

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“DESHIDRATACIÓN DE DOS VARIEDADES DE FRUTILLA (*Fragaria vesca*)
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE AIRE CALIENTE.”**

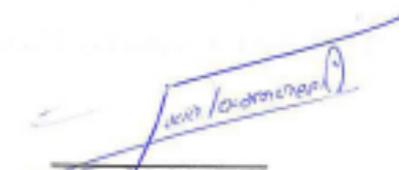
Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su
presentación como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Dra. Lucía Toromoreno

DIRECTORA DE TESIS



FIRMA

Dra. Lucía Yépez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Hernán Cadena

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Marcelo Vacas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Torres Valles Christian Raúl, portador de la cédula de ciudadanía N° 100252553-1, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte, los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“DESHIDRATACIÓN DE DOS VARIEDADES DE FRUTILLA (*Fragaria vesca*.)MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE FLUJO DE AIRE CALIENTE”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Técnica del Norte quedando la misma, facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que entregamos el trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Christian Torres Valle

Torres Valle Christian Raúl

100252553-1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica Del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE CIUDADANÍA	100252553-1
APELLIDOS Y NOMBRES	Torres Valle Christian Raúl
DIRECCIÓN	Luis Vargas Torres 4-19
EMAIL	chris.tv8@hotmail.com
TELÉFONO MÓVIL	0987072997
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	DESHIDRATACIÓN DE DOS VARIEDADES DE FRUTILLA (<i>Fragaria vesca.</i>) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE FLUJO DE AIRE CALIENTE
AUTOR	Torres Valle Christian Raúl
FECHA	2013-07-30
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO AGROINDUSTRIAL
ASESOR/DIRECTOR	Dra. Lucía Toromoreno

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Torres Valles Christian Raúl, portador de la cédula de ciudadanía N° 100252553-1, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, realizo la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad, con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El Autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo que la obra es original y que son las titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de julio del 2013

EL AUTOR:

(Firma)

Christian Torres/R.

Nombre: Torres Valle Christian R.

CC. 100252553-1

AGRADECIMIENTO

A la gloriosa Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, a todos los docentes y personal administrativo; expreso un profundo agradecimiento, por forjar en mí una crítica y útil a mi familia y a la sociedad.

Christian

DEDICATORIA

A Dios mi redentor, por guiarme por el camino correcto y darme valor espiritual para seguir creciendo como ser humano.

A mis Padres Raúl Torres y Cristina Valle; mi fortaleza, por enseñarme que lo importante de la vida se logra con esfuerzo, a nunca rendirme ante las dificultades, por educarme e inculcarme a ser lo que soy.

A Vero mi compañera e Issac mi retoño por ser mi fuente de inspiración, y comprensión en todo momento.

A mi Querida Familia; por su sabiduría, consejos y cuidado.

Christian

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 LA FRUTILLA (<i>Fragaria vesca</i>).....	5
---	----------

2.2 Datos Botánicos.....	5
2.3 Clasificación Botánica.....	5
2.4 Control de malezas.....	6
2.5 Recolección.....	6
2.6 Variedades.....	6
2.6.1 Variedad Oso grande.....	7
2.6.2 Variedad Diamante.....	8
2.7 Datos Producción Nacional.....	9
2.8 Datos Exportación.....	10
2.9 Valor nutricional de la frutilla.....	11
2.10 Conservación de los alimentos.....	14
2.10.1 Métodos de conservación por periodos cortos.....	14
2.10.2 Métodos de conservación por acción química.....	15
2.10.3 Métodos de conservación por tratamientos físicos.....	15
2.11 El secado.....	15
2.11.1 Proceso Básico de Secado.....	16
2.11.2 Naturaleza del agua en un alimento.....	17
2.12 Sistemas de deshidratación.....	18
2.13 Secado por aire caliente.....	19
2.14 Clasificación de los métodos de deshidratación de alimentos.....	20
2.14.1 Cambios en los alimentos sólidos durante la deshidratación.....	22
2.15 Preparación de las frutas para el secado.....	24
2.16 Envasado y almacenamiento de las frutas deshidratadas.....	25
2.16.1 Modificaciones producidas en la fruta con la deshidratación.....	26
2.17 Conservantes y aditivos.....	26
2.17.1 Definición.....	26
2.17.2 Clasificación de conservantes y aditivos usados en frutas.....	27
2.17.3 Funciones principales de los aditivos alimentarios.....	27
2.17.4 Los sulfitos.....	29
2.17.5 Dosis de metabisulfito de sodio.....	31

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales y métodos	32
3.1.1 Materiales.....	32
3.1.2 Insumos.....	32
3.1.3 Materiales.....	32
3.1.4 Equipos.....	32
3.2 Métodos	33
3.2.1 Caracterización del área de estudio.....	33
3.2.2 Factores en estudio.....	34
3.2.3 Tratamientos.....	35
3.3 Diseño experimental	35
3.3.1 Características del experimento.....	36
3.3.2 Unidad experimental.....	36
3.3.3 Análisis de variancia.....	36
3.3.4 Análisis funcional.....	36
3.3.5 Variables a evaluarse.....	37
3.3.5.1 Variables Cuantitativas.....	37
3.3.5.2 Variables Cualitativas.....	38
3.4 Manejo específico del experimento	40
3.4.1 Diagrama de bloques para determinar la influencia de los parámetros en la deshidratación de por medio de flujo de aire caliente.....	40
3.4.2 Diagrama de flujo para determinar la influencia de los parámetros en la deshidratación de frutilla por medio de flujo de aire caliente.....	42
3.4.3 Descripción del proceso.....	43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis estadístico de la variable °Brix.....	47
4.2 Análisis estadístico de la variable Humedad.....	53
4.3 Análisis estadístico de la variable Rendimiento.....	55
4.3.1 Análisis sensorial del producto terminado.....	62
4.3.2 Determinación del tiempo de deshidratación para los tres mejores tratamientos.....	67
4.3.3 Caracterización de la materia prima.....	70
4.4 Análisis Físico-Químico para los tres mejores tratamientos.....	71
4.5 Balance de materiales para los tres mejores tratamientos.....	72
4.5.1 Balance de materiales tratamiento T 7 (Variedad Diamante, 41°C y 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico).....	72
4.5.2 Balance de materiales tratamiento T11 (Variedad Diamante, 52 °C y 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico).....	74
4.5.3 Balance de materiales tratamiento T4 (Variedad oso, 46°C y 0.1% de metabisulfito de sodio).....	76
4.6 Costos de producción para los tres mejores tratamientos.....	78

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES.....80

RECOMENDACIONES.....82

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA.....83

CAPÍTULO VII

ANEXOS.....85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Exportaciones de fresa.....	10
Tabla 2 Exportaciones de fresa congelada y su lugar de destino.....	11
Tabla 3 Nutrientes de la fresa.....	11
Tabla 4 Hidratos de carbono.....	12
Tabla 5 Minerales de la fresa.....	12
Tabla 6 Vitaminas en las fresas.....	13
Tabla 7 Antioxidantes carotenoides de la fresa.....	13
Tabla 8 Ácidos grasos.....	14
Tabla 9 Caracterización del área de estudio.....	33
Tabla 10 Especificaciones del equipo de secado.....	33
Tabla 11 Tratamientos en estudio.....	35
Tabla 12 Esquema del ADEVA.....	36
Tabla 13 Valores de °Brix.....	47
Tabla 14 ADEVA de °Brix.....	48
Tabla 15 Prueba de Tukey para tratamientos.....	49
Tabla 16 Prueba de significación DMS para factor A (variedad de frutilla).....	49
Tabla 17 Valores de humedad.....	53
Tabla 18 ADEVA humedad.....	53
Tabla 19 Prueba DMS humedad.....	54
Tabla 20 Valores de rendimiento.....	55
Tabla 21 ADEVA rendimiento.....	56
Tabla 22 Prueba de Tukey para tratamientos.....	57
Tabla 23 Prueba DMS para factor A (variedad de frutilla).....	57
Tabla 24 Prueba DMS para factor B (temperatura).....	58
Tabla 25 Prueba DMS para factor C (tipo de antioxidante).....	58
Tabla 26 Análisis de FRIEDMAN para variables de evaluación sensorial.....	62
Tabla 27 Caracterización de la materia prima.....	70
Tabla 28 Análisis Físico-Químico para tres mejores tratamientos.....	71
Tabla 29 Costos de producción para tres mejores tratamientos.....	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Cultivos de Frutilla.....	9
Gráfico 2: Efecto de la interacción de los grados °Brix entre A (variedad de frutilla) y B (Temperatura).....	50
Gráfico 3: Efecto de la interacción de los grados °Brix entre A (variedad de frutilla) y C (tipo de antioxidante).....	51
Gráfico 4: Comportamiento de los Tratamientos.....	52
Gráfico 5: Comportamiento del tratamiento con respecto a la humedad.....	54
Gráfico 6: Interacción de los factores A (Variedad de frutilla) y B (Temperatura) en la variable rendimiento del producto terminado.....	59
Gráfico 7: Interacción de los factores B (Temperatura) y C (Tipo de antioxidante), en el rendimiento del producto terminado.....	60
Gráfico 8: Rendimiento.....	61
Gráfico 9: Color.....	63
Gráfico 10: Olor.....	64
Gráfico 11: Sabor.....	65
Gráfico 12: Textura.....	66
Gráfico 13: Curva de secado para T4 (Variedad oso, 46°C, 0.1 %.....	67
Gráfico 14: Curva de secado para T7 (Variedad diamante, 41°C, 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico.....	68
Gráfico 15: Curva de secado para T11 (Variedad diamante, 52°C, 0.033% metabisulfito de sodio + 0.033% de ácido cítrico + 0.033% de ácido ascórbico).....	69

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1: La frutilla.....	5
Figura 2: Recolección de la frutilla.....	7
Figura 3: Variedad Oso grande.....	8
Figura 4: Variedad Diamante.....	8
Figura 5: Deshidratador de frutas.....	34
Figura 6 Balanza electrónica.....	37
Figura 7: Adquisición de la frutilla.....	43
Figura 8: Selección de la frutilla.....	43
Figura 9: Pesado 2 de la frutilla.....	43
Figura 10: Lavado de la frutilla.....	44
Figura 11: Pelado de sépalos.....	44
Figura 12: Cortado de la frutilla.....	44
Figura 13: Inmersión en solución ácida.....	45
Figura 14: Escurrido.....	45
Figura 15: Secado.....	45
Figura 16: Sellado.....	46
Figura 17: Almacenado.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Tipos de Secadores.....	21
Cuadro N° 2 Funciones tecnológicas de los conservantes y aditivos.....	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: NTE INEN 1334-2:2008, Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano.....	86
ANEXO 2: Grado de madurez de la frutilla.....	94
ANEXO 3: Evaluación sensorial.....	95
ANEXO 4: Rangos de la variable olor, determinados en la evaluación sensorial de la deshidratación de frutilla (<i>Fragaria vesca</i>) por flujo de aire caliente.....	97
ANEXO 5: Rangos de la variable color, determinados en la evaluación sensorial de la deshidratación de frutilla (<i>Fragaria vesca</i>) por flujo de aire caliente.....	98
ANEXO 6: Rangos de la variable sabor, determinados en la evaluación sensorial de la deshidratación de frutilla (<i>Fragaria vesca</i>) por flujo de aire caliente.....	99
ANEXO 7: Rangos de la variable textura, determinados en la evaluación sensorial de la deshidratación de frutilla (<i>Fragaria vesca</i>) por flujo de aire caliente.....	100
ANEXO 8: Método AOAC 920.151: Determinación de sólidos totales.....	101
ANEXO 9: Método AOAC 985.33: Determinación de vitamina C.....	102
ANEXO 10: Método AOAC 962.09: Determinación de fibra.....	103
ANEXO 11: Método AOAC 945.10: Determinación de pH.....	105
ANEXO 12: Método AOAC 932.14 Determinación de sólidos solubles.....	106
ANEXO 13: Análisis físico químico de la materia prima (frutilla).....	107
ANEXO 14: Análisis físico químico y microbiológico para el producto final.....	108
ANEXO 15: Análisis físico químico para los tres mejores tratamientos.....	109
ANEXO 16: Norma Peruana para productos deshidratados.....	110

CAPÍTULO VI

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de los parámetros en la deshidratación de frutilla (*fragaria vesca*); empleando dos variedades; oso grande y diamante con dos antioxidantes, para lo cual se emplearon los siguientes materiales y métodos: -Frutilla Diamante, (*fragaria vesca*) y Frutilla Oso grande, (*fragaria vesca*) variedades que se cultivan en Imbabura; Insumos: Agua, Ácido ascórbico, Ácido cítrico, Metabisulfito de sodio; Accesorios: Recipientes de plástico con tapas, Cuchillos, Fundas de polietileno, Rollo de papel aluminio y, Bandejas de plástico y los Equipos: Balanza electrónica de capacidad 500g, Secador eléctrico de bandejas, Selladora y Cronómetro. Los resultados obtenidos en este estudio, mediante la aplicación del método experimental de deshidratación; se determinó que la variedad de frutilla diamante es la mejor para el proceso de deshidratación, en especial el tratamiento T11, (Variedad Diamante, 52 °C., 0,33% de Metabisulfito de Sodio, 0,33% de Ácido cítrico y 0,33 % de Ácido ascórbico) porque presenta en el análisis químico menor contenido de humedad con un 14.8% y 85.20% en sólidos total. La producción de frutilla en el Ecuador se ha incrementado en los últimos años, por el año 2007 Ecuador produjo 30.000 toneladas mensuales. En tanto que desde el 2008 hasta la fecha decayó su producción; debido a cambios climáticos. Las frutas en general son productos altamente perecederos; comúnmente, hasta un 23% se pierden, ya que son más susceptibles a deterioros microbiológicos y/o fisiológicos. Por lo que, es necesario implementar procesos de conservación de estas frutas para mejorar la calidad y el rendimiento económico; así como pérdidas considerables en los compuestos aromáticos propios de cada fruta. La frutilla es una planta perenne de la familia de las Rosáceas, cuyo fruto es comestible. La planta presenta tallos rastreros, con estolones, hojas vellosas y flores blancas o amarillentas. La producción en este último año fue de 5000 TM, correspondiendo a una productividad de 20 TM / Ha. La provincia de Pichincha es uno de los referentes de la producción nacional con el 50 % de superficie, que abastece a las industrias de Tungurahua y al país. La conservación de alimentos consiste en, prolongar la vida útil de los mismos, previniendo o evitando el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), para que el alimento no se deteriore durante el almacenaje. Al mismo tiempo, se deben controlar los cambios químicos y bioquímicos que provocan deterioro. Para obtener un alimento sin alteraciones en sus

características organolépticas típicas (color, sabor y aroma) y ser consumido sin riesgo durante un cierto período (no inferior a un año). Los sistemas de secado se han desarrollado de acuerdo a los requerimientos específicos de cada variedad de frutilla. En todos los métodos de deshidratación, el alimento a secar se debe poner en contacto con un medio, que con frecuencia es un flujo de aire caliente, para eliminar la humedad del producto. Con estos antecedentes se ha determinado de mucha importancia realizar una investigación de tipo experimental, sobre la deshidratación como una alternativa tecnológica para prolongar la vida útil de la frutilla, mejorando las características sensoriales, nutricionales y evitando su deterioro a causa de microorganismos o daños mecánicos. El Ecuador, es un país que en la actualidad exporta productos deshidratados tales como hortalizas, plantas medicinales, aromáticas y frutas entre las que se cuentan piña, banano, en sus presentaciones no edulcorado, entero, en trozos y recubierto con cocoa; pitajaya, mango edulcorado y no edulcorado y la frutilla; que representan el 24.60% del total de productos deshidratados exportados.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of parameters on the dehydration of strawberry (*Fragaria vesca*), using two varieties, big bear diamond with two antioxidants, for which we used the following materials and methods:-Strawberry Diamond, (*Fragaria vesca*) and Big Bear Strawberry (*Fragaria vesca*.) varieties grown in Imbabura; Inputs: Water, ascorbic acid, citric acid, sodium metabisulfite, Accessories: Plastic containers with lids, knives, polyethylene covers, Roll aluminum foil and plastic trays and Equipment: Electronic Scale 500g capacity, electric dryer trays, Sealing and Stopwatch. The results obtained in this study, by applying the experimental method of dehydration, it was determined that diamond strawberry variety is best for the dehydration process, especially the treatment T11 (Variety Diamond, 52 ° C., 0,033% sodium metabisulphite, 0,033% citric acid and 0,033% ascorbic acid) as shown in the chemical analysis with lower moisture content 14,8% and 85,20% total solids. The production of strawberry in Ecuador has increased in recent years. In 2007 Ecuador produced 30,000 tons per month. While from 2008 to date production declined, due to climate change. Fruits are highly perishable products, commonly up to 23% is lost, due to which are more susceptible to microbiological deterioration and / or physiological factors. So, it is necessary to implement conservation processes of these fruit, to improve the quality and economic performance, as well as losses in the aromatic compounds of each fruit. The strawberry is a perennial plant of the Rosaceae family, whose fruit is edible. The plant has creeping stems, with stolons hairy leaves and white or yellow flowers. Production in the last year was 5000 MT, corresponding to a productivity of 20 MT / ha. Pichincha is one of the leaders of national production with 50% of surface, which supplies Tungurahua industries and all country. Food preservation is prolonging their useful life by preventing or avoiding the growth of microorganisms (bacteria, yeasts and molds), so that the food

is not deteriorated during storage. At the same time, must be controlled chemical and biochemical changes that cause spoilage. For getting food without alterations in its organoleptic typical characteristics (color, flavor and aroma) and safe to be consumed over a certain period (not less than one year). Drying systems have been developed according to the specific requirements of each strawberry variety. In all methods of dewatering, drying the food to be put in contact with a medium which is often a flow of hot air to remove moisture from the product. With this background it has been determined to perform a very important experimental trial on dehydration as an alternative technology to prolong the lifetime of the icing, improving the sensory characteristics, nutritional and avoiding damage caused by microorganisms or mechanical damage. Ecuador is a country that currently exports dehydrated products such as vegetables, medicinal plants, herbs and fruit among which include pineapple, banana, in their presentations unsweetened, whole, in pieces and coated with cocoa; pitajaya, mango sweetened and unsweetened and strawberry, which represent 24,60% of the total exported dehydrated products.