

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA

Tema:

Deshidratación de dos variedades de frutilla (*fragaria vesca.*) mediante la utilización de flujo de aire caliente

Autor:

Christian Raúl Torres Valle

Director de tesis:

Dra. Lucía Toromoreno

Año:

2013

Lugar de investigación:

Unidades Edu-productivas de la Carrera de
Ingeniería Agroindustrial UTN

Beneficiarios:

Productores de Frutilla

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR

APELLIDOS: Torres Valle

NOMBRES: Christian Raúl

C. CIUDADANIA: 100252553-1

TELÉFONO CONVENCIONAL: 06-2956-946

TELÉFONO CELULAR: 0987072997

CORREO ELECTRÓNICO: chris.tv8@hotmail.com

DIRECCIÓN: Imbabura, Ibarra, El Sagrario, Luis Vargas Torres 4-19 y Rafael Carvajal.

AÑO: 2013

FORMATO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA – UTN

TORRES VALLE CHRISTIAN RAÚL.

DESHIDRATACIÓN DE DOS VARIEDADES DE FRUTILLA (*Fragaria vesca*) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE AIRE CALIENTE / TRABAJO DE GRADO.

Ingeniería Agroindustrial.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. Julio 2013.

98p. 16 Anexos

DIRECTORA: Dra. Lucía Toromoreno

Deshidratación de dos variedades de frutilla (*Fragaria vesca*) mediante la utilización de flujo de aire caliente. Experimentalmente se utilizan tres factores: variedad de frutilla, temperatura del aire de secado y tipo de antioxidante. Se evaluó las variables fisicoquímicas: azúcares totales, °Brix, fibra total, Humedad, sólidos totales, cenizas y vitamina C; microbiológicos: mohos y levaduras, recuento de aerobios totales y organolépticas: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Además se determinó el rendimiento.

Ibarra. A los 30 días del mes de julio del 2013

Dra. Lucía Toromoreno

DIRECTORA DE TESIS

AUTOR: Christian Torres

C.I.: 100252553-1

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., 0,033% de Metabisulfito de Sodio, 0,033% de Ácido cítrico y 0,033 % 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.

Palabras clave: Frutilla, deshidratación, conservación, microorganismos, perecederos.

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.

Key words: Strawberry, dehydration, preservation, microorganisms, perishable

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la frutilla en el Ecuador ha tenido en los cuatro últimos años un despunte considerable, para el año 2007 Ecuador produjo 30.000 toneladas mensuales de fruta. Pero desde el 2008 hasta la fecha hubo un descenso en la producción, esto debido a los cambios climáticos. En los últimos meses de 2009 causó escasez en el mercado, por la falta de maduración oportuna. Sin embargo, empieza a normalizarse. El inconveniente es que, en el país no hay plantaciones extensivas para la exportación. Los agricultores siembran en terrenos de 1000 metros a una hectárea como máximo. Según la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI).

En la provincia de Pichincha el cultivo es tecnificado, por lo cual no hay contaminación. En cambio, en la provincia del norte como Imbabura, los campesinos reutilizan los mismos plásticos para varias cosechas. “Esa práctica expone a los nuevos frutos, porque las bacterias del anterior cultivo se quedan en el plástico y contaminan.” Según cita Wilson Vásquez, experto en frutas del INIAP.

Las frutas son productos altamente perecederos; comúnmente, hasta un 23% se pierden, debido a que son más susceptibles a deterioros microbiológicos y/o fisiológicos, ocasionando generalmente pérdida de peso por deshidratación, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte.

La deshidratación es una alternativa tecnológica utilizada para prolongar la vida útil de las frutas, mejorando las características sensoriales y nutricionales y evitando su deterioro a causa de microorganismos o daños mecánicos durante la cosecha, almacenamiento y transporte, sin embargo son escasas las industrias que se dedican a su implementación.

Una fresa o 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. Ruiz, R (1987).

La frutilla contiene:

Fresa: nutrientes	
Nutriente	Por cada 100g
Agua	90,95 g
Proteínas	0,67 g
Lípidos	0,30 g
Ceniza	0,40 g
Hidratos de Carbono	7,68 g

<http://www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/fresa/>

La temperatura máxima que se puede utilizar es de 70°C, iniciando el secado con una temperatura elevada, el agua de los tejidos superficiales se evapora demasiado rápido. Esto dificulta la salida del agua de los tejidos internos, dando como resultados productos de baja calidad. Meyer R. (2007).

El agua contenida en un alimento interacciona con los diferentes constituyentes del mismo, de una manera compleja y heterogénea. Se considera que el agua contenida en los alimentos se encuentra absorbida en capas y pueden clasificarse en dos tipos de capas que son agua ligada y agua libre. Colina, M. (2010).

La deshidratación o secado artificial Consiste en exponer el material húmedo a una corriente de aire caliente constante, generada mecánicamente, con determinadas condiciones de temperatura, humedad y velocidad. Entre más seco y más caliente esté el aire, mayor será la velocidad de secado. Castro, K. (2011).

La evaporación superficial se produce cuando un producto se somete a la acción de una corriente de aire caliente, el líquido que contiene se evapora aumentando su contenido en el aire. Se produce así una desecación. Este es el método más utilizado, también llamado deshidratación por aire caliente. Maupoey P (2001)

La capacidad de los microorganismos para vivir y producir toxinas está determinada por la actividad de agua. La baja aw de los productos deshidratados inhibe el desarrollo de cualquier tipo de microorganismo, sin embargo, en frutas

deshidratadas envasadas incorrectamente o expuestas a un ambiente húmedo, puede haber adsorción de agua en la superficie del alimento y permitir el desarrollo de algunos hongos. Desrosier, N. (1997).

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de los parámetros (temperatura y antioxidante) en la deshidratación de dos variedades de frutilla (*Fragaria vesca*); oso grande y diamante, mediante la utilización de flujo de aire caliente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Evaluar cuál de las dos variedades de frutilla (oso grande y diamante), es más apta para los procesos de deshidratación.

-Evaluar la temperatura del aire (41, 46 y 52°C) más apropiada para el secado de la frutilla.

-Determinar el mejor antioxidante en el proceso de deshidratado de dos variedades de frutilla.

-Determinar el tiempo de deshidratación en las dos variedades de frutilla.

-Evaluar la calidad físico-química (azúcares totales, °Brix, fibra total, Humedad, sólidos totales, cenizas y vitamina C), en los tres mejores tratamientos.

-Evaluar la calidad microbiológica (mohos y levaduras, recuento de aerobios totales) del producto final.

-Evaluar la calidad organoléptica del producto final mediante análisis sensorial (color, sabor, olor, textura).

-Determinar el rendimiento, costos de producción en el producto terminado para los tres mejores tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental de esta investigación se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia El Sagrario; ubicada a 0°20' de latitud norte; a 78°08' longitud oeste; a una altitud de 2.226,26 m.s.n.m.; la temperatura promedio es de 17.7°C.; la humedad relativa es de 72%, con un pluviosidad de 550,3 mm/año.

Materia prima: Frutilla Diamante, (*Fragaria vesca*.) variedad que se cultiva en Imbabura.

Frutilla Oso grande, (*Fragaria vesca*.) variedad que se cultiva en Imbabura.

Insumos: Agua, ácido ascórbico, ácido cítrico, metabisulfito de sodio.

Materiales

Recipientes de plástico con tapas, cuchillos, fundas de polietileno, rollo de papel aluminio, bandejas de plástico

Equipos

Balanza electrónica de capacidad 5000g, secador eléctrico de bandejas, selladora, cronómetro.

Factores en estudio

FACTOR A: Dos variedades de frutilla.

A1: Frutilla oso grande

A2: Frutilla diamante

FACTOR B: Temperatura del aire de secado.

B1: 41 °C

B2: 46°C

B3: 52°C

FACTOR C: Tipo de antioxidante.

C1: 0,033% Metabisulfito de sodio

0,033% de ácido cítrico

0,033% de ácido ascórbico

C2: 0,100% de Metabisulfito de sodio

NOMENCLATURA DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	COMBINACION DE FACTORES	NOMENCLATURA
T1 (A1B1C1)	VARIEDAD OSO, 41°C Y 0.033% ÁCIDO CÍTRICO, 0.033% METABISULFITO DE SODIO Y 0.033% DE ACIDO ASCÓRBICO	OSO, 41°C Y BOMBA ANTIOXIDANTE
T2 (A1B1C2)	VARIEDAD OSO, 41°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO	OSO, 41°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO
T3 (A1B2C1)	VARIEDAD OSO, 46°C Y 0.033% ÁCIDO CÍTRICO, 0.033% METABISULFITO DE SODIO Y 0.033% DE ACIDO ASCÓRBICO	OSO, 46°C Y BOMBA ANTIOXIDANTE
T4 (A1B2C2)	VARIEDAD OSO, 46°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO	OSO, 46°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO
T5 (A1B3C1)	VARIEDAD OSO, 52°C Y 0.033% ÁCIDO CÍTRICO, 0.033% METABISULFITO DE SODIO Y 0.033% DE ACIDO ASCÓRBICO	OSO, 52°C Y BOMBA ANTIOXIDANTE
T6 (A1B3C2)	VARIEDAD OSO, 52°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO	OSO, 52°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO
T7 (A2B1C1)	VARIEDAD DIAMANTE, 41°C, 0.033% ÁCIDO CÍTRICO, 0.033% METABISULFITO DE SODIO Y 0.033% DE ACIDO ASCÓRBICO	DIAM, 41°C Y BOMBA ANTIOXIDANTE
T8 (A2B1C2)	VARIEDAD DIAMANTE, 41°C, 0.1% METABISULFITO DE SODIO	DIAM, 41°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO
T9 (A2B2C1)	VARIEDAD DIAMANTE, 46°C, 0.033% ÁCIDO CÍTRICO, 0.033% METABISULFITO DE SODIO Y 0.033% DE ACIDO ASCÓRBICO	DIAM, 46°C Y BOMBA ANTIOXIDANTE
T10 (A2B2C2)	VARIEDAD DIAMANTE, 46°C, 0.1% METABISULFITO DE SODIO	DIAM, 46°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO
T11 (A2B3C1)	VARIEDAD DIAMANTE, 52°C, 0.033% ÁCIDO CÍTRICO, 0.033% METABISULFITO DE SODIO Y 0.033% DE ACIDO ASCÓRBICO	DIAM, 52°C Y BOMBA ANTIOXIDANTE
T12 (A2B3C2)	VARIEDAD DIAMANTE, 52°C, 0.1% METABISULFITO DE SODIO	DIAM, 52°C Y 0.1% METABISULFITO DE SODIO

Elaborado por el autor

DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño a aplicarse en el presente estudio será el diseño completamente al azar (D.C.A.), con un arreglo factorial (A x B x C); donde el factor A son las dos variedades de frutilla, el factor B es la temperatura del aire de secado, y el factor C es el tipo de antioxidante empleado.

Análisis funcional

Tratamientos: Tukey al 5 %

Factores: DMS (Diferencia mínima significativa)

Variables no paramétricas: FRIEDMAN al 5 %.

VARIABLES EVALUADAS

Variables cuantitativas en el producto terminado.

-Sólidos solubles (°Brix)*: se determinó mediante el método analítico AOAC 932.14C.

-Azúcares totales*: se determinó mediante el método analítico AOAC 906.01

-Cenizas*: se determinó mediante método analítico AOAC 923.03

-Fibra Total*: se determinó mediante el método analítico AOAC 985.29.

-Humedad*: se determinó mediante cálculo.

-Sólidos totales: se determinó mediante método analítico AOAC 925.10

-Vitamina C*: se determinó mediante método analítico AOAC 967.21

- pH: se determinó según el método analítico AOAC 981.12

- Análisis microbiológico: Se evaluó aerobios mesófilos mediante NORMA AOAC 989.10. Mohos y levaduras bajo la NORMA AOAC 995.21

*. Variables cuantitativas para los tres mejores tratamientos

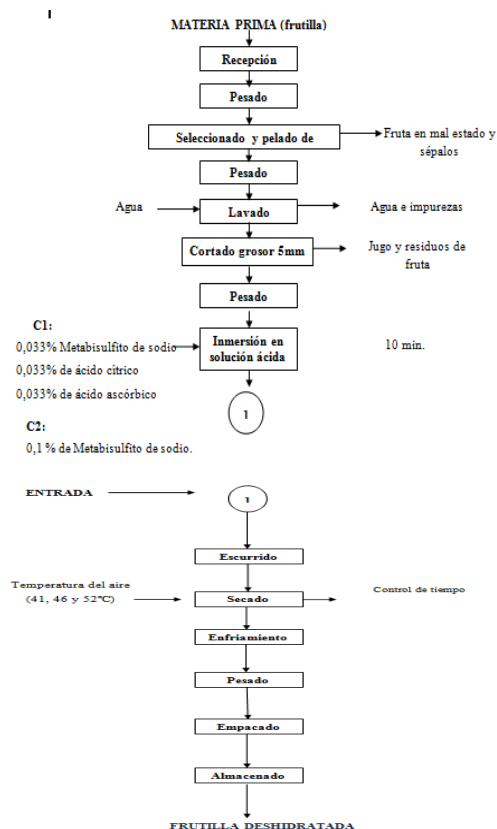
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS

Se determinó mediante análisis sensorial con 10 panelistas que evaluaron el color, olor, sabor y textura del producto elaborado.

Los datos registrados se los manejó a través de las pruebas no paramétricas de Friedman, basada en la siguiente fórmula:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t(t+1)} \Sigma R^2 - 3b(t+1)$$

Diagrama de bloques para determinar la influencia de los parámetros en la deshidratación de frutilla por medio de flujo de aire caliente



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE VARIABLES EN MATERIA PRIMA

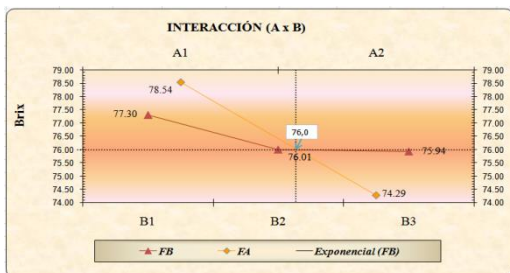
Parámetros Analizados	Método	Unidad	Oso grande	Diamante
Humedad	AOAC 925.10	%	87.88	89.43
Vitamina C	AOAC 967.21	mg/100 g	62.5	57.8
Fibra Total	AOAC 985.29	g/100g	1.15	1.22
Sólidos Totales	AOAC 925.10	g/100g	12.12	10.57
Azúcares reductores libres	AOAC 906.01	g/100g	4.75	3.95
pH	AOAC 981.12	-----	4.35	4.28

Los resultados de la frutilla, demuestran que el pH es 4.35 y 4.28 respectivamente el cual nos indica que la fruta es ácida, lo que permite que tenga una buena conservación con respecto a esta variable, La frutilla tiene un alto contenido de vitamina C 62.5mg/100g y

57.8mg/100g, es bajo en fibra y azúcares reductores. Los sólidos totales son equivalentes a 12.12 y 10.57 siendo un rango aceptable para el consumo. La cantidad de agua en la fruta es de 87.88% y 89.43%, lo cual se debe considerar para la deshidratación.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES EN EL PRODUCTO TERMINADO

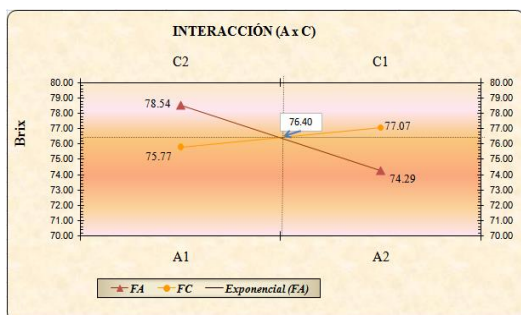
Efecto de la interacción de los grados °Brix entre A (variedad de frutilla) y B (Temperatura).



Fuente: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012

En el gráfico se observa, que el punto de interacción entre los factores A (variedad) y B (temperatura) en la variable °Brix del producto terminado es de 76%. Es decir, que combinando la variedad diamante A2 con 46°C B2 se obtiene un mejor porcentaje de sólidos totales siendo este valor de 76%.

Efecto de la interacción de los grados °Brix entre A (variedad de frutilla) y C (tipo de antioxidante).

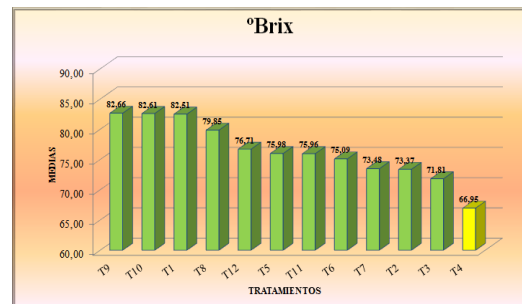


Fuente: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012

Según el gráfico se visualiza que el punto de interacción entre los factores A

(variedad) y C (antioxidante) en la variable °Brix del producto terminado es de 76,40. Es decir que al combinar C1 (0,033% Metabisulfito de sodio, 0,033% de ácido cítrico, 0,033% de ácido ascórbico) con A2 (Diamante) se logra obtener mayor concentración de sólidos totales.

Comportamiento de los Tratamientos

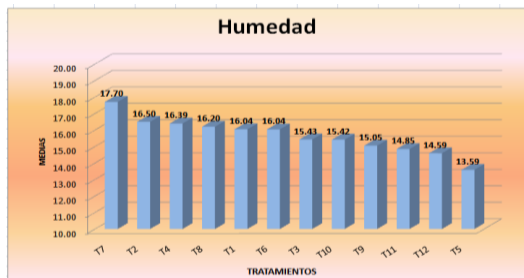


Fuente: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012

En el gráfico se aprecia que los tratamientos T9 (Variedad diamante, 46°C y 0,033% Metabisulfito de sodio, 0,033% de ácido cítrico, 0,033% de ácido ascórbico), T10 (Variedad diamante, 46°C y 0,1% Metabisulfito de sodio), T1 (Variedad oso, 41°C y 0,033% Metabisulfito de sodio, 0,033% de ácido cítrico, 0,033% de ácido ascórbico) presentaron la mayor concentración de sólidos solubles cuyos niveles van desde 82,51% hasta 82,66%, siendo los más óptimos para el proceso, seguido de los tratamientos T8 (Variedad diamante, 41°C y 0,1% Metabisulfito de sodio), T12 (Variedad diamante, 52°C y 0,1% Metabisulfito de sodio), T5 (Variedad oso, 52°C y 0,033% Metabisulfito de sodio, 0,033% de ácido cítrico, 0,033% de ácido ascórbico), T11 (Variedad diamante, 52°C y 0,1% Metabisulfito de sodio), T6 (Variedad oso, 52°C y 0,1% Metabisulfito de sodio), T7 (Variedad diamante, 41°C y 0,033% Metabisulfito de sodio, 0,033% de ácido cítrico, 0,033% de ácido ascórbico), T2 (Variedad oso, 41°C y 0,1% Metabisulfito de sodio), T3 (Variedad oso, 46°C y 0,033% Metabisulfito de sodio, 0,033% de ácido cítrico, 0,033% de ácido ascórbico) cuyos valores de concentración va desde 71,81% hasta 79,85% siendo igualmente recomendables para el proceso, mientras que el T4 (Variedad oso, 46°C y 0,1% Metabisulfito de sodio) no es recomendable para el proceso.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE HUMEDAD

Comportamiento del tratamiento con respecto a la humedad

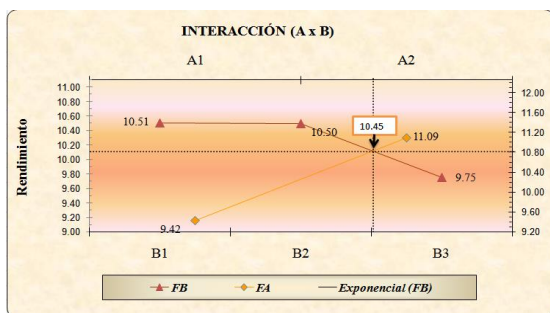


Fuente: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012

En el gráfico se observa que **T11** (Variedad diamante, 46°C y 0.1% Metabisulfito de sodio), **T12** (Variedad diamante, 52°C y 0.1% Metabisulfito de sodio), **T5** (Variedad oso, 52°C y 0.033% Metabisulfito de sodio, 0.033% de ácido cítrico, 0.033% de ácido ascórbico), son los que menor porcentaje de humedad presentan en el producto terminado. Quiere decir que a 52°C se pierde mayor cantidad de humedad.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO

Interacción de los factores A (Variedad de frutilla) y B (Temperatura) en la variable rendimiento del producto terminado

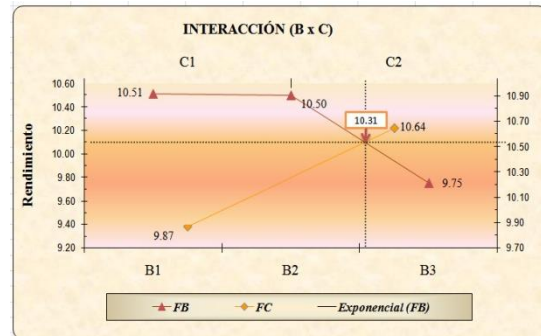


Fuente: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012

En el gráfico se aprecia que el punto crítico de la interacción entre factores **A** (Variedad) y **B** (Temperatura) para la variable rendimiento del producto terminado es de **10,45%**; es decir, combinando **A2** (Variedad Diamante) con la temperatura **B3** (52°C) se obtiene un mejor

rendimiento debido que su tiempo de secado es menor.

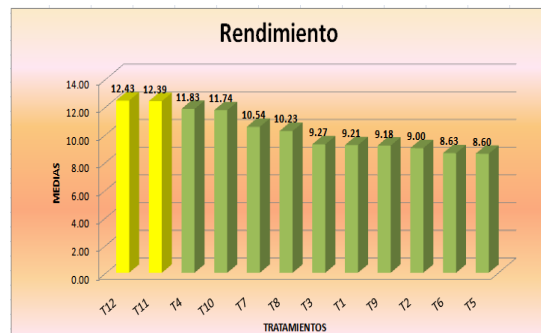
Interacción de los factores B (Temperatura) y C (Tipo de antioxidante), en el rendimiento del producto terminado.



Fuente: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012

En el gráfico se observa, que el punto crítico de la interacción entre los factores **B** (Temperatura) y **C** (Tipo de antioxidante) en la variable rendimiento del producto terminado es de 10,32. Lo que quiere decir que combinando **C2** (0,1% Metabisulfito de sodio con **B3** (52°C) se obtiene un mejor rendimiento

Rendimiento



Fuente: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012

En el gráfico se aprecia que **T12** (Variedad Diamante, 52 °C y 0,1% metabisulfito de sodio) es el tratamiento que mayor rendimiento alcanzó, en el proceso de deshidratación, seguido de tratamiento **T11** (Variedad Diamante, 52 °C y 0,033% metabisulfito de sodio + 0,033% de ácido cítrico + 0,033% de ácido ascórbico); siendo los más recomendables.

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARA LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

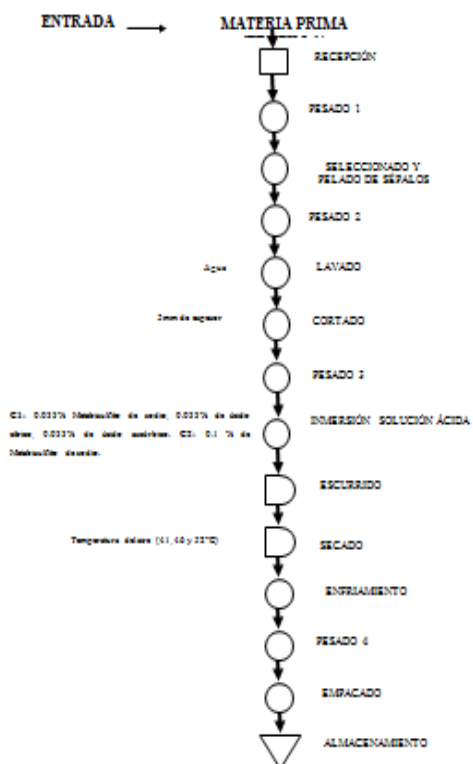
Realizada la degustación, se determinó los tres mejores tratamientos los cuales fueron sometidos a un análisis físico – químico (Anexo N° 15).

Análisis físico – químico para los tres mejores tratamientos

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados		
			T4-O	T7-D	T11-D
Humedad	AOAC 920.10	%	17,45	17,68	14,8
Vitamina C	AOAC 967.21	mg/100 g	70,08	68,4	69,83
Fibra Total	AOAC 985.29	g/100 g	3,06	2,87	2,3
Azúcares reductores	AOAC 906.01	g/100 g	5,29	5,28	5,12
Sólidos Totales	AOAC 925.10	g/100 g	82,55	82,32	85,20

FUENTE: Deshidratación de dos variedades de frutilla mediante la utilización de flujo de aire caliente. 2012.

DIAGRAMA INGENIERIL PARA LA ELABORACIÓN DE FRUTILLA DESHIDRATADA.



CONCLUSIONES

-La temperatura y el tipo de antioxidante si influyen en la deshidratación de dos variedades de frutilla (*Fragaria vesca*) Oso grande y Diamante; mediante la utilización de flujo de aire caliente, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

-Mediante la aplicación del método experimental de deshidratación se determinó que la variedad de frutilla diamante es mejor para deshidratar por flujo de aire caliente, porque luego del proceso presentó menor contenido de humedad (14,8%) y mayor contenido de sólidos totales (85,20%), valores que corresponden a T11.

-La temperatura del aire de secado más apropiada para el proceso de deshidratado de la frutilla es de 52°C en un tiempo mínimo de 12 horas, sin que pierda sus características organolépticas y la vitamina C.

-El mejor antioxidante en la fase de deshidratación es 0,1% Metabisulfito de sodio porque mantiene las propiedades de color, aroma y contenido de vitamina C propio de la frutilla y es de menor costo.

-La calidad Físico – Químico evaluada según el contenido de azúcares totales, fibra total, humedad, sólidos totales, °Brix, vitamina C y cenizas, los mejores tratamientos son T11, T7 y T4, de los cuales sobresale T11 por su contenido de humedad con (14,8%), respecto a las cantidades de azúcares totales, fibra total, sólidos totales, °Brix, vitamina C y cenizas los mencionados tratamientos no difieren.

-Los resultados del análisis para evaluar la calidad microbiológica (recuento de aerobios totales, mohos y levaduras) del producto final, indican que el producto se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS

MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD para productos deshidratados: (ver anexo 16).

-La calidad organoléptica del producto final evaluada mediante análisis sensorial de color, sabor, olor y textura indicó que los mejores tratamientos son T11, T7 y T4, de los cuales sobresale el T7 porque presentó mayor aceptabilidad por parte del panel degustador en sus características organolépticas, esto nos indica que a 41°C (tiempo de secado 16 horas) se conserva mejor aroma y sabor, puesto que a mayores temperaturas hay pérdida de sustancias volátiles.

-Al realizar el análisis de costos de los tres mejores tratamientos se determinó que en el T4 tiene un costo menor de 0,35 centavos de dólar con respecto al costo del producto comercial; en cambio el T11 presenta un aumento mínimo en relación al producto comercial con un costo de 0,40 centavos de dólar, siendo el más recomendado porque presenta menor humedad y mayor contenido de sólidos totales.

-Según el análisis del contenido de vitamina C de los tres tratamientos encontramos que a las temperaturas aplicadas en el estudio la vitamina C se mantiene estable puesto que en relación con la pérdida de humedad el producto final muestra un incremento de porcentaje de vitamina C y el antioxidante bomba no incrementa significativamente el valor final de la misma luego del secado.

RECOMENDACIONES

-Se recomienda usar abundante agua para lavar la frutilla para el proceso de deshidratado ya que si usamos agua clorada exponemos a la frutilla a un decoloro y además los microorganismos no se desarrollan a temperaturas superiores a los 40°C.

-En el proceso de deshidratación se recomienda no emplear temperaturas altas en condiciones de humedad alta, ya que la

Vitamina C es sensible en dichas condiciones; siendo estable cuando se reduce la humedad.

-Se recomienda realizar investigaciones con otras variedades de frutilla que se encuentren en el mercado para realizar una comparación con esta investigación y determinar la mejor variedad a nivel de todas las existencias.

-Se recomienda procesar inmediatamente la fruta lista para ser deshidratada, con el fin de inhibir el crecimiento microbiano que puede ocasionar deterioro.

-Se recomienda usar como temperatura máxima 52°C ya que al realizar ensayos preliminares a mayores temperaturas se pierden el aroma, olor y sabor característicos de la frutilla.

BIBLIOGRAFIA

1. **Brian A.** (2002) *Ciencia de los alimentos, nutrición y salud*, México: Limusa.
2. **Calderón M. y Jurado E.** (2008), "Conservación de babaco, mango y pepino dulce mediante deshidratación osmótica directa", Tesis de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte - Ecuador.
3. **Castro, K.** *Tecnología de los alimentos*, (2011), Colombia Bogotá.
4. **Chacón S.** (2006), *Manual de procesamiento de frutas tropicales a escala artesanal en el salvador*, Salvador.
5. **Colina, M.** (2010), *Deshidratación de alimentos*, México: Trillas,
6. **Maupoey, P.** (2001), *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*, Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
7. **Manual de frutilla**, Proexant (*Producción de exportaciones Agrícolas no tradicionales*).
8. **Meyer, R.** (2007), *Elaboración de frutas y hortalizas*; México: Trillas.
9. **Norman W.** (1997), *Conservación de alimentos*, México.

10. **Pineda, M.** (2010); *Estudio de prefactibilidad para la Industrialización y comercialización de la frutilla (Fragaria sp.)* En la parroquia de Tababela - Pichincha.
11. **Ruiz, R.** *Manual Práctico de Frutales*, (1987).
12. **Vacas M.** (1994) "*Enconfitado de la Corteza de los Cítricos*", Tesis de Ingeniería Agroindustrial.
13. **Ingeniería Agroindustrial.** Universidad Técnica del Norte - Ecuador.