



FACULTAD DE POSGRADOS

EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE UN PRODUCTO DESHIDRATADO  
A BASE DEL ARÁNDANO DE SEGUNDA CATEGORÍA Y A LOS  
EXCEDENTES DE PRODUCCIÓN.

“Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos, para optar por el título de Magíster en Agroindustria, Mención Calidad y Seguridad Alimentaria”.

.Profesor Guía.

MsC. .Pablo Moncayo.

Autor

Isabel Cristina Yupangui Cushicondor

Año

2022

## RESUMEN

Se realizó el presente proyecto con propósito de evaluar la aceptabilidad de un producto deshidratado a base de arándano (*Vaccinium corymbosum L*), para identificar el mejor tratamiento y brindar el valor agregado al arándano de segunda categoría y excedentes de producción que actualmente dispone la empresa ECUABLUE BERRIES DEL ECUADOR.

Una vez verificada la ausencia de agua después del proceso de limpieza y desinfección, se preparó muestras de 150 gramos, y las mismas fueron tratadas con el método de liofilización y deshidratación.

Para el proceso de liofilización se planteó dos tratamientos, variando la presión y manteniendo el tiempo de operación. Para el proceso de deshidratación se utilizó dos temperaturas y diferentes tiempos de operación. Se realizó la estimación sensorial afectiva con el fin de fijar la aceptabilidad de los tratamientos.

En la información resultante de análisis sensorial se puede observar que el T3: Liofilizado 2 (presión 22 Pa, 50 horas) tiene disconformidades significativas con relación a los restantes tratamientos en cuanto a textura ( $5,21 \pm 1,87$ ), color ( $5,41 \pm 1,73$ ), aroma ( $5,51 \pm 1,46$ ). Mientras que el que obtuvo mayor calificación en 5 de 6 variables evaluadas es el T4: Liofilizado 1 (presión 16,865 Pa, 50 horas) en cuanto a textura ( $6,03 \pm 1,74$ ), color ( $6,69 \pm 1,43$ ), aroma ( $6,05 \pm 1,30$ ), apariencia ( $6,13 \pm 1,51$ ) y aceptación en general ( $6,16 \pm 1,45$ ), por lo tanto, se puede afirmar que es el tratamiento con mayor aceptación por los participantes. Seguido en puntuación por el T1: Secado por convección 1, textura ( $5,97 \pm 1,81$ ), sabor ( $6,03 \pm 2,03$ ), color ( $6,00 \pm 1,83$ ), aroma ( $5,87 \pm 1,44$ ), apariencia ( $5,62 \pm 1,79$ ) y aceptación en general ( $5,62 \pm 1,79$ ).

## ***ABSTRACT***

This project was carried out with the purpose of evaluating the acceptability of a dehydrated product based on blueberries (*Vaccinium corymbosum* L), to identify the best treatment and provide added value to second-class blueberries and surplus production currently available to the company ECUABLUE. BERRIES FROM ECUADOR.

Once the absence of water was verified after the cleaning and disinfection process, 150-gram samples were prepared, and they were treated with the lyophilization and dehydration method.

For the lyophilization process, two treatments were proposed, varying the pressure and maintaining the operation time. Two temperatures and different operating times were used for the dehydration process. Affective sensory estimation was carried out in order to establish the acceptability of the treatments.

In the information resulting from sensory analysis, it can be seen that T3: Lyophilized 2 (pressure 22 Pa, 50 hours) has significant non-conformities in relation to the other treatments in terms of texture ( $5.21 \pm 1.87$ ), color ( $5.41 \pm 1.73$ ), aroma ( $5.51 \pm 1.46$ ). While the one that obtained the highest rating in 5 of 6 variables evaluated is T4: Lyophilized 1 (pressure 16.865 Pa, 50 hours) in terms of texture ( $6.03 \pm 1.74$ ), color ( $6.69 \pm 1.43$ ), aroma ( $6.05 \pm 1.30$ ), appearance ( $6.13 \pm 1.51$ ) and general acceptance ( $6.16 \pm 1.45$ ), therefore, it can be stated that it is the treatment with the highest acceptance by the participants. Followed in score by T1: Convection drying 1, texture ( $5.97 \pm 1.81$ ), flavor ( $6.03 \pm 2.03$ ), color

(6.00±1.83), aroma (5.87 ±1.44), appearance (5.62±1.79) and general acceptance (5.62±1.79).

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	6
2	REVISIÓN DE LITERATURA RELACIONADA AL PROBLEMA	6
2.1	Arándano Azul ( <i>Vaccinium corymbosum</i> )	7
2.1.1	Aspectos Generales	7
2.1.2	Caracterización Físico Químico del Arándano	7
2.1.3	Contenido de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante del arándano.	8
2.1.4	Beneficios del Arándano	10
2.2	Deshidratación	11
2.2.1	Ventajas:	11
2.2.2	Desventajas:	12
2.3	Liofilización	12
2.3.1	Etapas de la liofilización	13
2.3.2	Ventajas	13
2.3.3	Desventajas	14
2.4	Análisis sensorial	14
2.4.1	Métodos para Evaluación sensorial	14
2.4.2	Pruebas analíticas:	14
2.4.3	Pruebas Afectivas:	15
2.5	Análisis estadístico	15
2.5.1	Análisis de varianza (ANOVA)	15
2.5.2	Prueba de normalidad (Shapiro-Wilks modificado)	16
2.5.3	Prueba de Friedman.	16
3	IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	17
4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
5	OBJETIVO GENERAL	18
6	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
7	JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	18

7.1	Justificación de la investigación	18
7.2	Materiales y métodos	19
7.2.1	Lugar de Ejecución	19
7.2.2	Materia prima	19
7.2.3	Equipos	20
7.2.4	Métodos	20
8	RESULTADOS	24
8.1	Análisis estadístico de los datos experimentales	24
8.2	Análisis estadístico de los datos análisis sensorial.	25
9	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN	27
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
10.1	Conclusiones	29
10.2	Recomendaciones	30
11	REFERENCIAS	30
12	ANEXOS	32
12.1	Anexo 1: Caracterización de materia prima: fresca y tratada.	32
12.2	Anexo 2: Proceso de deshidratación	34
12.3	Anexo 3: Proceso de liofilización	34
12.4	Anexo 4: Análisis sensorial	35
12.5	Anexo 5: Análisis estadístico de datos	37

## **1 INTRODUCCIÓN**

Los arándanos pertenecen al género *Vaccinium* L (Familia de las Ericáceas), forma parte del grupo de los super alimentos debido a sus propiedades de antioxidante y las bondades que brinda a la salud, como: combatir inflamaciones, previene el envejecimiento prematuro, ayudan al sistema cardíaco, memoria y la vista.(Fundación para la Innovación Agraria (Chile), 2009)

Nuestro país tiene una ubicación privilegiada en cuanto a las zonas climáticas, por lo cual cuenta con las condiciones adecuadas para el cultivo del arándano, actualmente existe un gremio denominado Fepexa (.Federación de .Productores y .Exportadores de .Arándanos), este informó que en el año 2021 contaban con 50 hectáreas en producción, y las mismas no cubren el mercado nacional. (Portal Frutícola, 2021)

El cultivo de arándano en nuestro país inició en 2015, se realizó los primeros ensayos y etapas de prueba con variedades importadas desde Estados Unidos y Perú, lo cual dio excelentes resultados y se observó su adaptación en los valles de la provincia de Pichincha a 2000 metros sobre el nivel del mar, zonas como Guayllabamba, Yaruquí y posteriormente en otras provincias de la sierra (Imbabura Cotopaxi, Cotopaxi, Azuay, Carchi) y otras en la Costa (Santa Elena, El Oro).(Portal Frutícola, 2021)

## **2 REVISIÓN DE LITERATURA RELACIONADA AL PROBLEMA**

## 2.1 Arándano Azul (*Vaccinium corymbosum*)

### 2.1.1 Aspectos Generales

El arándano es una baya procedente de América del Norte, su crecimiento es de manera silvestre. Se realiza el cultivo de dos tipos de arándano:

- .Lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*), en este grupo se encuentran las especies más pequeñas.
- .Highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*), este grupo incluye a los arbustos más grandes, muchos de estos son variedades comerciales.  
(Romero, 2016)

El arándano azul se identifica por que sus hojas más antiguas adquieren un tono escarlata al llegar el otoño, es un arbusto vertical, sus flores son pequeñas.

El arándano, es una fruta que pertenece a la familia de los berries (frutos del bosque), tiene una gran cantidad de antioxidantes y posee varias propiedades nutricionales. Se lo puede consumir en fresco e igualmente en otras presentaciones como: productos secos, extractos, jugos y bebidas. Es muy versátil y puede ser combinado en otras preparaciones como: helados, dulces y postres, puede ser integrado a productos altamente especializados (como medicamentos). (Romero, 2016).

### 2.1.2 Caracterización Físico Químico del Arándano

El arándano es conocido como un superalimento, por lo cual es importante conocer su composición química como lo muestra la tabla 1.(Luna et al., 2021)

**Tabla 1:** Caracterización físico químico del arándano en 100g de muestra.

Parámetro	Unidad	Valor
Peso	g	2,45 ± 0,45
Diámetro	cm	1,67 ± 0,11
Longitud	cm	1,11 ± 0,09
Sólidos solubles	°Brix	14,51 ± 0,51
Acidez	%	0,87 ± 0,09
pH	---	2,98 ± 0,05

<b>Capacidad antioxidante</b>	umol Trolox eq/g de muestra	70,52 ± 3,10
<b>Fenoles Totales</b>	mg de ácido gálico / 100 g de muestra	553,21 ± 3,26
<b>Vitamina C</b>	mg de ácido ascórbico / 100g de muestra	14,87 ± 0,54
<b>Antocianinas</b>	mg de cianidina 3 - glucósido / 100 g de muestra	207,99 ± 2,94

### **2.1.3 Capacidad Antioxidante del arándano, Polifenoles Totales y Contenido de Vitamina C.**

El arándano también se destaca por su contenido de vitamina C, fibra y otros minerales, sin embargo, el mayor beneficio proviene de su concentración de compuestos fenólicos (ácidos fenólicos, proantocianidinas, catequinas y flavonoles), sustancias que tienen gran capacidad antioxidante y benefician a nuestro organismo. (Aldaba et al., 2016)

#### **2.1.3.1 Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos son las sustancias que tienen numerosas funciones de fenol. En conjunto con las vitaminas, los compuestos fenólicos son conocidos como antioxidantes significativos en una buena alimentación, se encuentran presentes en raíces, frutas, cereales y hortalizas. (Peñarrieta et al., 2014)

#### **2.1.3.2 Antocianinas y Proantocianidinas**

Las antocianinas y las proantocianidinas tienen sus nombres parecidos, sin embargo, en realidad son dos tipos de sustancias: las proantocianidinas se pueden descomponer en antocianinas cuando se calientan en condiciones ácidas.

Las antocianinas son pigmentos vegetales extraídos de manera natural solubles en agua, pertenecen a los bioflavonoides. Los suplementos con antocianinas pueden calmar la fatiga ocular y mejorar la vista (activan la vitamina A en la retina y sintetizan la rodopsina). Por su propiedad de captación de radicales libres



puede retrasar el envejecimiento del cuerpo humano, ayuda a restaurar la memoria y mejorar la coordinación muscular, su capacidad para eliminar los radicales libres es cincuenta veces mayor que la de la vitamina E y es veinte veces mayor que la de la vitamina C.(Beton, 2021)

Los alimentos ricos en antocianinas son: el arroz negro, la cereza, mora, fresa, fruta del dragón, batata morada, col morada, piel de berenjena, uva, arándano. El arándano contiene el mayor contenido de antocianinas entre todas las frutas y verduras, la parte más abundante de antocianinas de arándano se encuentra en su cáscara púrpura única.(Peñarrieta et al., 2014)

### **2.1.3.3 Catequinas**

Las catequinas son sustancias que apoyan a proteger las células del daño causado por los radicales libres, se encuentran presentes en muchas plantas alimenticias, entre ellos se tiene: los arándanos, el té y el cacao en grano.

Su presencia es notada por su efecto astringente en la boca después de beber té verde o vino, o comer productos de chocolate.

Se piensa que son compuestos bioactivos. El consumo de catequina de los alimentos se relaciona con la actividad anti-inflamatoria, con la inhibición de la trombosis arterial, la reducción del colesterol total. (Peñarrieta et al., 2014)

### **2.1.3.4 Flavonoides presentes en los alimentos**

Los flavonoides son un ejemplo específico de los polifenoles existentes en plantas, y son los compuestos comprometidos con la asignación del color de las frutas y flores.

Las flavonas y flavonoles presentan varios tipos de acción biológica. Como: anti-inflamatorio, antioxidante, antihiper glucémante y la acción antígenotóxica. A continuación, en la tabla 2 se describe información complementaria en cuanto al valor nutricional del arándano.

**Tabla 2:** Información nutricional complementaria en 100g de arándano azul (Bedca, 2007)

<b>Componente.</b>	<b>Valor.</b>	<b>Unidad.</b>
<b>Vitaminas:</b>		
Vitamina A	5.7	µg
Vitamina D	0	µg
Vitamina E	1.921	mg
Folato, total	10	µg
Equivalente de niacina, totales	0.09	mg
Riboflavina	0.02	mg
Tiamina	0.02	mg
Vitamina B-12	0	µg
Vitamina B-6, Total	0.06	mg
Vitamina C	22	mg
<b>Minerales:</b>		
Calcio	10	mg
Hierro, total	0.74	mg
Potasio	78	mg
Magnesio	2.4	mg
Sodio	1	mg
Fósforo	13	mg
Ioduro	1	µg
Selenio, total	0.1	µg
Zinc	0.131	mg

#### **2.1.4 Beneficios del Arándano**

Aunque no es muy difundido el consumo de arándano es importante tener presente sus bondades nutritivas y características beneficiosas para la salud:

- Tienen gran contenido de fibra, vitamina K y C, ideal en dietas para bajar de peso, debido a sus bajas calorías.
- Tiene la más alta capacidad de antioxidante de todas las frutas y vegetales, contiene los flavonoides como principales antioxidantes, que ayudan a proteger contra problemas cardiovasculares.
- Apoyan a la protección del ADN, puesto que su daño ocasiona el el cáncer y el envejecimiento.
- Su consumo regular disminuye la presión sanguínea.
- Contiene antioxidantes beneficiosos para el cerebro, mejoran su función y retrasan el deterioro relacionado con el envejecimiento.
- Es beneficioso contra la diabetes, puesto que ayudan a reducir el nivel de azúcar en la sangre.
- Contienen compuestos que impiden que las bacterias se fijen a las paredes de la vejiga, por lo cual previene las infecciones del tracto urinario. (Romero, 2016)

El arándano es un fruto muy versátil y combina con varias preparaciones de sal y de dulce, apto para consumidores de toda edad.

## **2.2 Deshidratación**

Consiste en un proceso en el que se reduce la acción de agua por calor artificial, lo cual permite estabilizar sus propiedades y composición de los principios activos, y con ello se previene el crecimiento y la reproducción de los microorganismos (FAO\_PRODAR, 2022) .

Con la deshidratación es posible la conservación de alimentos, representa una de las alternativas de mayor uso para la generación de valor agregado en frutas y verduras que no son consumidas en fresco, esto debido a diferentes causas entre ellas la sobreproducción, frutas y verduras de temporada, entre otras.(De Michelis A., 2022)

### **2.2.1 Ventajas:**

- Permite almacenar los alimentos por largos períodos de tiempo.
- Es posible optimizar espacio en la despensa por la reducción de volumen, al igual que el costo de transporte y distribución.
- una correcta deshidratación se mantiene la mayoría de los nutrientes.
- A partir del producto deshidratado se puede realizar su pulverizado para aplicar a como ingrediente para otras preparaciones.
- Los productos deshidratados se los puede consumir como snacks o bocadillos.
- Es una buena alternativa para comenzar un emprendimiento, aprovechando las frutas y verduras de temporada.
- Es una buena opción para aprovechar las verduras y frutas que no son consumidas, de manera que se previene su desperdicio. (Porru, 2020)

### **2.2.2 Desventajas:**

- Al exponer las frutas, verduras, yerbas y hortalizas a elevadas temperaturas se expone a la pérdida de algunos compuestos activos volátiles como la vitamina C.
- El producto deshidratado pierde algunas particularidades organolépticas como: forma, textura, olor y sabor, lo cual ocasiona que el producto sea poco llamativo, y para su preservación prolongada es necesario la aplicación de conservantes.

## **2.3 Liofilización**

Es un método de secado que radica en sublimar el hielo de un producto congelado. Es decir, el agua del fruto u otro producto pasa rectamente de estado sólido a vapor sin pasar por la fase líquida, para esto se debe procesar por debajo del punto triple del agua, 0.01°C y 4.5 mmHg. (Portalfruticola, 2016)

Este asunto tuvo sus inicios entre los indígenas de los Andes que conservaban sus alimentos en la nieve. Este proceso se optimizó durante la Segunda Guerra Mundial para el envío de las vacunas sin utilizar sistemas de enfriamiento para su conservación. Después fue utilizada solo en la NASA, para suministro de

alimentos para los astronautas durante sus misiones en el espacio.(Liofilizado & Co, 2022)

### 2.3.1 Etapas de la liofilización

- **Congelación rápida del producto:** se puede utilizar la materia prima en estado fresco o cocinado, se la somete a temperatura extremadamente baja, alrededor de  $-40^{\circ}\text{C}$ . El tiempo de congelación dependerá de varios factores, entre ellos de la cantidad y concentración del producto. (Liofilizado & Co, 2022)
- **Sublimación del producto congelado:** en esta etapa el agua congelada se volatiliza con rapidez al encontrarse en un entorno al vacío. Seguido poco a poco se aplica calor a los alimentos. Una vez que haya pasado la barra de los  $0^{\circ}\text{C}$ , el agua del producto pasa directamente de la etapa sólida a la gaseosa, dando como resultado final después de varias horas el producto liofilizado.(Liofilizado & Co, 2022)

### 2.3.2 Ventajas

- Se conserva mejor la estructura y el aspecto original del alimento, preserva su forma, sabor y aroma, al rehidratarlo se obtiene un producto con particularidades parecidas al fresco.
- Por la baja temperatura de trabajo imposibilita la alteración de productos termolábiles (medicamentos que deben conservarse en la nevera a temperatura entre  $2$  y  $8^{\circ}\text{C}$ ).
- Permite mayor tiempo de conservación, pueden llegar a durar entre 15 y 25 años, conservando sus propiedades organolépticas.
- Permiten la conservación del 95% de las propiedades nutritivas de los productos liofilizados.
- Es posible optimizar espacio en la despensa por la reducción de volumen.(Liofilizado & Co, 2022)

### 2.3.3 Desventajas

- Los costos son elevados, se requiere una gran inversión para equipamiento e infraestructura.
- Se debe contar con la capacitación necesaria en cuanto al manejo del equipo, para evitar fallas que ocasionen daño en todo el lote de producción.
- Se tiene un alto consumo de energía eléctrica y los tiempos de proceso son altos (entre 4 y 10 h/ciclo secado).(Portalfruticola, 2016)

## 2.4 *Análisis sensorial*

La valoración sensorial es un herramienta de medida constituido por jueces que evalúan un producto, la propiedad sensorial del alimento es la consecuencia de la interacción alimento – hombre (Julia & Manfugás, 2007).

### 2.4.1 Métodos para Evaluación sensorial

Para la ejecución de estas, los jueces deben efectuarla de manera objetiva, seguir las instrucciones y ejecutarlas de manera correcta. Para ello se dividen en dos grupos:

#### 2.4.2 Pruebas analíticas:

Son aquellas que se realizan con jueces seleccionados y entrenados, bajo condiciones controladas de laboratorio. (Julia & Manfugás, 2007)

A su vez se clasifican en pruebas:

- **Discriminatorias:** sirve para cotejar dos o más productos, es posible también evaluar el tamaño de la diferencia.
- **Escalares:** miden de forma cuantitativa la intensidad de una cualidad sensorial con el apoyo de una escala.

- **Descriptivas:** son más complicadas, los jueces concretan las desiguales particularidades sensoriales de un producto y manejan descriptores para ponderar las disconformidades entre diversos productos.(Julia & Manfugás, 2007)

### 2.4.3 Pruebas Afectivas:

Son aquellas que se ejecutan con personal no entrenado, ni seleccionado. Se los selecciona considerando que son consumidores reales y viables del producto a ser evaluado.

Las pruebas afectivas se pueden realizar en situaciones similares a las que normalmente se manejan al consumir el producto, por ello pueden realizarse en supermercados, lugares de concentración masiva. Los resultados permiten estar al tanto de la aceptación, preferencia, rechazo, o nivel de agrado de uno o diversos productos. Se debe utilizar un cuestionario corto, debe contener preguntas legibles y de fácil comprensión.(Julia & Manfugás, 2007)

A su vez se subdividen en pruebas:

- **Aceptación o rechazo**
- **Preferencia:**
  - ❖ **Pareada:** en la cual el panelista selecciona su preferida entre dos muestras codificadas.
  - ❖ **Ordenamiento:** los panelistas deben ordenar varias muestras que tienen diferente codificación, de acuerdo a su preferencia.
- **Escalares (nivel de agrado):** Utiliza escala hedónica, escala de actitud, se espera determinar si existen diferencias entre una o más muestras.  
(Julia & Manfugás, 2007)

## 2.5 Estudio estadístico

### 2.5.1 Estudio de varianza (ANOVA)

ANOVA es una técnica utilizada para analizar la variación y comparar dos o más medias poblacionales, para establecer los efectos de varios factores en diseños experimentales, permite poner a prueba hipótesis tales como:

- **Hipótesis nula (Ho):** No hay disconformidad alguna entre las medias poblacionales estudiadas.
- **Hipótesis alternativa (H1):** Al menos dos medias poblacionales son diferentes. (Gamarra Astuhuaman et al., 2015)

### 2.5.2 Prueba de normalidad (Shapiro-Wilks modificado)

Es un método para identificar que los datos siguen una distribución uniforme (Ho) o no lo hacen (H1). Para seleccionar la prueba de normalidad se debe considerar el tamaño de la muestra, para  $n < 30$  se utilizará Shapiro-Wilks modificado mientras que para  $n \geq 30$  se debe utilizar Kolmogorov-Smirnov (KS). (Beaver et al., 2010)

- **Hipótesis nula (Ho):** Los datos siguen una distribución uniforme.
- **Hipótesis alternativa (H1):** Los datos NO siguen una distribución uniforme.

Si  $p\text{-valor} < \alpha$  se rechaza Ho

### 2.5.3 Prueba de Friedman.

Es una prueba no paramétrica, que se utiliza en escenarios en las que se seleccionaron  $n$  grupos de  $k$  elementos de forma que los elementos de cada grupo son lo más similares posible entre sí, en esta técnica se ordenan los datos por filas o bloques y luego se los reemplaza por valores numéricos de acuerdo con su respectivo orden. (Gamarra Astuhuaman et al., 2015)



Cuando una muestra es evaluada bajo dos o más condiciones, se generan dos o más muestras dependientes, por lo cual se debe aplicar la prueba no paramétrica.

Se plantean las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula (Ho):** No existen disconformidades entre los grupos
- **Hipótesis alternativa (H1):** Existen disconformidades entre los grupos.(Beaver et al., 2010)

### **3 .IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO**

En el presente estudio se espera la introducción de productos con valor agregado en base al arándano de segunda categoría (Descarte para consumo en fresco) y excedentes de producción en la ciudad de Quito.

### **4 .PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente varios productores de arándano lo cultivan considerando el mercado local, por lo cual se estima que no tardará la sobreproducción de este fruto, algunas empresas han optado por aplicar valor agregado al producto de segunda categoría o excedentes de cultivos como por ejemplo : vino, mermeladas u otros, se considera que el arándano de segunda categoría es aquel que al no cumplir con algún estándar como tamaño, forma y apariencia no puede llegar al consumidor en estado fresco, sin embargo, mantienen sus propiedades organolépticas y beneficiosas para la salud.(El Productor, 2022)

A la fecha se tiene registro que se han realizado dos exportaciones de arándano a Países Bajos, la primera en noviembre del 2021(Agrocalidad, 2021) y la segunda en septiembre del presente año (5 toneladas)(Primicias, 2022), según la Federación de Productores y Exportadores de Arándanos (Fepexa) actualmente cuentan con 23 socios y el área de producción está creciendo

(Primicias, 2022), sin embargo, no es suficiente para cubrir la demanda internacional, las exportaciones del hemisferio sur siguen con una marcada tendencia al alza, Perú cubre el 60% de las exportaciones, a la fecha alcanzó un total de 213.208 toneladas de fruta exportada, y sigue Chile con una participación del 30% al exportar 107.142 toneladas (Quiroz, 2022).

Ecuador al ser un país relativamente nuevo en la producción del arándano, está encaminando sus esfuerzos a mejorar la calidad del fruto, y también se estudia alternativas de brindar un valor agregado al producto de segunda categoría, que no cumple con las especificaciones de tamaño, forma y apariencia para ser consumidos en fresco. (ver fuente) nombrar empresa...

## **5 .OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la aceptabilidad de un producto deshidratado a base de arándano (*Vaccinium corymbosum* L).

## **6 .OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar alternativas de deshidratación para el arándano de segunda categoría.
- Comparar el valor de °Brix, Aw y pH de los tratamientos realizados.

## **7 .JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

### ***7.1 Justificación de la investigación***

Actualmente se puede observar que el hambre en el mundo se ha ido incrementando lentamente desde 2014, se calcula que aproximadamente que la

tercera parte de todos los alimentos procedentes a nivel mundial se pierden o se derrochan. A su vez simboliza pérdida de recursos económicos y naturales, contaminación ambiental por la emisión de gases de efecto invernadero (FAO, 2021). Actualmente, la FAO está trabajando con gobiernos, el sector privado, organizaciones internacionales y la población para crear conciencia sobre la problemática.

En nuestro país como en los demás se exige el cumplimiento de políticas de calidad en los productos alimenticios que son distribuidos y comercializados en los supermercados, entre estas políticas se encuentra el cumplimiento de tamaño, forma y apariencia de las frutas (FAO, 2018), lo que ocasiona que el productor tome decisiones de descarte y busque otra alternativa para su comercialización y aprovechamiento. Por ello el presente proyecto busca plantear alternativas de valor agregado para el arándano de segunda categoría y los excedentes resultantes de la sobreproducción, y a su vez evitar que termine como desperdicio.

## **7.2 Materiales y métodos**

### **7.2.1 Lugar de Ejecución**

El trabajo de investigación fue realizado en el Laboratorio de Agroindustria de la universidad de Las Américas.

### **7.2.2 Materia prima**

En el trabajo de investigación se utilizó como materia prima el arándano azul (*Vaccinium corymbosum L*)(Rivadeneira, 2020) de las variedades Biloxi, Emerald y Ventura de segunda categoría, designado de esta forma puesto que no fue destinado para su consumo en fresco, el fruto fue recolectado en su estado de madurez y se utilizó 8 Kg, fue clasificado de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Tamaño o calibre (0,5; 1; 1,5)
- Color
- Firmeza
- Sin daño (mecánico, plagas)

Después de la clasificación fue dividido proporcionalmente para las muestras que posteriormente recibieron los diferentes tratamientos. No se utilizó conservantes como pretratamientos.

### **7.2.3 Equipos**

- Balanza digital marca BPS 51 Plus marca BOECO Germany.
- Analizador de humedad BMA I50 marca BOECO marca Germany.
- Equipo de Titulación Potenciométrico HI 99163 pH meter.
- Refractómetro BOE 30104 Rango Brix 0-32 % marca BOECO Germany.
- Liofilizador, Modelo Benchtop Free Zone U.S. Models 7750020
- Marca Labconco.
- Deshidratador marca Stainless Steel con 10 niveles internos de secado.

### **7.2.4 Métodos**

#### ***7.2.4.1 Caracterización del producto fresco y tratado.***

La caracterización fue realizada al arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L) en su estado fresco y tratado.

##### **7.2.4.1.1 Humedad**

Se determinó con el método de pérdida por secado (NTE INEN 1676:2013), en un equipo analizador de humedad que consta de una unidad de pesaje y una unidad de energía infrarroja, en el cual se colocó la muestra y se pudo observar en la pantalla la disminución del contenido de la humedad, luego de cierto tiempo se mantuvo la medición de humedad estable, por lo cual se realizó la medición del peso final.

#### **7.2.4.1.2 pH**

Se empleó el método potenciométrico (NTE INEN-ISO 1842:2013), previamente se constató el funcionamiento del equipo y humedad de la sonda, se preparó la muestra y a continuación se insertó la punta de la sonda, se esperó hasta que se apague el símbolo ubicado en la parte superior izquierda del equipo. En la pantalla se pudo observar el valor de pH y la temperatura. Se realizó la limpieza de la sonda para realizar la siguiente medición.

#### **7.2.4.1.3 Sólidos Solubles (°Brix)**

Se realizó las mediciones en un refractómetro según la norma NTE INEN 380, previo al inicio de las mediciones se limpió y secó cuidadosamente la tapa y el prisma. Se preparó la muestra y se agregó 2 gotas sobre el prisma del refractómetro, se cerró la tapa suavemente de manera que la muestra se esparció homogéneamente entre la tapa y el prisma, se evitó la formación de burbujas de aire. Se sostuvo el refractómetro bajo una fuente de luz para ver la escala a través del ocular, con el giro gradual del mismo se pudo ajustar y precisar la escala, para leer el valor marcado entre la línea de color claro y oscuro. Se limpió y secó cuidadosamente la tapa y el prisma para la siguiente muestra.

#### **7.2.4.2 Deshidratación**

Se preparó muestras de 150g de fruta, luego de lavar y desinfectar la fruta se colocó en las bandejas de secado del equipo deshidratador, se realizó la distribución de la fruta de manera que permanezca dispersa durante el secado. Se introdujeron las bandejas en el equipo deshidratador y seguido se configuró la temperatura de secado y tiempo a utilizar en el proceso. Se realizó dos tratamientos a diferentes temperaturas (55°C y 60°C) por un tiempo de 24 horas, al finalizar el tiempo de secado se apagó el equipo y se dejó enfriar por 5 horas,

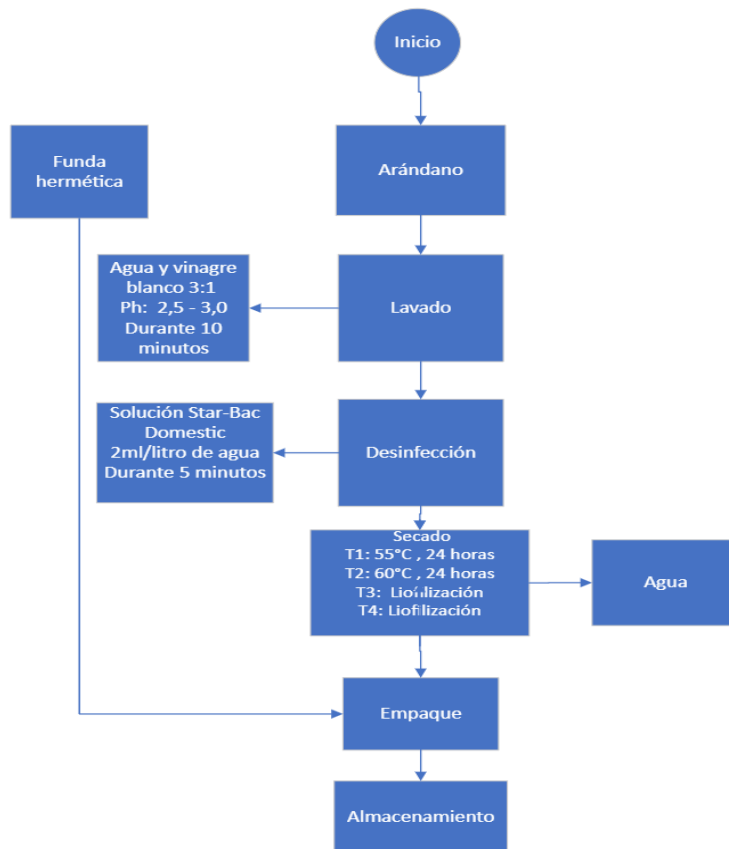
luego la fruta deshidratada fue guardada en fundas ziploc, luego de ser etiquetadas fueron guardadas en un lugar seco.

#### **7.2.4.3 Liofilización**

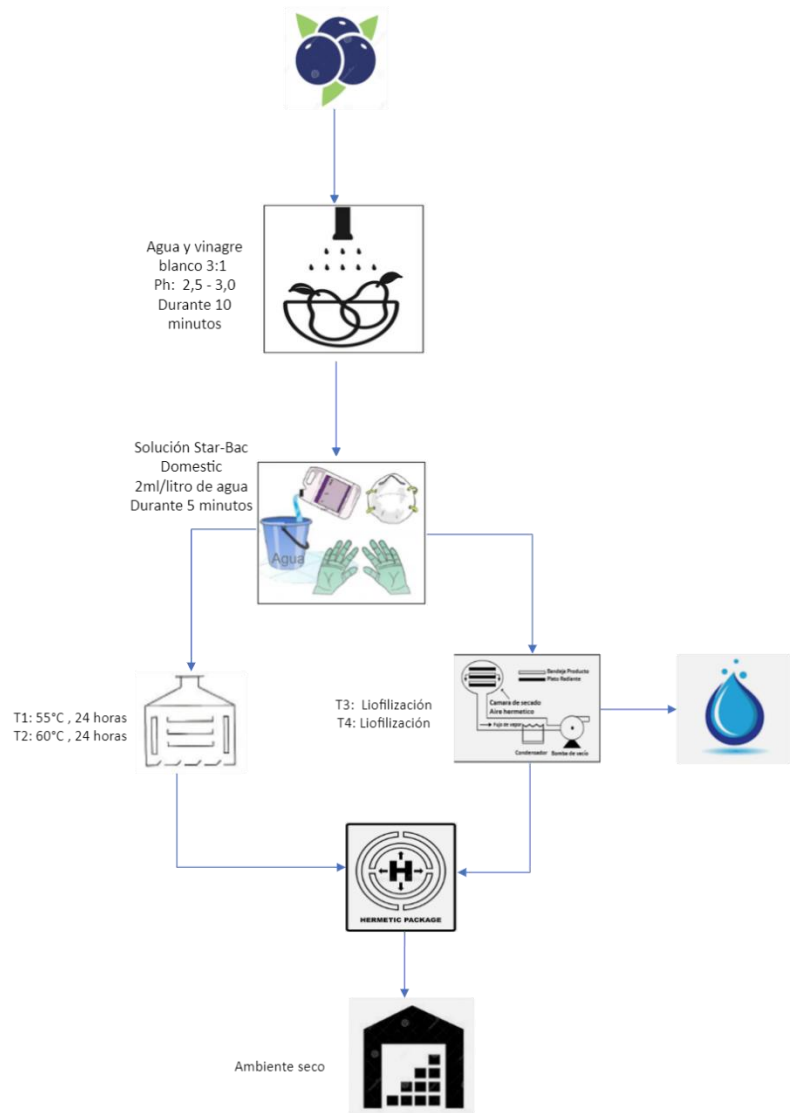
Después de clasificar la fruta, se realizó muestras de 150g de acuerdo con su calibre, luego de lavar y desinfectar la fruta, fue congelada a  $-22^{\circ}\text{C}$  por 36 horas. Se verificó el nivel de aceite de la bomba de vacío y seguido se dividió la muestra en los recipientes y fueron colocados en las válvulas de extracción.

Se encendió el equipo liofilizador y la bomba de vacío, se presionó el botón Auto en la sección de Refrigeration y Vacuum, luego del tiempo de calentamiento y carga de presión, se abrieron las válvulas donde se encontraban las muestras, se realizó dos tratamientos a diferentes presiones (16,865 Pa y 22 Pa) por 50 horas. Al finalizar el tiempo mencionado se cerraron las válvulas abiertas, se apagó la bomba de vacío y seguido el equipo liofilizador. Se extrajo las muestras tratadas y fueron guardadas en fundas ziploc. Y se preparó el equipo para tratar las siguientes muestras.

A continuación, se describe en la figura 1 y 2 el diagrama de flujo y diagrama pictográfico respectivamente del proceso realizado durante el presente estudio.



**Figura 1:** Esquema de flujo del proceso



**Figura 2:** Esquema pictográfico del proceso

## 8 RESULTADOS

### 8.1 *Análisis estadístico de los datos experimentales*

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico InfoStat, se realizó la prueba de normalidad (Shapiro-Wilks modificado) para contrastar la suposición nula y la alternativa. Seguido se realizó la evaluación de la diferencia mínima significativa (LSD Fisher). En la tabla 3 se detallan los valores obtenidos en cada variable de los tratamientos aplicados.



**Tabla 3.** Propiedades físicas de cada tratamiento.

Tratamiento	Humedad %	pH	°Brix	Peso final	Rendimiento %
T1: Secado por convección 1	32,25±0,11 <sup>E</sup>	3,52±0,11 <sup>I</sup>	12,33±0,29 <sup>A</sup>	27,33±0,58 <sup>F</sup>	18,23±0,40 <sup>J</sup>
T2: Secado por convección 2	32,67±0,12 <sup>E</sup>	3,73±0,30 <sup>I</sup>	11,83±0,29 <sup>AB</sup>	25,33±0,58 <sup>G</sup>	16,90±0,35 <sup>K</sup>
T3: Liofilizado 2	32,22±0,31 <sup>E</sup>	3,83±0,24 <sup>I</sup>	11,17±0,29 <sup>C</sup>	17,40±0,35 <sup>H</sup>	11,60±0,17 <sup>L</sup>
T4: Liofilizado 1	34,78±0,39 <sup>D</sup>	3,61±0,40 <sup>I</sup>	11,33±0,29 <sup>BC</sup>	25,33±0,58 <sup>G</sup>	16,90±0,35 <sup>K</sup>

\* Las letras desiguales revelan desacuerdos significativos ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos con un nivel de confianza del 95%.

## **8.2 Análisis estadístico de los datos análisis sensorial.**

Se realizó una prueba afectiva de aceptación en el laboratorio de estudio sensorial de la Universidad de las Américas, con la intervención de 61 participantes no entrenados (hombres y mujeres entre edades de 18-50 años) entre estudiantes, personal de seguridad, funcionarios presentes en la universidad, para la sesión de degustación a cada participante se le proporcionó 4 muestras con su respectivo codificación aleatoria, agua como medio de neutralización y una hoja para calificar mediante una escala hedónica de nueve puntos: 1.Me disgusta muchísimo, 2.Me disgusta mucho, 3.Me disgusta moderadamente, 4.Me disgusta poco, 5.Ni me gusta ni me disgusta, 6.Me gusta poco, 7.Me gusta moderadamente, 8.Me gusta mucho, 9.Me gusta muchísimo.(Drake, 2007)

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico InfoStat, en la tabla 4 se presenta la información tabulada de acuerdo con la puntuación asignada en la escala hedónica de 9 puntos.

Tabla 4. Variables evaluadas por los participantes

Tratamiento	n	Variable	Media
1	61	Textura	5,97±1,81 <sup>GH</sup>
2	61	Textura	5,49±1,89 <sup>FG</sup>
3	61	Textura	5,21±1,87 <sup>F</sup>
4	61	Textura	6,03±1,74 <sup>H</sup>
1	61	Sabor	6,03±2,03 <sup>E</sup>
2	61	Sabor	5,82±1,98 <sup>E</sup>
3	61	Sabor	5,56±1,95 <sup>E</sup>
4	61	Sabor	5,93±1,68 <sup>E</sup>
1	61	Color	6,00±1,83 <sup>ABC</sup>
2	61	Color	5,59±1,87 <sup>AB</sup>
3	61	Color	5,41±1,73 <sup>A</sup>
4	61	Color	6,69±1,43 <sup>D</sup>
1	61	Aroma	5,87±1,44 <sup>MN</sup>
2	61	Aroma	5,77±1,61 <sup>N</sup>
3	61	Aroma	5,51±1,46 <sup>M</sup>
4	61	Aroma	6,05±1,30 <sup>N</sup>
1	61	Apariencia	5,62±1,79 <sup>IJK</sup>
2	61	Apariencia	5,13±2,08 <sup>I</sup>
3	61	Apariencia	5,28±1,68 <sup>IJ</sup>
4	61	Apariencia	6,13±1,51 <sup>L</sup>
1	61	Aceptación en general	6,03±1,62 <sup>OPQ</sup>
2	61	Aceptación en general	5,44±1,93 <sup>O</sup>
3	61	Aceptación en general	5,57±1,69 <sup>OP</sup>
4	61	Aceptación en general	6,16±1,45 <sup>Q</sup>

\* Las letras desiguales revelan desacuerdos significativos ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos con un nivel de confianza del 95%.

Adicional a la escala hedónica se realizó una encuesta en la que se consultó a los participantes sobre su conocimiento en cuanto a las propiedades y beneficios de los arándanos, el 83,6% de los participantes manifestó conocerlas, en cuanto al consumo del fruto en fresco o de algún producto en base de este, el 36% manifiesta consumirlo, el 26% lo ha probado, el 15% no lo ha consumido sin

embargo le gustaría hacerlo, el 23% de los participantes informaron que no lo consumen.

La frecuencia de consumo diaria es del 7%, semanalmente es del 18%, mensualmente es del 18%, el consumo ocasional es del 34%, se mantiene el 23% de los participantes que no lo consumen. Adicional se consultó sobre el interés de consumir el arándano combinado con otras preparaciones, el 21.31% manifestó su preferencia por la mermelada, el 6.56% por el vino, el 21.31% combinado en el yogurt, el 24.59% en postres y helados, el 16.39% en fruta deshidratada, y el 9.84% lo dudan.

## **9 .DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

Se realizó la caracterización del arándano fresco y el mismo presentó una humedad de  $90,22 \pm 0,10$  la cual está dentro del rango de 80 a 95% que es lo establecido para la mayoría de las frutas y hortalizas según Wills. (Wills, 1984) , presenta un contenido de sólidos solubles de  $12,67 \pm 0,29$  que se encuentra dentro del rango de 10 y 15°Brix para que el fruto se encuentre en estado de madurez (Galletta, 1990). Se determinó el valor del pH (Potencial de Hidrógeno) de  $3,81 \pm 0,07$  que se acerca al valor presentado en el portal Food-Info de 3,7. (Food-Info.net, 1999)

Según los resultados proporcionados en análisis estadístico de las propiedades físicas mostradas en la tabla 3 se puede observar que T1: Secado por convección 1 (temperatura de 55°C por 24 horas) tiene mayores disconformidades significativas con relación a los demás tratamientos, en cuanto a °Brix:  $12,33 \pm 0,29$ , peso final:  $27,33 \pm 0,58$  (g) y rendimiento:  $18,23 \pm 0,40$ (%), bajo estos parámetros se cuenta con un arándano de menor tamaño, arrugado como pasa según lo mostrado en la figura 3.



**Figura 3.** Arándano deshidratado.

En la información resultante de análisis sensorial se puede observar que el T3: Liofilizado 2 (presión 22 Pa, 50 horas) tiene disconformidades significativas con relación a los demás tratamientos en cuanto a textura ( $5,21 \pm 1,87$ ), color ( $5,41 \pm 1,73$ ), aroma ( $5,51 \pm 1,46$ ). Mientras que el que obtuvo mayor calificación en 5 de 6 variables evaluadas es el T4: Liofilizado 1 (presión 16,865 Pa, 50 horas) en cuanto a textura ( $6,03 \pm 1,74$ ), color ( $6,69 \pm 1,43$ ), aroma ( $6,05 \pm 1,30$ ), apariencia ( $6,13 \pm 1,51$ ) y aceptación en general ( $6,16 \pm 1,45$ ), por lo tanto, se puede afirmar que es el tratamiento con mayor aceptación por los participantes. Seguido en puntuación por el T1: Secado por convección 1, textura ( $5,97 \pm 1,81$ ), sabor ( $6,03 \pm 2,03$ ), color ( $6,00 \pm 1,83$ ), aroma ( $5,87 \pm 1,44$ ), apariencia ( $5,62 \pm 1,79$ ) y aceptación en general ( $5,62 \pm 1,79$ ).

Como resultados de los tratamientos de liofilización se obtuvo un fruto liviano, mantiene su forma del estado en fresco y muestra un tono brillante como se muestra en la figura 4.



**Figura 4.** Arándano deshidratado.

En Ecuador aún no hay normativa establecida para el arándano deshidratado, sin embargo, se puede tomar en consideración los límites de humedad y temperatura para productos deshidratados establecidos en la normativa NTE INEN 2996. En este se indica la uvilla debe ser tratada a una temperatura de 55°C hasta obtener una humedad del 12%. (INEN, 2015)

Tomando en consideración que es un tema de estudio y que no se aplicó ningún pretratamiento a los arándanos, se estableció un tiempo de prueba de 24 horas para el caso de secado por convección y 50 horas para el caso de liofilización, se obtuvo como resultado valores de humedad sobre el 30% en cada repetición, por lo tanto, se estima que para llegar al porcentaje indicado en la normativa es necesario extender al menos 24 horas el tiempo de procesamiento en cada tratamiento.

## **10 .CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### ***10.1.Conclusiones***

- El arándano liofilizado tuvo mayor aceptación por parte de los participantes, tuvo la puntuación más alta en 5 de 6 variables evaluadas, sin embargo, el tratamiento de deshidratación en bandejas de secado no quedó muy detrás en las puntuaciones, por lo tanto, la decisión final en la producción a gran escala del arándano seco dependerá del poder adquisitivo para cubrir los costos elevados y moderados, para implementar una planta de liofilización o deshidratación respectivamente.
- No hay diferencias tan significativas en cuanto a los parámetros físicos evaluados en cada tratamiento, sin embargo, en los ° Brix del tratamiento 1 (secado por convección) se puede notar por su valor que las frutas presentaron mayor estado de madurez.

## 10.2.Recomendaciones

- Se debe tomar en consideración las características organolépticas de la variedad de los arándanos destinados al tratamiento de deshidratación o liofilización, puesto que a parte del calibre los distingue el estado de dulzor y acidez que presentan en estado fresco, esto a su vez influye en la aprobación del producto final en el comprador.
- Para la variedad de arándano que presenta mayor acidez, se puede realizar el pulverizado de los arándanos deshidratados o liofilizados, de esta forma se puede ampliar su versatilidad y se lo puede utilizar como ingrediente para otras preparaciones.
- Se sugiere capacitar al personal encargado del área de cultivo y post cosecha, en cuanto al estado de madurez del fruto, técnica de cosecha, proceso de cuidado y conservación del fruto hasta su comercialización, los frutos prematuramente cosechados cambian de coloración azul a rojizo durante el tratamiento de secado.

## 11 REFERENCIAS

- Agrocalidad. (2021). *Primera exportación de arándanos a Países Bajos*.  
<https://www.agrocalidad.gob.ec/primera-exportacion-de-arandanos-a-paises-bajos/>
- Aldaba, J., Concha, V., Muñoz, V. del C., & Concha, J. (2016). *Funcionalidad del arándano azul (Vaccinium corymbosum L.)* (Vol. 1, Issue 1).  
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/3/73.pdf>
- Beaver, M., Mendenhall, B., & Beaver, •. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística*.  
<http://latinoamerica.cengage.com>
- Bedca. (2007). *Información detallada del arándano*. <https://www.bedca.net/bdpub/index.php>
- Beton. (2021). *Proantocianidina frente a antocianina: ¿cuál es la diferencia?*  
<http://m.betonbotanical.com/info/proanthocyanidin-vs-anthocyanin-what-s-the-d-65578700.html>
- de Michelis, A., Elizabeth, D., & Secado, O. (2022). *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala*.
- Drake, M. A. (2007). Invited review: Sensory analysis of dairy foods. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 90, Issue 11, pp. 4925–4937). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0332>

- el Productor. (2022). *En Ecuador crece la producción de arándanos con precaución para no saturar el mercado interno*. <https://elproductor.com/2022/01/en-ecuador-crece-la-produccion-de-arandanos-con-precaucion-para-no-saturar-el-mercado-interno/>
- FAO. (2018). *La belleza (y el sabor!) están en el interior | Historias de la FAO*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1100545/>
- FAO. (2021). *Recursos de la FAO sobre la pérdida y el desperdicio de alimentos | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/publications/highlights-detail/es/c/1441573/>
- FAO\_PRODAR. (2022). *Procesados de frutas Fichas técnicas*. <https://www.librosymanualesdeagronomia.com/libros-gratis-manual-de-deshidratacion-de-frutas-pdf/>
- Food-Info.net. (1999). *¿Cuál es el pH de los alimentos?* <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp65.htm>
- Fundación para la Innovación Agraria (Chile). (2009). *Resultados y lecciones en productos agroindustriales ricos en antioxidantes, a base de berries nativos : proyecto de innovación, valorización a septiembre de 2009*. Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura. [https://www.opia.cl/601/w3-article-75567.html?\\_external\\_redirect=articles-75567\\_archivo\\_01.pdf](https://www.opia.cl/601/w3-article-75567.html?_external_redirect=articles-75567_archivo_01.pdf)
- Galletta, G. H. (1990). *Small fruit crop management*.
- Gamarra Astuhuaman, G., Wong, F., Oscar, C., Pujay, E., Tito, C., & Rivera Espinoza, A. (2015). *ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN CON APLICACIONES DE SPSS*.
- INEN. (2015). *Productos deshidratados. Zanahoria, zapallo, uvilla*.
- Julia, C., & Manfugás, E. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*.
- Liofilizado & Co. (2022). *Liofilización de los alimentos - Definición y Ventajas*. <https://www.liofilizado.es/liofilizacion-de-los-alimentos-definicion-y-ventajas-p-4151>
- Luna, J. P., Arriola, G. C. P., Ovalle, S. E. T., & Medina, J. F. (2021). Efecto del proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) sobre la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3). <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-112>
- Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). PHENOLIC COMPOUNDS IN FOOD †. In *Bolivian Journal of Chemistry* (Vol. 31, Issue 2). <http://www.bolivianchemistryjournal.org>, <http://www.scribd.com/bolivianjournalofchemistry>
- Porru, A. L. (2020). *¿Conoces las ventajas y desventajas de los alimentos deshidratados?* <https://www.notasnaturales.com/ventajas-desventajas-alimentos-deshidratados/>

Portal Frutícola. (2021). Ecuador fomenta el cultivo de arándano con miras a la exportación. *Portal Frutícola*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/12/02/ecuador-fomenta-el-cultivo-de-arandano-con-miras-a-la-exportacion/>

Portalfruticola. (2016). *Secado por liofilización: Ventajas y aplicaciones*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/01/08/secado-por-liofilizacion-ventajas-y-aplicaciones/>

Primicias. (2022). *Ecuador exportó cinco toneladas de arándanos a Países Bajos*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ecuador-exportacion-arandanos-paises-bajos/>

Quiroz, I. (2022). *Mercado internacional de arándanos*. [http://www.iqonsulting.com/files/220525\\_Anuario\\_2022\\_Mercado\\_Internacional\\_de\\_Ar%C3%A1ndanos.pdf](http://www.iqonsulting.com/files/220525_Anuario_2022_Mercado_Internacional_de_Ar%C3%A1ndanos.pdf)

Rivadeneira, F. (2020). *Variedades de arándanos disponibles en Argentina*. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_concordia\\_variedades\\_de\\_arandanos.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_variedades_de_arandanos.pdf)

Romero, A. (2016). *El Arándano en el Perú y el Mundo*. <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/analisis-economicos/boletines/2016/36-el-arandano-en-el-peru-y-el-mundo/file>

Wills, R. ; L. T. ; M. W. ; H. E. ; G. (1984). *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección*. Editorial Acribia.

## 12 ANEXOS

### 12.1 Anexo 1: Caracterización de materia prima: fresca y tratada.

	
Equipo de medición de humedad por pérdida de peso	Peso inicial de la muestra





Medición de humedad del arándano tratado



Medición de humedad del arándano fresco



Refractómetro 0-32% para medir °Brix



Refractómetro 0-32% para medir °Brix




Medición de pH en muestra tratada




Medición de pH en muestra fresca

## 12.2. Anexo 2: Proceso de deshidratación

	
Equipo deshidratador	Temperatura de trabajo
	
Arándano fresco en deshidratador	Arándano deshidratado.

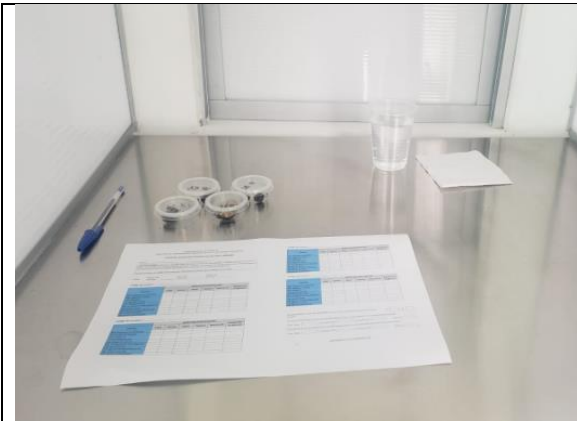
## 12.3 .Anexo 3: Proceso de liofilización

	
Arándano fresco en deshidratador	Arándano deshidratado.



Arándano liofilizado

### 12.4 .Anexo 4: Análisis sensorial



Muestras en estación de participante



Participantes realizando degustación

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS  
 MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA, MENCIÓN CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA  
 Evaluación sensorial para arándano deshidratado y liofilizado

Fecha: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Observe y pruebe cada una de las muestras de arándano. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada característica de la muestra, encierre en un círculo el número correspondiente a la descripción que considere apropiada de acuerdo con su criterio de aceptación.  
 Anote también el código de la muestra. RECUERDE TOMAR AGUA ENTRE MUESTRAS.

Sexo: Masculino \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_  
 Estado: Profesional \_\_\_\_\_ Empleado \_\_\_\_\_ Estudiante \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_  
 Edad: Menor de 18 años \_\_\_\_\_ Entre 18 y 30 años \_\_\_\_\_ Mayor de 30 años \_\_\_\_\_

¿Alguna vez ha secado trozos de fruta en casa? Sí  No

¿Le gusta comer frutas secas (solas o como parte de una mezcla de frutos secos)? Sí  No

¿Con qué frecuencia come frutas secas (solas o como parte de una mezcla de frutos secos)?

1 vez /mes  1-3 veces /mes  1-6 veces/ mes  Nunca

¿Con qué frecuencia compra frutas secas (solas o como parte de una mezcla de frutos secos)?

1 vez /mes  1-3 veces /mes  1-6 veces/ mes  Nunca

Código de muestra: \_\_\_\_\_

**ASPECTOS A EVALUAR:**

**Color**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

**Aroma**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

**Sabor**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	No me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

Encuesta hedónica aplicada.

## 12.5 Anexo 5: Análisis estadístico de datos

Nueva tabla : 8/11/2022 - 10:52:10 - [Versión : 30/4/2020]

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
1	Peso final	3	27,33	0,58	0,75	<0,0001
1	Humedad %	3	32,25	0,11	1,00	0,9018
1	pH	3	3,52	0,11	0,85	0,2519
1	°Brix	3	12,33	0,29	0,75	<0,0001
1	Rendimiento	3	18,23	0,40	0,75	<0,0001
2	Peso final	3	17,40	0,35	0,75	<0,0001
2	Humedad %	3	32,22	0,31	1,00	0,9443
2	pH	3	3,83	0,24	0,97	0,6795
2	°Brix	3	11,17	0,29	0,75	<0,0001
2	Rendimiento	3	11,60	0,17	0,75	<0,0001
3	Peso final	3	25,33	0,58	0,75	<0,0001
3	Humedad %	3	32,67	0,12	0,90	0,3962
3	pH	3	3,73	0,30	0,89	0,3464
3	°Brix	3	11,83	0,29	0,75	<0,0001
3	Rendimiento	3	16,90	0,35	0,75	<0,0001
4	Peso final	3	25,33	0,58	0,75	<0,0001
4	Humedad %	3	34,78	0,39	0,98	0,7182
4	pH	3	3,61	0,40	0,76	0,0233
4	°Brix	3	11,33	0,29	0,75	<0,0001
4	Rendimiento	3	16,90	0,35	0,75	<0,0001

Análisis estadístico de los datos experimentales

Medidas resumen

Tratamiento	Código	Variable	n	Media	D.E.
1	Secado por convección 1	Color	61	6,00	1,83
1	Secado por convección 1	Aroma	61	5,87	1,44
1	Secado por convección 1	Sabor	61	6,03	2,03
1	Secado por convección 1	Textura	61	5,97	1,81
1	Secado por convección 1	Apariencia	61	5,62	1,79
1	Secado por convección 1	Aceptación en general	61	6,00	1,62
2	Secado por convección 2	Color	61	5,59	1,87
2	Secado por convección 2	Aroma	61	5,77	1,61
2	Secado por convección 2	Sabor	61	5,82	1,98
2	Secado por convección 2	Textura	61	5,49	1,89
2	Secado por convección 2	Apariencia	61	5,13	2,08
2	Secado por convección 2	Aceptación en general	61	5,44	1,93
3	Liofilizado 2	Color	61	5,41	1,73
3	Liofilizado 2	Aroma	61	5,51	1,46
3	Liofilizado 2	Sabor	61	5,56	1,95
3	Liofilizado 2	Textura	61	5,21	1,87
3	Liofilizado 2	Apariencia	61	5,28	1,68
3	Liofilizado 2	Aceptación en general	61	5,57	1,69
4	Liofilizado 1	Color	61	6,69	1,43
4	Liofilizado 1	Aroma	61	6,05	1,30
4	Liofilizado 1	Sabor	61	5,93	1,68
4	Liofilizado 1	Textura	61	6,03	1,74
4	Liofilizado 1	Apariencia	61	6,13	1,51
4	Liofilizado 1	Aceptación en general	61	6,16	1,45

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Aceptación en general	244	5,80	1,70	0,95	<0,0001
Sabor	244	5,84	1,91	0,93	<0,0001
Textura	244	5,68	1,85	0,95	<0,0001
Apariencia	244	5,54	1,81	0,95	<0,0001
Color	244	5,92	1,78	0,94	<0,0001
Aroma	244	5,80	1,46	0,93	<0,0001

Análisis estadístico de los datos análisis sensorial.

Nueva tabla : 9/11/2022 - 15:48:45 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba de Friedman

T1 Color	T2 Color	T3 Color	T4 Color	T <sup>2</sup>	p
2,48	2,20	2,11	3,20	13,00	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 23,146

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T3 Color	129,00	2,11	61 A
T2 Color	134,50	2,20	61 A B
T1 Color	151,50	2,48	61 A B C
T4 Color	195,00	3,20	61 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

Nueva tabla : 9/11/2022 - 15:52:11 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba de Friedman

T1 Sabor	T2 Sabor	T3 Sabor	T4 Sabor	T <sup>2</sup>	p
2,59	2,52	2,32	2,57	0,67	0,5714

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 25,848

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T3 Sabor	141,50	2,32	61 A
T2 Sabor	153,50	2,52	61 A
T4 Sabor	157,00	2,57	61 A
T1 Sabor	158,00	2,59	61 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

Nueva tabla : 9/11/2022 - 15:53:39 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba de Friedman

T1 Textura	T2 Textura	T3 Textura	T4 Textura	T <sup>2</sup>	p
2,70	2,36	2,12	2,82	4,78	0,0031

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 24,720

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T3 Textura	129,50	2,12	61 A
T2 Textura	144,00	2,36	61 A B
T1 Textura	164,50	2,70	61 B C
T4 Textura	172,00	2,82	61 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

Análisis estadístico de Friedman por variable.

### Prueba de Friedman

T1 Apariencia	T2 Apariencia	T3 Apariencia	T4 Apariencia	T <sup>2</sup>	p
2,43	2,28	2,30	2,99	5,27	0,0017

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 24,774

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T2 Apariencia	139,00	2,28	61 A
T3 Apariencia	140,50	2,30	61 A B
T1 Apariencia	148,00	2,43	61 A B C
T4 Apariencia	182,50	2,99	61 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,050$ )

Nueva tabla : 9/11/2022 - 15:56:04 - [Versión : 30/4/2020]

### Prueba de Friedman

T1 Aroma	T2 Aroma	T3 Aroma	T4 Aroma	T <sup>2</sup>	p
2,55	2,56	2,17	2,72	2,87	0,0380

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 23,379

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T3 Aroma	132,50	2,17	61 A
T1 Aroma	155,50	2,55	61 A B
T2 Aroma	156,00	2,56	61 B
T4 Aroma	166,00	2,72	61 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,050$ )

Nueva tabla : 9/11/2022 - 15:56:47 - [Versión : 30/4/2020]

### Prueba de Friedman

T1 Aceptación en general	T2 Aceptación en general	T3 Aceptación en general	T4 Aceptación en general	T <sup>2</sup>	p
2,59	2,27	2,30	2,84	3,25	0,0230

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 25,634

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T2 Aceptación en general	138,50	2,27	61 A
T3 Aceptación en general	140,00	2,30	61 A B
T1 Aceptación en general	158,00	2,59	61 A B C
T4 Aceptación en general	173,50	2,84	61 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,050$ )

Análisis estadístico de Friedman por variable.