO.

International Organization for Standardization [ISO]. (2015b). ISO 9001:2015. Sistema de gestión de calidad (5° ed.). Ginebra Suiza: ISO.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú [MINAGRI]. (27 de abril de 2011). Decreto Supremo N° 004-2011-AG: Reglamento de inocuidad agroalimentaria. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano.

Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (13 de mayo de 2006). Resolución Ministerial N° 449-2006. Norma Sanitaria para la aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 19 p.

Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (16 de diciembre de 2014b). Decreto Supremo N.° 038-2014-SA. Modifican reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007-98-SA y sus modificaciones.

- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (24 de setiembre de 2010). Decreto Supremo N° 031-2010-SA: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 44p.
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (25 de setiembre de 1998). Decreto Supremo N° 007-98-SA. Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano. 16 p.
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (29 de agosto de 2008). Resolución Ministerial N° 591-2008. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos bebidas de consumo humano. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano.
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (29 de diciembre de 2016). Resolución Ministerial N.° 1006-2016-MINSA: Aprueba la NTS N° 128-MINSA/2016/DIGESA "Norma Sanitaria que establece los Límites Máximo de Residuos (LMR) de plaguicidas de uso agrícola en alimentos de consumo humano".
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (29 de marzo de 2014a). Decreto Supremo N.° 004-2014-SA. Modifican e incorporan algunos artículos del reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007-98-SA.
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (5 de junio de 2007). Resolución Ministerial N° 461-2007. Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano.
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (6 de febrero de 2015). Resolución Ministerial N° 066-2015. Norma sanitaria para el almacenamiento de alimentos terminados destinados al consumo humano. Lima, Perú, Diario Oficial El Peruano.
- Muther, R. (1968). Planificación y proyección de la empresa industrial. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.

- Oré, J.; Pérez, J.; Jananpa, K.; Cerón, O.; Morales, O. (2020). Deshidratación de frutas en un módulo solar multipropósito. *Revista Tecnia*, 30(1): 59-65. doi: 10.21754/tecnica.v30i1.852
- Paita, M.S. (2017). Situación actual del cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum L.*) en Huarmey (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Quintanilla, A.Z. (2018). Plan de exportación de arándano deshidratado (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.
- Vera, A.G. & Castro, D.J.R. (2017). Instalación de una planta deshidratadora de arándanos (Tesis de grado). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: CÁLCULO DE LAS SUPERFICIES DE SECADO POR BANDEJA EN LOS DIFERENTES PROCESOS

Cálculo de la superficie de secado

Prueba a 50 °C

Tamaño del fruto	Peso del fruto Promedio	Composición
(mm)	(g)	(%)
menor a 10 mm	0.94	8
10-15 mm	1.73	36
15 - 20 mm	2.91	56

Bandeja de 3.6 Kg			Bandeja de 3.8 Kg			Bandeja de 4.0 Kg		
$A=4\pi r^2$			$A=4\pi r^2$			$A=4\pi r^2$		
Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)	Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)	Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)
360	383	869.3	380	404	917.6	400	426	965.9
1116	645	3166.6	1178	681	3342.5	1240	717	3518.4
2124	730	7022.4	2242	770	7412.6	2360	811	7802.7
3600	1758	11058.3	3800	1856	11672.7	4000	1953	12287.0

Prueba a 60 °C

Tamaño del fruto	Peso del fruto Promedio	Composición
(mm)	(g)	(%)
menor a 10 mm	0.77	10
10-15 mm	1.88	31
15 - 20 mm	3.30	59

Bandeja de 3.6 Kg			Bandeja de 3.8 Kg			Bandeja de 4.0 Kg		
$A=4\pi r^2$			$A=4\pi r^2$			$A=4\pi r^2$		
Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)	Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)	Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)
360	468	1061.208	380	494	1120.164	400	519	1179.12
1116	594	2913.91755	1178	627	3075.80186	1240	660	3237.68617
2124	644	6192.522	2242	679	6536.551	2124	644	6192.522
3600	1705	10167.6476	3800	1799	10732.5169	3764	1823	10609.32817

Prueba a 70 °C

Tamaño del fruto	Peso del fruto Promedio	Composición
(mm)	(g)	(%)
menor a 10 mm	0.83	7
10-15 mm	1.74	29
15 - 20 mm	3.21	64

Bandeja de 3.6 Kg			Bandeja de 3.8 Kg			Bandeja de 4.0 Kg		
$A=4\pi r^2$			$A=4\pi r^2$			$A=4\pi r^2$		
Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)	Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)	Peso (g)	# unidades	Area (cm ²)
360	434	984.494169	380	458	1039.18829	400	482	1093.88241
1116	641	3148.37069	1178	677	3323.28017	1240	713	3498.189655
2124	662	6366.14411	2242	698	6719.81879	2124	662	6366.144112
3600	1737	10499.009	3800	1833	11082.2872	3764	1856	10958.21618

ANEXO 2: INFORME DE ENSAYO DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO



INFORME DE ENSAYO N° 1-07027/21

Pág. 1/2

Solicitante : PROCESOS AGROINDUSTRIALES S.A.C.
 Domicilio legal : Car. Paíta -Sullana Km. 3 Mza. C Lote. 1ABC Ceticos - Paíta - Paíta - Piura
 Producto declarado : ARÁNDANO DESHIDRATADO
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 700 g
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : LOTE: PA009-2021
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno azul sellada y a temperatura ambiente
 Fecha de recepción : 2021 - 07 - 09
 Fecha de inicio del ensayo : 2021 - 07 - 12
 Fecha de término del ensayo : 2021 - 07 - 14
 Ensayo realizado en : Laboratorio Físico Química HP-HPLC / Físico Química - Alimentos
 Identificado con : H/S 21005670 (EXAI-08258-2021)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Análisis Físico Química -HPLC:

Ensayo	LCM	Unidad	Resultados
Azúcares individuales y totales (fructosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa)	Fructosa	0,70 g/100 g	27,30
	Glucosa	0,70 g/100 g	26,91
	Lactosa	0,70 g/100 g	< 0,70
	Maltosa	0,70 g/100 g	< 0,70
	Sacarosa	0,70 g/100 g	< 0,70
Azúcares reductores	-	g/100 g	54,21
Azúcares Totales	-	g/100 g	54,21

LCM.Límite de cuantificación del método

Análisis Físico Químico:

Ensayos	Unidad	Resultados
Proteína (N x 6,25)	g/100 g	2,13
Grasa	g/100 g	0,39
Humedad	g/100 g	22,36
Caniza	g/100 g	0,87
Fibra	g/100 g	4,75
Carbohidratos	g/100 g	74,25
Energía Total	Kcal/100 g	309,03

"Este documento ha sido emitido con firma digital"

AREQUIPA
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415
 Miraflores – Arequipa
 T. (054) 265572

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
 T. (511) 319 9000

info@cerper.com – www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

«continuación»



INFORME DE ENSAYO N° 1-07027/21

Pág. 2/2

MÉTODOS

Azúcares individuales y totales (fructosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa): NTP-208.109.2015. Confitería. Determinación del contenido de azúcares individuales

Carbohidratos: Cálculo (no incluye fibra cruda)

Ceniza: AOAC 930.05, c3, 21st Ed. 2019. Ash of plants

Energía Total: Cálculo

Fibra: AOCS - BA 6 84. 7ma Edition 2017. Crude Fiber in Oilseed By - Products. (Usando fibra cerámica)

Grasa: AOAC 930.09, c3, 21st Ed. 2019. Ether Extract of plants. Gravimetric method

Humedad: AOAC 920.151, c37, 21st Ed. 2019. Solids(Total) in Fruits and Fruit Products

Proteína: AOAC 920.152, c37, 21st Ed. 2019. Protein in Fruit Products. Kjeldahl Method

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 19 de julio de 2021

AA

BORRADOR

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO - SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

“Este documento ha sido emitido con firma digital”

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com – www.cerper.com

ANEXO 3: INFORME DE ENSAYO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL ARÁNDANO DESHIDRATADO

BORRADOR DE INFORME N° BIAI-08761-2021-01 21005968

BORRADOR DE INFORME N° BIAI-08761-2021-01

Pág. 1/3

Solicitante	:	PROCESOS AGROINDUSTRIALES S.A.C.
Domicilio legal	:	Car. Paíta - sullana Km. 3 Mza. C Lote. 1abc Ceticos - Paíta - Paíta - Piura
Producto declarado	:	1) ARÁNDANO DE SHIDRATADO PA012-2021 2) MANGO DESHIDRATADO PA011-2021
Cantidad de Muestras para el Ensayo	:	1) 1 muestra x 1 unidad x 500 g c/u 2) 1 muestra x 1 unidad x 500 g c/u Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra	:	Según se indica
Forma de Presentación	:	En bolsa de polietileno sellado y conservado a temperatura ambiente
Fecha de recepción	:	2021 - 07 - 19
Fecha de inicio del ensayo	:	2021 - 07 - 20
Fecha de término del ensayo	:	2021 - 07 - 25
Ensayo realizado en	:	Laboratorio Microbiología/ Laboratorio Físico Química - Alimentos
Identificado con	:	H/S 21005968 (EXAI-08761-2021)
Validez del documento	:	Este documento es válido solo para las muestras descritas

Análisis Microbiológico:

Ensayo	LC	Unidad	Resultados	
			LOTE: PA012-2021	LOTE: PA011-2021
			n1	n1
<i>Bacillus cereus</i> (Recuento presuntivo)	100	UFC/g	<100 /sup>	<100 /sup>
Detección de <i>Escherichia coli</i> /10g	-	/10 g	No Detectado	No Detectado
Recuento de Coliformes	10	UFC/g	<10	<10
Recuento en Placa de Aerobios Mesófilos	10	UFC/g	10 x 10 ² /sup>	10 ** /sup>
<i>Salmonella</i>	-	/25 g	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	UFC/g	<10	<10

LC:Límite de cuantificación

Ensayo	LC	Unidad	Resultados		
			LOTE: PA012-2021	LOTE: PA011-2021	
			n1	n1	
Mohos y levaduras osmófilos	Levaduras Osmófilas	10	UFC/04 Unidad muestreada	<10	<10
	Mohos Osmófilos	10	UFC/g	80	<10

LC:Límite de cuantificación

Ensayo	LC	Unidad	Resultados		
			LOTE: PA012-2021	LOTE: PA011-2021	
			n1	n1	
Recuento de Mohos y Levaduras	Recuento de Levaduras	10	UFC/g	< 10 est.	< 10 est.
	Recuento de Mohos	10	UFC/g	70 est.	< 10 est.

LC:Límite de cuantificación

BORRADOR DE INFORME N° BIAI-08761-2021-01

Pág. 2/3