



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“CONTROL DE CALIDAD DE FRUTILLA ( *Fragaria vesca* ) DESHIDRATADA  
POR MÉTODO DE MICROONDAS A TRES POTENCIAS”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO**

**PRESENTADO POR**

**NORMA ISABEL SAGÑAY RUIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2009**

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis es una parte de mi vida, y una meta cumplida, y con ella de muchos sueños y anhelos, por eso este trabajo va dedicado a Dios por no abandonarme en el camino, a mis padres por brindarme todo su apoyo, e inculcarme siempre a seguir adelante, y darme sus bendiciones, a mi hijo y esposo por ser mi fuerza y mi inspiración por confiar en mí y ser mi soporte para culminar esta etapa de mi vida y comienzo de otra.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi agradecimiento incondicional a mi Dios por que sin su ayuda no estaría en el lugar de hoy, por tenerme guardado este momento tan esperado y muchas cosas buenas que sé vendrán adelante.*

*A mis padres por saber encaminarme a luchar y conseguir mis sueños por estar apoyándome siempre frente a cualquier adversidad, por quererme y perdonar mis actitudes. A mi hijo y esposo por estar en las buenas y en las malas por que han sido lo mejor en mi vida, por tener su paciencia, comprensión, apoyo incondicional y por todos los momentos compartidos.*

*Mi sincero agradecimiento al Dr. Carlos Pilamunga por dirigir este trabajo de investigación, a la Dra. Olga Lucero por brindarme su asesoría y sus conocimientos, al Ing. Hanníbal Brito por su asesoría para terminar el trabajo de investigación.*

*Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación.*

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS

### ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: “CONTROL DE CALIDAD DE FRUTILLA ( *Fragaria vesca* ) DESHIDRATADA POR MÉTODO DE MICROONDAS A TRES POTENCIAS”, de responsabilidad de la señorita egresada Norma Isabel Sagñay Ruiz, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Edmundo Caluña <b>DECANO FAC. CIENCIAS</b>	-----	-----
Dr. Luis Guevara <b>DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA</b>	-----	-----
Dr. Carlos Pilamunga <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	-----	-----
Dra. Olga Lucero <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Ing. Hanníbal Brito <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----
Tc. Carlos Rodriguez <b>DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>	-----	-----
<b>NOTA DE TESIS</b>	-----	

Yo Norma Isabel Sagñay Ruiz, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

---

**NORMA ISABEL SAGÑAY RUIZ**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Oficial Analytical Chemist
Ab	absorvancia
g	gramos
gL	grados de libertad
h	hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INNE	Instituto Nacional de Nutrición Ecuatoriana
INTA	Instituto Nacional de Técnicas Agropecuarias
Kg	Kilogramo
L	Litro
Ms	Masa seca
min	minutos
mg	miligramo
mL	mililitro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	porcentaje
Pa	peso de frutilla más papel adherente en gramos
pH	potencial de Hidrógeno
p	promedio
ppm	partes por millón
pc	promedio de cuadrados
p	probabilidad
S	peso de frutilla en kilogramos
Sc	suma de cuadrados
t	tiempo
T	total
UPC	unidades propagadoras de colonias
§	varianza
W	Watts
W <sub>s</sub>	Peso del sólido
W <sub>f</sub>	Peso final del sólido
Xi	humedad inicial del producto
Xf	humedad final del producto

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

<b>1</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
1.1	Frutilla ( <i>Fragaria vesca</i> ).....	1
1.1.1	Origen e Historia.....	1
1.1.2	Taxonomía y morfología.....	2
1.1.3	Características botánicas.....	2
1.1.4	Variedades.....	4
1.1.5	Composición nutricional.....	4
1.1.6	Utilidades.....	5
1.2	Antocianos.....	8
1.2.1	Propiedades de los Antocianos.....	10
1.2.2	Identificación y Control de Antocianos.....	10
1.2.3	Valoración.....	10
1.2.4	Acciones.....	10
1.3	Ácido L-Ascórbico (VitaminaC).....	11
1.3.1	Características del ácido L-ascórbico.....	12
1.3.2	Función del ácido L-ascorbico.....	12
1.4	Control de calidad.....	13
1.4.1	Definición de calidad.....	13
1.4.2	Percepción de la calidad.....	13
1.4.3	Componentes de la calidad.....	14
1.4.3.1	Apariencia.....	14
1.4.3.2	Flavor.....	15
1.4.3.3	Valor Nutritivo.....	16
1.4.3.4	Seguridad.....	17
1.4.4	Obtención de un producto de calidad.....	18
1.4.5	Calidad y vida útil de productos deshidratados.....	19
1.4.6	Aspectos que definen la calidad de la frutilla.....	19
1.5	Deshidratación.....	20
1.5.1	Secado y deshidratación.....	22
1.5.2	Secado solar de alimentos.....	23
1.5.3	Curvas de secado.....	23
1.5.4	Tipos de deshidratación.....	24
1.5.4.1	Deshidratación al aire libre.....	24
1.5.4.2	Deshidratación por aire.....	25
1.5.4.3	Deshidratación por rocío.....	25
1.5.4.4	Deshidratación por congelación.....	25
1.5.4.5	Deshidratación en bandejas.....	26
1.5.5	Deshidratación por microondas.....	26

1.5.5.1	Microondas.....	26
1.5.5.2	Secado por microondas.....	27
1.5.5.3	Potencia .....	29
1.5.5.4	Niveles de Potencia.....	30
1.5.5.5	Influencia sobre el valor nutritivo.....	30
1.5.5.6	Ventajas de la deshidratación de la microonda.....	31
1.5.6.	Efecto de la Deshidratación en los alimentos.....	32
1.5.7	Técnica de deshidratación de frutas con microondas al vacío.....	32
1.6	Análisis proximal y o bromatológico.....	33
1.6.1	Determinación de humedad.....	34
1.6.2	Determinación de cenizas.....	35
1.6.3	Determinación de fibra.....	35
1.6.4	Determinación de proteína.....	36
1.6.5	pH.....	36
1.7	Métodos Espectrofotométricos.....	36
1.8	Métodos Cromatográficos.....	37
1.9	Análisis Microbiológico.....	37
1.9.1	Levaduras y mohos.....	38
1.10	Pruebas estadísticas.....	39
1.10.1	Análisis de Varianzas ADEVA.....	39
1.10.2	Bases del análisis de la varianza.....	40
1.10.3	Modelo de análisis de la varianza.....	42
<b>2</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>44</b>
2.1	Lugar de investigación.....	44
2.2	Materiales, equipos y reactivos.....	44
2.2.1	Material vegetal.....	44
2.2.2	Equipos.....	56
2.2.3	Reactivos.....	56
2.2.4	Medios de cultivo.....	56
2.3	Métodos.....	56
2.3.1	Fase experimental.....	56
2.3.1.1	Determinación de ph.....	57
2.3.1.2	Determinación de la humedad inicial.....	57
2.3.1.3	Determinación de la humedad higroscópica.....	58
2.3.1.4	Determinación de cenizas.....	60
2.3.1.5	Determinación de fibra.....	60
2.3.1.6	Determinación de proteína.....	62
2.3.1.7	Determinación de azúcares.....	63
2.3.1.8	Determinación de antocianos totales.....	65
2.3.1.9	Determinación de Vitamina C.....	66
2.3.1.10	Determinación de mohos y levaduras.....	68
2.3.1.11	Análisis estadístico.....	68
<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>69</b>
3.1	Evaluación sensorial.....	69
3.2	Deshidratación de la frutilla.....	69
3.3	Tiempo de secado.....	71
3.4	Determinación de antocianos totales y Vitamina C.....	74
3.5	Análisis físico – químico de la frutilla fresco y deshidratado.....	79

3.5.1	Determinación de humedad.....	80
3.5.2	Determinación de ceniza.....	81
3.5.3	Determinación de fibra.....	82
3.5.4	Determinación de proteína.....	84
3.5.5	Determinación de Azúcares Totales, Reductores y no reductores.....	85
3.6	Análisis microbiológico de la frutilla fresco y deshidratado.....	86
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>90</b>
<b>RESUMEN</b> .....		<b>91</b>
<b>SUMARY</b> .....		<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>93</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Composición química de la Frutilla.....	17
TABLA No. 2	Clases de Antocianos.....	21
TABLA No. 3	Resultados de un ADEVA .....	53

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultado de Evaluación Sensorial de frutilla fresca y deshidratada.....	69
CUADRO No. 2	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la frutilla a 100 W.....	70
CUADRO No. 3	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la frutilla a 200 W.....	72
CUADRO No. 4	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la frutilla a 300 W.....	73
CUADRO No. 5	Contenido de Antocianos y Vitamina C en muestras estudiadas.....	75
CUADRO No. 6	Análisis estadístico de contenido de Antocianos de frutilla fresca y Deshidratada a 100 200 y 300 W.....	77
CUADRO No. 7	Análisis estadístico de contenido de Vitamina C de frutilla fresca y deshidratada a 100 200 300 W.....	78
CUADRO No. 8	Contenido Proximal promedio en muestra estudiadas.....	79
CUADRO No. 9	Contenido promedio de Hongos (mohos y levaduras) en muestras estudiadas. ....	86

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curva de secado de la frutilla a 100 W.....	71
GRÁFICO No. 2.	Curva de secado de la frutilla a 200 W.....	72
GRÁFICO No. 3.	Curva de secado de la frutilla a 300 W.....	73
GRÁFICO No. 4	Relación de contenido de antocianos en frutilla fresca y deshidratados a 100, 200, 300 W.....	75
GRÁFICO No. 5.	Relación de contenido de Vitamina C en frutilla fresca y deshidratada a 100 200 300 W.....	76
GRÁFICO No. 6.	Relación de contenido de pH en la frutilla fresca y deshidratada a 300 W .....	80
GRÁFICO No. 7	Relación de contenido de humedad en frutilla fresca y deshidratada a 300 W.....	80
GRÁFICO No. 8	Relación de contenido de humedad en frutilla fresca y deshidratada a 300 W (base seca).....	81
GRÁFICO No. 9	Relación de contenido de ceniza en frutilla fresca y deshidratada a 300 W.....	82
GRÁFICO No. 10.	Relación de contenido de ceniza en frutilla fresca y deshidratada a 300 W. (base seca ).....	82
GRÁFICO No. 11.	Relación de contenido fibra de en la frutilla fresca y deshidratado a 300 W.....	83
GRÁFICO No. 12	Relación de contenido de fibra en frutilla fresca y deshidratada a 300 W (base seca).....	83
GRÁFICO No. 13.	Relación de contenido de proteína en la frutilla fresca y deshidratado a 300 W.....	84
GRÁFICO No. 14	Relación de contenido de proteína en frutilla fresca y deshidratada a 300 W (base seca)	84
GRÁFICO No. 15.	Relación de contenido de azúcares en la frutilla fresca y deshidratado a 300 W.....	85
GRÁFICO No. 16	Relación de contenido de azúcares en frutilla fresca y deshidratada a 300 W (base seca).....	86
GRÁFICO No. 17.	Relación de contenido de levaduras en frutilla fresca y deshidratada a 300 W.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura de Antociano.....	20
FIGURA No. 2	Estructura del Ácido l-Ascórbico.....	23
FIGURA No. 3	La percepción de la calidad por el consumidor.....	27
FIGURA No. 4	Curva de secado. humedad vs tasa de secado.....	36

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Frutilla ( <i>fragaria vesca</i> ).....	14
FOTOGRAFÍA No. 2	Frutilla, variedad camarrosa.....	16
FOTOGRAFÍA No. 3	Deshidratación de frutilla en microondas .....	38
FOTOGRAFÍA No. 4	Valor nutritivo de la frutilla.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Determinación de pH NTE INEN 389.....	104
ANEXO No. 2	Cromatograma del estándar de vitamina C.....	104
ANEXO No. 3	Cromatograma de la frutilla fresca de vitamina C.....	105
ANEXO No. 4	Cromatograma de la muestra de vitamina C.....	105
ANEXO No. 5	Determinación de la cantidad de mohos y levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad. NTE No. 1529-10:1998.....	106
ANEXO No. 6	Fotografías del proceso de deshidratación .....	107
ANEXO No. 7	Fotografías del análisis de indicadores.....	108
ANEXO No. 8	Fotografías del análisis bromatológico del deshidratado.....	109
ANEXO No. 9	Etiqueta del producto final .....	110

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales, el hombre ha empleado como método de conservación de Alimentos, la desecación o deshidratación, utilizando la exposición al aire y al sol.

En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos conservantes. (17)

Por lo general la deshidratación es un proceso controlado, cuyo objetivo es la eliminación del agua de un producto alimenticio, bajo condiciones de control que producirán sólo un mínimo de cambios, o idealmente ningún cambio, en las propiedades de los Alimentos.

Los alimentos que van a ser procesados para obtener este tipo de productos, deben estar libres de microorganismos y cumplir con muchas normas de higiene para su distribución y mercadeo. (20)

Las frutas frescas son ingredientes vitales de la dieta ya que aportan a los alimentos, variedad, sabor, interés, atracción estética y porque satisfacen ciertas necesidades nutricionales. La vitamina C (ácido ascórbico) es un nutriente importante presente en frutas porque el organismo humano es incapaz de sintetizarla. Algunas enfermedades que se presentan en las personas con un alto nivel de vida, han sido relacionadas a una insuficiencia de fibra cruda en la dieta, ocasionada por el consumo de frutas y hortalizas con alto grado de procesamiento y por ende con bajo contenido de fibra o simplemente por no consumir suficientes frutas frescas. (51).

Por lo expuesto el presente trabajo tuvo como objetivo principal realizar el control de calidad de la frutilla (*Fragaria vesca*) deshidratada por método de microondas a tres

potencias, para ello se caracterizó física, química y microbiológicamente la frutilla en fresco; se deshidrató la frutilla fresca a tres potencias; se evaluó nutricional y nutracéuticamente la frutilla utilizando indicadores de eficiencia luego de determinarse el tiempo y potencia adecuados para el deshidratado; y finalmente se compararon los resultados obtenidos en relación a la fruta fresca y deshidratada.

Para este fin se tomo tres potencias que son de 100, 200 y 300 W, se comprobó que el tiempo de secado se ve influenciado por la potencia es así que a 100 W la frutilla se secó en un tiempo de 14.5 horas, mientras que el tiempo de secado a 200 W fue de 2.25 horas, y a 300 W el tiempo fue de 1.16 horas.

Conjuntamente se realizó un análisis de la deshidratación de la frutilla por el secador de bandejas y se comparó con los demás deshidratados para distinguir el de menor pérdida de contenido de antocianos y Vitamina C. Además se realizó el análisis físico, químico y microbiológico del deshidratado que menor pérdida de antocianos y vitamina C mantuvo, es decir el que se expuso a 300 W de potencia.

Este trabajo permitió comprobar que el deshidratado conserva sus características sensoriales como son el olor, sabor, color y que a mayor potencia hay un menor tiempo de secado o deshidratado, por tanto se mantienen de mejor manera los nutrientes.

# CAPÍTULO 1

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 FRUTILLA ( *Fragaria vesca* )

#### 1.1.1 ORIGEN E HISTORIA

Las fresas o frutillas son varias especies de plantas rastreras del género *Fragaria*, nombre que se relaciona con la fragancia que posee (*fraga*, en latín), cultivadas por su fruto comestible. (55)

Originarias de Los Alpes, las fresas fueron descubiertas por los romanos, para quienes eran un alimento privilegiado y exclusivo de la clase noble. Actualmente, su cultivo se encuentra extendido por muchos países, siendo España uno de los primeros productores mundiales de fresas. Son las comarcas con mayor capacidad productiva y donde a esta fruta se la conoce con el apelativo de ‘oro rojo’, y Aranjuez, cuyas fresas son muy apreciadas por su suavidad. Aunque existen más de 600 variedades de fresas, para su comercialización se dividen en dos grandes grupos: las de fruto grande o fresones, y las de fruto pequeño o fresas propiamente dichas. (55)

El padre Gregorio Fernández de Velasco menciona la existencia de las frutillas del Ecuador como *fresas quitensis*, seguramente se refería a la variedad *Fragaria chiloensis*. (55)

En el año de 1714, Francois Frezier, un experto ingeniero al servicio de Luis XIV de Francia, llevó algunas de estas plantas desde Concepción a Europa, en un viaje marítimo que duró seis meses y en el que solo cinco plantas sobrevivieron. (55)

Del cruzamiento de esta especie *Fragaria chiloensis* L. con *Fragaria virginiana* Duch se obtuvieron plantas de mejor rendimiento y grandes frutos de muy buena calidad. (55)

A partir de 1900, la Universidad de California intensificó notablemente sus trabajos de mejoramiento genético. En igual forma lo hicieron los países europeos y posteriormente países de otros continentes. (55)

### 1.1.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

A la frutilla o fresa se le conoce con los siguientes nombres:

- Fresa o frutilla en español
- Fragola en latín.
- Morongo en portugués.
- Fraise en francés.
- Strawberry en inglés.
- Terdbeere en alemán.

Desde el punto de vista botánico, a la frutilla se la ubica en la:

- Familia: Rosáceas.
- Subfamilia: Rosídeas.
- Tribu: Potentilea.
- Género: *Fragaria*
- Especie: *Fragaria dioica*. (55)

### 1.1.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS



FOTOGRAFÍA N°1 FRUTILLA ( *Fragaria vesca* )

La descripción que se hace a continuación, se refiere a la función evolutiva de sus órganos.

### **Raíces**

Son de aspecto fibroso, se originan en la corona, se dividen en primarias que son más gruesas y hacen el papel de soporte como se observa en la fotografía N° 1, son de color café oscuro y nacen en la base de las hojas, y secundarias que son raicillas alimenticias, más delgadas y de color marfil; su número es variable y hay dos tipos, principales y secundarias. (12)

### **Tallo**

La frutilla es una planta perenne considerada como herbácea, presenta un tallo de tamaño reducido denominado corona, lleva las yemas tanto vegetativas como florales y de ella nacen: las hojas, estolones o guías y las inflorescencias. (12)

### **Hojas**

Como podemos observar en la fotografía N° 1 se hallan insertas en peciolo de longitud variable, son pinadas o palmeadas, subdivididas en tres folíolos, pero es común que en algunas variedades existan 4 ó 5, característica ésta que parece derivarse de la *F. chiloensis*, tiene estípulas en su base y su espesor varía según la variedad, son de color verde más o menos intenso. (12)

### **Flores**

La flor de la frutilla es de simetría actinomorfa (radial) pedunculada con un grueso receptáculo que se hipertrofia después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa y comestible de la planta. (12)

### **Fruto**

Es un fruto múltiple denominado botánicamente "etéreo", cuyo receptáculo constituye la parte comestible.

El receptáculo ofrece una gran variedad de gustos, aromas y consistencia que caracterizan a cada variedad. (29)

#### 1.1.4 VARIEDADES

En todo cultivo la elección de la variedad a cultivar constituye el paso fundamental para conseguir los mejores niveles de productividad. En el caso particular de la fresa o frutilla la renovación de variedades ha caminado muy rápidamente gracias al avance y progreso en el conocimiento de la genética de la especie y a la introducción inmediata de nuevas variedades que han sido sometidas a su adaptación a los diferentes medios ecológicos.  
(31)

Las variedades de mayor importancia cultivadas en el Ecuador son: Camarosa, Chandler, Oso Grande y Pájaro, y en menor escala Fern, Douglas, Seascape, Irvine, Selva y otras. Ecuador también exporta frutillas congeladas en almíbar, en conservas y mermeladas.  
(31)(55)

#### 1.1.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL



**FOTOGRAFÍA N°2 FRUTILLA, VARIEDAD CAMARROSA**

Una taza (100 g) de fresas contiene aproximadamente 34,5 calorías y es una excelente fuente de vitamina C y vitamina P o bioflavonoides.

Se caracterizan por su contenido de pigmentos naturales, tales como los antocianos que son sustancias con acción antioxidante, es decir, que previenen el desarrollo de ciertas enfermedades y tipos de cáncer. Los antocianos le dan la coloración roja a la frutilla como se puede apreciar en la fotografía N°2.

En la tabla N°1 observamos la composición nutricional de la frutilla por cada 100 g de producto comestible.

**TABLA NO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA FRUTILLA**

<b>COMPONENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>
Agua	89.6
Calorías	34,5 Kcal
Proteínas	0.7 g
Hidratos de carbono	7 g
Lípidos	0.5 g
<b>VITAMINAS</b>	
Vitamina A	3 ug
Carotenos Totales	20 ug
Vitamina E	0,2 mg
Vitamina B1	0.02 mg
Vitamina B2	0.04 mg
Niacina	0.6 mg
Vitamina C	60 mg
<b>MINERALES</b>	
Calcio	25 mg
Hierro	0.8 mg
Fosforo	26 mg
Magnesio	12 mg
Zinc	0.26 mg
Sodio	2 mg
Potasio	190 mg
<b>FIBRA</b>	
Fibra soluble	0.58 g
Fibra Insoluble	1.05 g

FUENTE: ( GASMÁN 1999)

### 1.1.6 UTILIDADES

#### **Medicinal**

Se la emplea también como planta medicinal, con las siguientes propiedades:

La frutilla purifica el aparato digestivo y es, además, una gran aliada para el tratamiento de la tensión alta y para prevenir enfermedades como la anemia, la gota (ayuda al organismo a eliminar el exceso de ácido úrico) y ciertos trastornos reumáticos, entre ellos, la artritis. Posee propiedades medicinales, pues contiene ácido elágico, un compuesto anticancerígeno. (36) (42)

Por tener bajos niveles de azúcares, esta recomendada como alimento para personas diabéticas. Es una de las frutas que según la FAO incrementó el consumo debido a las fuertes campañas del impacto positivo que tienen las frutas y hortalizas en la salud. (30)

**Diuréticas y antirreumáticas:** es diurético y posee también vitaminas A, B1 , B2 , y C. Tres a cuatro tazas diarias de la infusión de las hojas y las raíces nos ayudan contra el ácido úrico, gota y artritis. Contiene 10 % de albúminas, 8 % de azúcares y 1% de sales minerales (hierro, sodio, ácido salicílico, gracias a este último, producen en los artríticos la eliminación del ácido úrico, por lo que son un alimento medicamento). (52)

**Anticolesterol:** la gran cantidad de ácido ascórbico, así como de lecitina y pectina contenida en sus frutos, la hacen ideal para disminuir el nivel de colesterol de la sangre.

**Antiinflamatorias:** una infusión de las hojas es beneficiosa para las inflamaciones del intestino. La cocción de las raíces ayuda a disminuir las inflamaciones artríticas. (50)

**Astringentes:** beber tres a cuatro tazas diarias de la cocción de sus hojas es útil contra la diarrea. Las infusiones de hojas secas son muy astringentes y pueden utilizarse para curar las llagas de la boca.

**Mineralizantes:** sus frutos, muy ricos en vitamina C, tienen virtudes antianémicas y reconstituyentes. Resultan muy adecuados en la época de crecimiento.

Las hojas machacadas y aplicadas sobre la piel constituyen un buen remedio para evitar las arrugas. (56)

Es baja en calorías y muy rica en sales minerales, especialmente hierro, magnesio y potasio. Además destaca su alto contenido de vitamina C, la cual cumple una función antioxidante, promueve un sistema digestivo saludable y disminuye el riesgo de enfermedades cardíacas y de cáncer de colon. (56)

El consumo de fresas protege contra enfermedades como el cáncer, la artritis y la anemia. Además, contiene un ácido que neutraliza los efectos cancerígenos del humo del tabaco. En medicina natural, se recomienda su consumo para limpiar y purificar el aparato digestivo. (14)

**En uso tópico:**

Heridas y ulceraciones dérmicas, estomatitis, faringitis, blefaritis, conjuntivitis, eccema, prurito y vulvovaginitis. (38)

**Depurativas y alcalinizantes:** las fresas facilitan la eliminación de sustancias de desecho, como el ácido úrico, que causan inflamación en las articulaciones y en el riñón. Son muy recomendables en caso de artritis y de gota, causados por un exceso de ácido úrico. (53)

**Laxantes:** debido a su contenido en mucílagos, facilitan el tránsito intestinal y la evacuación. Resultan indicadas para combatir el estreñimiento y la pereza intestinal. (53)

**Tonificantes y remineralizantes:** se recomiendan especialmente en caso de anemia, inapetencia y estados de convalecencia de enfermedades febriles o debilitantes. Abren el apetito y estimulan las funciones metabólicas. (53)

**Emolientes:** aplicadas externamente sobre la piel en forma de cataplasma, las fresas tienen una acción suavizante, limpiadora y embellecedora muy superior a la de muchas lociones químicas. Se han usado, en aplicación local, para curar los sabañones, frotando todos los días las partes afectadas (generalmente las manos) con fresas maduras.

Las hojas del fresal contienen tanino y flavonoides, que las hacen astringentes y antiinflamatorias. Se usan en los siguientes casos: Diarreas y gastroenterocolitis, por su contenido en tanino. (53)

## Gastronomía

*Fragaria* se cultiva sobre todo por su uso en gastronomía. Las fresas son adecuadas en regímenes dietéticos, dado que tienen escasa concentración de glúcidos. Se consumen solas o mezcladas con azúcar, azúcar y vino, azúcar y nata, en helados, mermeladas y también son muy apreciadas en repostería como dulces, pasteles, tartas, su color rojo vivo da un toque especial como adorno alimenticio.

Con la fresa se hace una bebida alcohólica compuesta de aguardiente denominada "licor de fresas"

Siempre se debe conservar a la sombra y en un lugar resguardado del calor y de la humedad. (39)

## 1.2 ANTOCIANOS

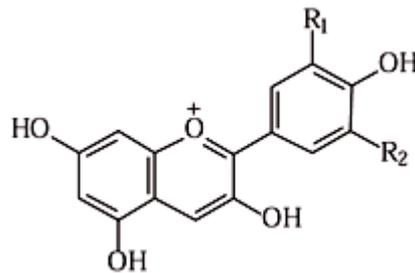


FIGURA N°1 ESTRUCTURA DEL ANTOCIANO

En la figura N°1 observamos la estructura del antociano cuyo término fue propuesto por Marquart en 1835 para describir el pigmento azul de la col lombarda (*Brassica oleracea*). Actualmente las antocianinas engloban a los pigmentos rojos, violetas y azules de las plantas. En el caso concreto de las antocianinas se produce el efecto betacrómico, que consiste en que al cambiar la acidez, es decir el pH, se pasa del rojo anaranjado en condiciones ácidas, como el de la pelargonidina (R, R'=H), al rojo intenso-violeta de la cianidina (R=OH, R'=H) en condiciones neutras, y al rojo púrpura-azul de la delphinidina

(R, R'=OH), en condiciones alcalinas. Willstätter fue el primero en describir el cambio de color de las antocianinas. (20)

Un factor que contribuye a la variedad de colores en flores, hojas y frutas es la coexistencia de varias antocianinas en un mismo tejido, por ejemplo en las flores de la malva real (*Althaea rosea*) podemos encontrar malvidina (R, R'= OCH<sub>3</sub>) y delphinidina. (12) (30)

En la tabla N°2 presentamos el resumen de las antocianinas más importantes:

**TABLA N°2 CLASES DE ANTOCIANOS**

<b>Antocianinas</b>	<b>R</b>	<b>R'</b>
Cianidina	OH	H
Peonidina	OCH <sub>3</sub>	H
Delfinidina	OH	OH
Petunidina	OCH <sub>3</sub>	OH
Malvidina	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>
Pelargonidina	H	H

Los antocianos son colorantes naturales pertenecientes al grupo de los flavonoides. Están presentes en casi todas las plantas y en todas sus partes, sobretodo en flores y frutos (particularmente en bayas), su gama abarca desde el color rojo hasta el azul. Estructuralmente son glicósidos de polihidroflavilio en los cuales la unión glicosídica esta principalmente en C-3. (30) (32)

Las antocianinas representan un factor importante en la industria alimenticia debido a las restricciones sanitarias hacia el uso de colorantes sintéticos. Adicionalmente estas sustancias poseen un valor agregado y es su capacidad antioxidante.

Además son hidrosolubles, por lo que su incorporación en sistemas acuosos alimentarios es fácil. Aparte de las propiedades colorantes, también poseen las antioxidantes;

antineoplásticas, protectoras de radiación, vasotónicas, vasoprotectoras, antiinflamatorias, protectoras quimio y hepato. (11) (32)

El contenido de antocianinas depende del clima y es mayor en áreas muy soleadas. Así es promisorio su futuro en sericultura tropical.

### 1.2.1 PROPIEDADES DE ANTOCIANOS

Son sólidos cristalizables, solubles en agua, solubles en alcohol e insolubles en disolventes polares (acetato de etilo). Las agliconas también son insolubles en disolventes apolares por lo que se extraen con alcohol no miscible con agua (amílico o iso amílico). El color cambia con el pH, rojo en medio ácido, azul en medio básico. (33)

### 1.2.2 IDENTIFICACIÓN Y CONTROL

Se reconocen por el color. Pueden identificarse por cromatografía. Tienen espectros de absorción característicos, con UV visible con máximo de 270 nm y en UV visible 520-550 nm. (2)

### 1.2.3 VALORACION

Por colorimetría en 520-550 nm (2) (17)

### 1.2.4 ACCIONES

- Control de la fragilidad capilar y tónicos venosos
- Facilitan la regeneración de la púrpura retiniana, mejoran la visión nocturna y la agudeza visual.
- Propiedades antimicrobianas
- Útiles como colorantes atóxicos, admitidos en alimentación y preparación de medicamentos. (27)

### 1.3 ÁCIDO L- ASCORBICO (VITAMINA C)

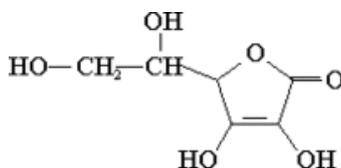


FIGURA Nº2 ESTRUCTURA DEL ÁCIDO L- ASCÓRBICO

El **ácido ascórbico** es un ácido orgánico y un antioxidante, hidrosoluble sensible al calor. El ácido ascórbico tiene una estructura de lactona como se aprecia en la figura Nº2. La acidez no se debe a un grupo carboxílico, sino a la posibilidad de que se ionice el hidroxilo situado sobre el carbono 3, formando un anión que queda estabilizado por resonancia. Su pK es de 4,04. Eventualmente, puede incluso disociarse el hidroxilo situado en el carbono 2, formando un dianión, aunque su pK es mucho más alto (11.4), debido a que no está estabilizado por resonancia, como el del carbono 3.

El ácido ascórbico solamente se encuentra en concentraciones significativas en los vegetales (en los que se ignora cual puede ser su posible papel biológico). En muchas frutas se encuentra en concentraciones elevadas (50 mg/100g en los cítricos), pero para muchas personas el aporte principal se obtiene de verduras y hortalizas, como repollo o coliflor. (22) (68)

El ácido ascórbico es particularmente sensible a las reacciones de oxidación, destruyéndose con gran facilidad durante el procesado de los alimentos en presencia de oxígeno. La oxidación es dependiente del pH, ya que la forma ionizada es más sensible que la forma no ionizada. El di-anión es todavía más sensible, pero para que se forme en proporciones significativas es necesario un pH alcalino que no suele encontrarse en los alimentos. El ácido ascórbico es un potente agente reductor, capaz de reaccionar con el oxígeno, y utilizable por lo tanto como antioxidante. (23)

### 1.3.1 CARACTERÍSTICAS

La vitamina C es soluble en agua, por lo que suele eliminarse en el agua de cocción. Se oxida con facilidad en solución, en especial cuando se expone al calor. La oxidación puede acelerarse por la presencia de hierro, cobre o pH alcalino.

El ácido ascórbico puede ser sintetizado a partir de glucosa y galactosa por las plantas y muchos mamíferos, pero no por el hombre.

Se absorbe en el intestino en un 90%. Las dietas ricas en zinc o pectina pueden disminuir la absorción, en tanto que ésta puede aumentar por sustancias en extracto cítrico natural. Si la ingesta de vitamina C es muy alta (por ejemplo suplementos de 12 g), la absorción es sólo del 16%. Las cantidades ingeridas mayores del nivel de saturación de los tejidos se eliminan por orina. (23)

### 1.3.2 FUNCIÓN

- Tiene múltiples funciones como coenzima o cofactor.
- Tiene una potente acción antioxidante
- Protege el organismo de los “radicales libres”
- Es estimulante de la absorción de hierro y bloqueante de la degradación de ferritina a hemosiderina, siendo la ferritina mejor suministro de hierro.
- Participa en la hidroxilación de la prolina para formar hidroxiprolina en la síntesis de colágeno, sustancia de la cual depende la integridad de la estructura celular en todos los tejidos fibrosos (tejido conjuntivo, cartílago, matriz ósea, dentina, piel y tendones). (22)
- Participa en la cicatrización de heridas, fracturas y hemorragias, también reduce el riesgo de infecciones. Es esencial para la oxidación de ciertos aminoácidos (fenilalanina y tirosina), en el metabolismo del triptofano y en la síntesis de noradrenalina.
- Promueve la resistencia a infecciones mediante la actividad inmunológica de los leucocitos, la producción de interferón, el proceso de la reacción inflamatoria o la

integridad de las mucosas. Hay estudios que plantean que altas dosis de vitamina C pueden prevenir el resfrío, pero no hay acuerdo general sobre ello. Si tiene algún efecto es pequeño y no se recomienda la ingestión sistemática de grandes cantidades de vitamina C.

- Una alimentación rica en vitamina C ofrece una protección añadida contra todo tipo de cánceres. (22)

## **1.4 CONTROL DE CALIDAD**

### **1.4.1 DEFINICIÓN DE CALIDAD**

La palabra «calidad» proviene del latín *qualitas*, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es «grado de excelencia o superioridad» (Kader, et al., 1985). Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.

En términos del servicio o satisfacción que produce a los consumidores, podríamos también definirla como el «grado de cumplimiento de un número de condiciones que determinan su aceptación por consumidor». Se introduce aquí un carácter subjetivo, ya que distintos consumidores juzgarán con un mismo producto de acuerdo con sus preferencias personales. (16)

### **1.4.2 PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD**

La calidad es una percepción compleja de muchos atributos que son evaluados simultáneamente en forma objetiva o subjetiva por el consumidor. Por ejemplo, con sólo mirar el color, el consumidor sabe que un fruto está inmaduro y que no posee buen sabor, textura o aroma. Si el color no es suficiente para evaluar la madurez, utiliza las manos para medir la firmeza u otras características perceptibles. El aroma es un parámetro menos utilizado salvo en aquellos casos en que está directamente asociado a la madurez como en melón, ananá y otros. La percepción del sabor, aroma y textura que se produce

al ingerirlo, es la evaluación final en donde se confirman las sensaciones percibidas al momento de la compra. (16)

### 1.4.3 COMPONENTES DE LA CALIDAD

#### **1.4.3.1 Apariencia**

La apariencia es la primera impresión que el consumidor recibe y el componente más importante para la aceptación y eventualmente la compra. La forma es uno de los subcomponentes más fácilmente perceptibles, aunque en general, no es un carácter decisivo de la calidad, a no ser que se trate de deformaciones o de defectos morfológicos. En algunos casos la forma es un indicador de la madurez y por lo tanto de su sabor.

La uniformidad es un concepto que se aplica a todos los componentes de la calidad (tamaño, forma, color, madurez, compacidad, etc.). Para el consumidor es un aspecto relevante que le indica que ya alguien que conoce el producto lo ha seleccionado y separado en categorías basadas en los estándares de calidad oficiales. (16)

La frescura y la madurez son parte de la apariencia y poseen componentes que son propios. También son indicadores del sabor y aroma que ha de esperarse al ser consumidas. Desde el punto de vista de la aceptación por el consumidor son términos equivalentes. «Frescura» es la condición de estar fresco o lo más próximo a la cosecha posible. Por ejemplo, las frutas almacenadas en atmósferas controladas alcanzan su calidad comestible al salir de la cámara, muchos meses después de haber sido cosechadas.

Dentro de los parámetros que definen la frescura y madurez, el color, tanto en intensidad como en uniformidad, es el aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor. (16)



FIGURA Nº 3 LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD POR EL CONSUMIDOR

La textura, conjuntamente con el sabor y aroma, constituye la calidad gustativa.

La firmeza y el color son los principales parámetros para estimar el grado de madurez de un fruto ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura del fruto, lo que asociado a los cambios en el sabor y color, hace que alcance la máxima calidad comestible. La jugosidad es la sensación de derrame de líquidos en el interior de la boca a medida que los tejidos son masticados. El contenido de jugos de muchos frutos se incrementa a medida que madura en la planta. (16)

#### 1.4.3.2 Flavor

El flavor es la combinación de las sensaciones percibidas por la lengua (sabor o gusto) y por la nariz (aromas) (Wills et al., 1981). Sin bien son perfectamente separables unas de otras, por estar tan cerca los órganos receptores, simultáneamente al acto de acercar a la boca, morder, masticar y degustar, estamos percibiendo los aromas, particularmente

aquellos que se liberan con la trituración de los tejidos. También es posible, sin embargo, hablar de un sabor/aroma visual, esto es, determinados aspectos externos, particularmente la madurez, permiten anticipar el sabor y/o aroma que se debe esperar al consumir el producto.

El aroma de las frutas está dado por la percepción humana de numerosas sustancias volátiles. Es común que especies de un mismo género posean aromas similares. La palabra aroma normalmente se utiliza para olores agradables, mientras que olor se denomina al resto (Martens y Baardseth, 1987). Frutas refrigeradas poseen menos aroma pues la liberación de volátiles disminuye con la temperatura. Al igual que el sabor, muchos aromas son liberados cuando se pierde la integridad de los tejidos. (16)

#### **1.4.3.3 Valor nutritivo**

Desde el punto de vista nutritivo, las frutas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Poseen un alto contenido de agua y bajo de carbohidratos, de proteínas y de lípidos, pero son en general una buena fuente de minerales y vitaminas. La fibra dietética se puede definir como la porción vegetal que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano aunque sus componentes son metabolizados anaeróticamente en proporciones variables por la microflora del colon. La fibra dietética contribuye a la regulación del tránsito fecal, por lo que combate tanto la diarrea como el estreñimiento, contribuye a mantener los niveles de glucosa en sangre y a eliminar parte del colesterol circulante. Es útil en dietas contra la obesidad pues al digerirse en un bajo porcentaje, proporciona pocas calorías y el mayor tiempo y energía necesarios para masticarla hacen que se llegue antes al reflejo de la saciedad. En un adulto sano se considera óptima la ingesta diaria de 25 a 30 gramos de fibra dietética. (16)

El descubrimiento de que determinados alimentos poseían compuestos biológicamente activos y beneficiosos para la salud más allá de la nutrición básica, abrió una nueva etapa en la ciencia de la nutrición. Estos compuestos o sus metabolitos que han sido denominados «funcionales», ayudan a prevenir enfermedades como el cáncer, tienen un efecto protector ante problemas cardiovasculares, son neutralizantes de los radicales

libres, reducen el colesterol y la hipertensión, previenen la trombosis, y otros efectos beneficiosos. Las frutas son particularmente ricas en fitoquímicos como los terpenos (carotenoides en frutos de color amarillo, naranja y rojo y limonoides en cítricos), fenoles (los colores azul, rojo y violeta de las cerezas, uvas, berenjenas, berries, manzanas y ciruelas), lignanos (brócoli), y tioles (compuestos que poseen azufre, presentes en ajo, cebolla, puerro y otros alliums y en repollos y coles en general). (16)

#### **1.4.3.4 Seguridad**

Las frutas no solamente deben ser atractivas en cuanto a su apariencia, frescura, presentación y valor nutritivo, sino también su consumo no debe poner en riesgo la salud. El consumidor no tiene forma de detectar la presencia de sustancias nocivas y depende enteramente de la seriedad y responsabilidad de todos los integrantes de la cadena de producción y distribución. Necesariamente debe confiar en ellos, además de las precauciones que normalmente toma tales como lavar, pelar y/o cocinar al producto antes de consumirlo. Sin embargo, esta confianza es muy volátil y cualquier sospecha sobre la seguridad de un alimento tiene un impacto tremendo a nivel de consumidor. La seguridad de los alimentos consiste en la ausencia de sustancias dañinas para la salud y tradicionalmente la presencia de plaguicidas sobre el producto ha sido la principal preocupación de la opinión pública. Sin embargo, existen muchos otros contaminantes potencialmente tan o más peligrosos, como la presencia de microorganismos patógenos, micotoxinas, metales pesados, etc.

Por ser las frutas consumidas en fresco y muchas veces con la piel o cáscara, todo organismo patógeno para el ser humano que pueda transportarse sobre su superficie constituye un peligro potencial. Bacterias como *Shigella* spp, *Salmonella* spp., *Aeromonas* spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* así como las toxinas producidas por *Clostridium botulinum* y otras han sido identificadas como responsables de enfermedades alimentarias transmitidas por la ingestión de frutas y hortalizas. El virus de la Hepatitis A ha sido detectado también en productos frescos así como parásitos como *Entamoeba histolyca* y *Giardia lamblia*. (16)

Los agroquímicos actuales son menos tóxicos y persistentes además de ser más específicos y sus productos de degradación son generalmente inocuos. También se han desarrollado mejores métodos de laboratorio para su detección, además de existir una mayor concientización en su uso, tiempos de espera, dosis, etc. (16)

#### 1.4.4 LA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO DE CALIDAD

La obtención de un producto de calidad se inicia mucho antes de plantarse la semilla: la elección del terreno, su fertilidad y capacidad de riego, el control de malezas y rotaciones, la preparación del suelo, la elección de la semilla y otras decisiones tienen influencia en la calidad del producto a obtenerse. De la misma manera son determinantes las condiciones climáticas durante el cultivo, así como los riegos, fertilizaciones, control de plagas y enfermedades y otras prácticas culturales. Debido a que las frutas por lo general son productos altamente perecederos, es necesario tener en cuenta que previo a la cosecha, la porción vegetal se encuentra íntimamente relacionada con la planta madre y toda demanda de agua o nutrientes es satisfecha por otras partes de la planta y todo el vegetal se comporta como una unidad. Una vez cosechado, sin embargo, depende únicamente de sus reservas. Las frutas continúan viviendo después de la cosecha: respiran, transpiran y están sujetas a continuos cambios - la mayor parte de ellos no deseables - los que determinan la declinación de la calidad interna y externa. La velocidad de este deterioro depende del tipo de producto, condiciones de cultivo y otros factores, pero principalmente de las condiciones en que es mantenido: temperatura, humedad relativa, movimiento y composición del aire, etc. Los cambios que ocurren en la post-cosecha no pueden ser detenidos, sino que son demorados dentro de ciertos límites. Por estas razones, el proceso de preparación para mercado debe ser rápido y eficientemente realizado para evitar las pérdidas de calidad. (16)

Además del deterioro natural y de los daños fisiológicos y mecánicos las podredumbres son también responsables de la pérdida de calidad. Las pérdidas de post-cosecha debido a microorganismos pueden ser severas, particularmente en climas cálidos con alta humedad relativa. Los frutos en estado de descomposición pueden contaminar al resto.

Adicionalmente, la producción de etileno se intensifica en estas condiciones y acelera el ritmo de deterioro.

Los frutos inmaduros son normalmente más resistentes al ataque de patógenos y las defensas se debilitan con la maduración. Asimismo, es posible que la infección tenga lugar cuando el fruto es inmaduro y se manifieste posteriormente, cuando las defensas se debilitan (Dennis, 1987). Además de los tratamientos sanitarios y desinfecciones que se realizan, el control de la temperatura es la principal herramienta ya que disminuye la actividad metabólica de los microorganismos y se mantienen altas las defensas naturales del producto. El control de la humedad relativa, particularmente para evitar la condensación de agua sobre el producto, así como las atmósferas controladas son también útiles para el control de las enfermedades de post-cosecha. (16)

#### 1.4.5 CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE PRODUCTOS DESHIDRATADOS

Las exigencias actuales del mercado conllevan la oferta de productos de la máxima calidad. En el caso de los productos deshidratados los aspectos de calidad más importantes son el color y la textura. Si el alimento se va a consumir rehidratado (como es el caso de sopas de vegetales) un aspecto muy importante es la capacidad de rehidratación, es decir se trata de conseguir alimentos que no sólo absorban el agua de la forma más rápida posible, sino que además sus características (color, textura.) sean lo más aceptables para el consumidor. Otro aspecto muy importante en cuanto a la calidad de los alimentos es la vida útil de los mismos. La vida útil de un alimento, el periodo de tiempo para que un producto llegue a ser no aceptable desde los puntos de vista sensorial, nutritivo o de seguridad. Existen multitud de aspectos que van a influir sobre la vida útil de un alimento, como son los tratamientos a que ha sido sometido el alimento, el tipo de envase utilizado, la temperatura de almacenamiento, etc. (22)

#### 1.4.6 ASPECTOS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA FRUTILLA

El tamaño, forma, color, firmeza, sabor y contenido de vitamina C son considerados atributos que definen la calidad de la frutilla. Una frutilla de calidad es aquella totalmente roja, brillante, con sépalos y cáliz verdes, firme, jugosa, aromática y de buen sabor. La

que se destina a industria debe ser además de un color rojo intenso externa e internamente y fácil de despallidar. El INTA realiza evaluaciones de calidad de fruta. EL INTA elaboró las normas **IRAM-INTA 15736** Productos del NOA. Frutas para consumo en fresco. Frutilla. Muchos países tienen sus normativas propias. (49)

### **Tasa respiratoria y producción de etileno**

Es una fruta de moderada a alta tasa respiratoria y baja producción de etileno. Dado su comportamiento no climatérico, la presencia de etileno no estimula el proceso de maduración. Por ello, debe cosecharse con una coloración y madurez adecuadas. (49)

### **Cómo mantener la calidad durante la post-cosecha**

Debido a la alta tasa metabólica, la temperatura es una de las herramientas que debe utilizarse para disminuir el deterioro de post-cosecha. Lo más indicado es pre-enfriar la fruta por aire forzado dentro de las cuatro horas transcurridas la cosecha. Una vez finalizado este proceso, podrá mantenerse en una cámara de almacenamiento a 0-1°C y 90-95% de humedad relativa durante no más de 5 a 7 días. (49)

Una técnica adicional es el uso de atmósferas modificadas, ya que un contenido elevado en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y muy bajo en oxígeno respecto del aire permiten disminuir las tasas respiratorias y transpiratorias de la fruta, y el desarrollo de patógenos. Una práctica usual en los principales países productores es lograr la modificación de la atmósfera interna del palet mediante el recubrimiento del mismo con polietileno. Una concentración de CO<sub>2</sub> del 15-20% reduce el desarrollo de Botrytis cinerea, uno de los patógenos de mayor incidencia en las pérdidas por podredumbres. Además, estos niveles de CO<sub>2</sub> aumentan marcadamente la firmeza de las frutillas. Dicha concentración gaseosa es alcanzada por efecto de la respiración del producto envasado o, más rápidamente, por inyección de una mezcla conteniendo altos niveles de CO<sub>2</sub>. (49)

## 1.5 DESHIDRATACIÓN

En general, se entiende por deshidratación la eliminación del agua contenida en un sólido por medio de aire caliente, tomando siempre en cuenta los mecanismos de transporte de materia así como la transmisión de calor. El secado con aire caliente es uno de los métodos más utilizados para la deshidratación de frutas y los equipos más empleados son los secadores tipo plataforma, de bandejas y de túnel. (9)

Desde los tiempos más antiguos se ha venido empleando la deshidratación natural, método basado en el aprovechamiento del calor solar y del viento, que todavía se practica en la actualidad a pesar de los adelantos de la ciencia de la alimentación. El progreso que han tenido los métodos de deshidratación, son los que permiten hoy en día obtener productos deshidratados de excelentes condiciones tanto en calidad como en presentación y que son mucho mejor que los conseguidos por procedimientos primitivos. (30)

El volumen, la velocidad y la temperatura del aire de secado varían de acuerdo con la humedad relativa, con la presión atmosférica y con la carga de agua del alimento, haciendo que los tiempos de secado fluctúen entre las 12 y 24 horas y dejando al producto deshidratado entre un 7.0% y un 3.0% de humedad final.

Los productos deshidratados son muy solicitados ya que son totalmente naturales, son ricas fuentes de fibra, no engordan, tienen también un valor nutritivo comparable con el producto fresco y pueden ser consumidos a cualquier hora. Algunas de sus vitaminas, en especial las hidrosolubles (vitamina C, B1, B2, B6, B12, etc.) se disminuye su contenido al someter el producto al calor, mientras que las liposolubles (vitamina A, D, E, etc.) permanecen casi inalterables, igualmente sucede con los minerales.

Durante la deshidratación las pérdidas de vitamina C varían entre el 10% 50% y las de vitamina A entre el 10% y 20%. La adición de SO<sub>2</sub>, durante la desecación de las frutas, mejora la retención de ácido ascórbico y de caroteno, por que inhibe la oxidación e impide el pardeamiento enzimático. (36)

Los productos deshidratados nunca regresan a su forma y tamaño original.

El secado es el proceso por el cual se elimina una parte del agua en condiciones ambientales naturales, aunque también se puede utilizar una fuente de calor. En los alimentos deshidratados, debido a la mínima actividad de agua, los microorganismos no pueden proliferar y quedan detenidas la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas de alteración. (22)

De acuerdo con **King** (1974) el objetivo del secado es reducir el contenido de humedad de un producto para lograr períodos de almacenamiento más largos. La calidad y el costo de un producto están influenciados fuertemente por la operación de secado. La calidad se evalúa por la cantidad de degradaciones físicas y bioquímicas que ocurren en el alimento y depende de la temperatura, el tiempo de secado y de la actividad de agua. (11)

El uso de calor para secar alimentos fue puesto en marcha por muchos hombres del nuevo y viejo mundo. Pero no fue sino hasta 1795 que se inventó el cuarto de deshidratación de agua caliente (105 °F) sobre tajadas delgadas de hortalizas. La deshidratación implica el control sobre las condiciones climatológicas dentro de la cámara o el control de un micromedio circulante. Esta técnica genera una gran ventaja en los cuales los alimentos secos y deshidratados son más concentrados que cualquier otra forma de productos alimenticios preservados, ellos son menos costosos de producir; el trabajo requerido es mínimo, el equipo de proceso es limitado.

Los requerimientos de almacenamiento del alimento seco son mínimos y los costos de distribución son reducidos. (36)

### 1.5.1 SECADO Y DESHIDRATACIÓN

Aunque ambos términos se aplican a la eliminación del agua de los alimentos, en la tecnología de los alimentos el término **secado** se refiere a la desecación natural, como la que se obtiene exponiendo el producto a la acción del sol y el de **deshidratación** designa el secado por medios artificiales, como la exposición del producto a una corriente de aire caliente.

La deshidratación implica el control sobre las condiciones climáticas dentro de una cámara o el control de un micromedio circundante. El secado solar está a merced de los elementos.

Los alimentos secados en una deshidratadora pueden tener mejor calidad que sus duplicados secados al sol. Se necesita menos terreno para la actividad deshidratadora. (13)

### 1.5.2 SECADO SOLAR DE ALIMENTOS

El secado solar de alimentos puede estar enfocado a aquellos que viven en lugares remotos, donde tienen abundantes cosechas durante el verano, las que están condenadas a una rápida descomposición si no se tiene un método simple y económico para preservarlas.

El secado solar de alimentos puede ser llevado a cabo en casi todas las locaciones, tomando en cuenta la cantidad de radiación solar y la humedad relativa del lugar.

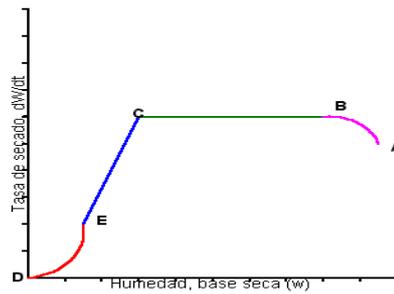
La luz directa del sol no es aconsejable, en el caso de las frutas se oxidan rápidamente, pierden su color natural y obtienen un mal aspecto, las atacan los insectos o los pájaros por lo que el producto se contamina, en el caso de los vegetales; el producto se pone amarillo y pierde propiedades. (13)(14)

### 1.5.3 CURVAS DE SECADO

La cinética de secado de un material no es más que la dependencia de la humedad del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo o variables relacionadas con este, con la propia humedad o las dimensiones del equipo.

La intensidad de evaporación se determina a través de la velocidad de secado, que es el cambio de humedad (Base seca) en el tiempo.

A partir de las curvas de cinética de secado ( $x$  vs  $t$ ,  $dx/dt$  vs  $x$ ) que deben ser obtenidas a nivel de laboratorio, pueden tenerse una idea del tiempo de secado, del consumo de energía, del mecanismo de migración de humedad, de las condiciones predominantes en la transferencia de calor y masa y de la influencia que tienen en la velocidad de secado las variables del proceso tales como: temperatura, humedad de entrada, velocidad del aire, etc.



**FIGURA N°4 CURVA DE SECADO. HUMEDAD VS TASA DE SECADO**

En la figura N°4 observamos que al inicio (AB) el producto experimenta un pequeño aumento de temperatura. Luego la tasa de remoción de agua se vuelve constante (BC), con el producto a la temperatura de bulbo húmedo del aire. En esta etapa, la velocidad de secado está limitada por la tasa de transferencia de calor desde el aire a la superficie líquida. Cuando se alcanza el contenido de humedad crítico (C) la velocidad de secado es decreciente (CE). Puede existir un segundo período de velocidad decreciente (ED) en donde la humedad relativa de equilibrio para el material es menor del 100% ( $a_w < 1$ ). La velocidad de secado decreciente es controlada por la difusión de humedad hacia la superficie. En el punto D se alcanza el contenido de humedad de equilibrio y el producto deja de perder humedad. (21)

Con los datos obtenidos durante la prueba de secado o sea de la variación de humedad con el tiempo, puede hacerse un gráfico de contenido de humedad en función del tiempo, este será útil para la determinación directa del tiempo necesario en el secado discontinuo de grandes partidas bajo las mismas condiciones de secado. (21)

#### 1.5.4 TIPOS DE DESHIDRATACIÓN

##### 1.5.4.1 Deshidratación al aire libre

Está limitada a las regiones templadas o cálidas donde el viento y la humedad del aire son adecuados. Generalmente se aplica a frutas y semillas, aunque también es frecuente para algunas hortalizas como los pimientos y tomates. (19)

#### **1.5.4.2 Deshidratación por aire**

Para que pueda llevarse a cabo de forma directa, es necesario que la presión de vapor de agua en el aire que rodea al producto a deshidratar, sea significativamente inferior que su presión parcial saturada a la temperatura de trabajo. Puede realizarse de dos formas: por partidas o de forma continua, constando el equipo de: túneles, desecadores de bandeja u horno, desecadores de tambor o giratorios y desecadores neumáticos de cinta acanalada, giratorios, de cascada, torre, espiral, lecho fluidificado, de tolva y de cinta o banda.

Este método se emplea para productos reducidos a polvo, para productos de pequeño tamaño y para hortalizas desecadas. (19)

#### **1.5.4.3 Deshidratación por rocío**

Los sistemas de deshidratación por rocío requieren la instalación de un ventilador de potencia apropiada, así como un sistema de calentamiento de aire, un atomizador, una cámara de desecación y los medios necesarios para retirar el producto seco. Mediante este método, el producto a deshidratar, presentado como fluido, se dispersa en forma de una pulverización atomizada en una contracorriente de aire seco y caliente, de modo que las pequeñas gotas son secadas, cayendo al fondo de la instalación. Presenta la ventaja de su gran rapidez

#### **1.5.4.4 Deshidratación por congelación**

Consiste en la eliminación de agua mediante evaporación directa desde el hielo, y esto se consigue manteniendo la temperatura y la presión por debajo de las condiciones del punto triple (punto en el que pueden coexistir los tres estados físicos, tomando el del agua un valor de  $0,0098^{\circ}\text{C}$ ).

Este método presenta las siguientes ventajas: se reduce al mínimo la alteración física de las hortalizas, mejora las características de reconstitución y reduce al mínimo las reacciones de oxidación y del tratamiento térmico. (19)

#### **1.5.4.5 Deshidratación en bandejas**

Un secador de bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos se colocan en grupos de bandejas, en el caso de sólidos particulados o amontonados en repisas, en el caso de objetos grandes. La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de gas caliente, o indirecta, utilizando repisas, serpentines de calefacción o paredes refractarias en el interior de la cubierta

Es así que los secadores de bandeja son los más antiguos y aún los más utilizados. (19)

#### **1.5.5 DESHIDRATACIÓN POR MICROONDAS**



**FOTOGRAFÍA N°3 DESHIDRATACION DE FRUTILLA EN MICROONDAS**

En la fotografía N°3 vemos un microondas que en su interior contiene la frutilla deshidratada a diferentes potencias

##### **1.5.5.1 Microondas**

Actúa gracias a un campo electromagnético que hace vibrar y friccionar las moléculas de agua que contienen los alimentos, produciéndose un calor interno que permite su calentamiento o cocción. el alimento una vez calentado o cocinado no emite ningún tipo de radiación.(57)

Los microondas emiten ondas electromagnéticas dentro del aparato y actúan sobre las moléculas de agua que contienen los alimentos y las agitan a gran velocidad. El calor generado se propaga a todo el alimento rápidamente por conducción. Es mejor el horno con plato giratorio o con generador giratorio para que las ondas se repartan mejor.

Posee una fuente emisora de ondas electromagnéticas, las microondas, que provocan una fricción entre las moléculas de agua del interior del alimento, lo que produce calor que se transmite al resto de moléculas por contacto. Así se calienta el alimento. Las microondas penetran 1 ó 2 centímetros de profundidad y posteriormente el calor se difunde. La velocidad de calentamiento es cuatro veces superior a la de los hornos convencionales. (27)

Los microondas calientan los alimentos de dentro a fuera, provocando una mayor deshidratación en el interior que en la parte externa.

Como los alimentos se cuecen en su propio contenido de agua y a menos de 100 grados centígrados de temperatura, se pierden menos sales y se destruyen menos vitaminas. Los alimentos cocinados o calentados con microondas tienen menor concentración de sustancias cancerígenas en comparación con los cocinados por otros métodos.

Existía la duda de que las temperaturas alcanzadas con estos aparatos fueran lo suficientemente altas para eliminar a las bacterias nocivas. Tras diversos estudios se comprobó que este riesgo se puede evitar cubriendo el alimento durante el calentamiento, para favorecer una distribución del calor más uniforme y así alcanzar una temperatura adecuada para prevenir el desarrollo de m.o patógenos. (57)

Puesto que el horno es hermético, no es posible que las microondas sean capaces de salir al exterior y provocar daños a la salud

Conviene no utilizar utensilios de metal, ni papel aluminio, ya que reflejan las microondas contra las paredes del horno, e impiden que el alimento se caliente. Tampoco, usar vajillas de cerámica si tienen dibujos o adornos, ya que pueden haberse utilizado pinturas con algún elemento metálico. (57)

#### **1.5.5.2 Secado Por Microondas**

Estos equipos generan energía radiante en forma de microondas. Estas ondas penetran el núcleo del material haciendo que el agua se evapora muy rápidamente. Este principio se

puede combinar con los secadores de lecho móvil o estático. Es útil para secar a bajas temperaturas material termolábil como proteínas, vitaminas, enzimas etc. Este equipo ahorra bastante energía en los procesos de secado. (44)

Las microondas son parte del espectro electromagnético en el intervalo de frecuencia comprendido entre las zonas del infrarrojo y las ondas de radio (300 MHz-300 GHz); dicho intervalo corresponde a longitudes de onda entre 1 m y 1 mm. Debido a la proximidad existente entre las bandas de las microondas y de las ondas de radio, pueden solaparse las primeras en la zona de las ondas del radar. Con el fin de no interferir con estos usos, los microondas domésticos e industriales operan a unas frecuencias de 2450 MHz y 915 MHz. (44)

Las microondas se generan en el magnetrón, dispositivo que transforma la energía eléctrica en un campo electromagnético. Cuando las microondas se aplican a los alimentos, la polaridad del campo electromagnético que se origina cambia de dirección varios millones de veces por segundo. Así, los componentes polares e ionizables (agua y sales minerales, principalmente) intentan orientarse con la dirección de dicho campo electromagnético, produciéndose fricciones y choques entre las moléculas que dan lugar a un aumento de la temperatura en el interior del alimento, hecho que diferencia el calentamiento con microondas de los tratamientos térmicos tradicionales. Una vez se genera calor en el alimento, éste se transmite por conducción y convección térmica. (44)

Debemos decir que existen algunas diferencias entre cocción convencional y por microondas. En la cocina convencional tenemos calor directo, por esta razón se debe usar aceites, agregar líquidos y revolver para que la comida no se quemé. En el horno tradicional, en tanto, encontramos un calor ambiental. Este va secando y dorando el alimento de afuera hacia dentro, por lo que la cocción resulta lenta y las carnes van perdiendo su jugo. En cambio, en el horno microondas no hay calor directo ni ambiental. Por ello, ningún alimento se pega ni necesita aceite, y las carnes guardan el jugo en su interior. Las microondas llegan con mayor fuerza a la parte exterior de la bandeja giratoria y con menor intensidad a la parte central. Cocinan en forma pareja hasta 3 1/2 cms. de profundidad, perdiendo después la fuerza. Para equilibrar esta diferencia de

temperaturas, tenemos que revolver una o dos veces durante la cocción o el recalentamiento. Los alimentos que no se pueden revolver deben darse vuelta en la mitad de la cocción. (44)

En el caso de los microondas sin grill, sirven para calentar, descongelar y cocinar alimentos como si fueran hervidos. Son ideales para usuarios que únicamente utilizarán el microondas para este uso; se trata del modelo más económico.

Por su parte, los microondas con grill, gracias a que lo incorporan, ayudan con ello a cocinar los platos. Permiten más funciones que los que no lo tienen, por ejemplo: cocinar, dorar, gratinar o asar alimentos. El grill consiste en una resistencia eléctrica que normalmente se sitúa en el techo interior del microondas y emite un calor seco para conseguir que los alimentos se doren. (40)

### **1.5.5.3 Potencia**

A mayor potencia, el microondas cocina con mayor rapidez. Así, por ejemplo, si queremos cocinar un pollo de 1 kg a 1.400 Kw de potencia, tardaremos 10 minutos; si lo hacemos a 1.300 Kw, 11 minutos; a 1.200 Kw, 12 minutos y a 1.000 Kw, 14 minutos.

Las potencias pueden variar entre 800 W y 950 W. Pero además, existen diversos niveles de potencia. Los modelos de microondas con menor potencia tienen de 2, 4 a 5 niveles de potencia, mientras que los de mayor potencia tienen de 5 a 8.

La potencia es importante porque, junto con el tiempo, determina cómo va a descongelarse, calentarse o cocinarse un alimento. (33)

### **1.5.5.4 Niveles de potencia**

En cada horno podemos encontrar unos símbolos que determinan el nivel de potencia que se necesita para las distintas funciones, por ejemplo para descongelar, calentar o cocinar.

- Al 100% de potencia podemos cocer, descongelar productos precocinados o calentar rápidamente.

- Al 75% de potencia se puede cocer al baño maría y cocinar productos más delicados.
- Al 50% de potencia básicamente la función es descongelar piezas grandes durante los 2 primeros minutos.
- Al 25% de potencia sirve fundamentalmente para descongelar.

Al 15% de potencia, únicamente es para mantener caliente el alimento. (28)

#### **1.5.5.5 Influencia sobre el valor nutritivo**



**FOTOGRAFÍA Nº4 VALOR NUTRITIVO**

En lo que se refiere al valor nutritivo de los alimentos, hasta la fecha no se ha comprobado que las microondas provoquen mayores pérdidas nutritivas que otros métodos de cocción tradicional. Incluso en el caso de los productos congelados, al ser la cocción más rápida, se reduce la pérdida vitamínica. Además, los alimentos se cuecen en su propio jugo, de modo que se reduce la pérdida de nutrientes que se produce cuando se cocinan en medios líquidos. (34)

Se ha comprobado que en este método conserva el color natural de frutas y vegetales, así como los nutrientes como la Vitamina C, cuya presencia es indicador del efecto de los tratamientos térmicos. (34)

Tampoco existen pruebas de isomerización de los aminoácidos, ácidos grasos y demás compuestos nutritivos. Para disipar todo resquemor, la Organización Mundial de la Salud aseguró en 1992 que «no existe ninguna prueba científica de que la salud de los consumidores de alimentos preparados en los hornos microondas corra algún riesgo, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante». Y es que el principal riesgo de los hornos microondas no se deriva de la naturaleza de las

ondas electromagnéticas, sino de su muy superior eficacia para calentar los alimentos.  
(34)

#### **1.5.5.6 Ventajas de la deshidratación de la microonda**

##### **Rapidez**

Las recetas las realiza en un tiempo mucho más corto del que se necesita con el horno tradicional.(35)

##### **Alimentos más sanos**

Como los alimentos se cuecen en su propio contenido en agua y a menos de 100 grados centígrados de temperatura, se pierden menos sales y se destruyen menos vitaminas. (35)

##### **Sabores más naturales**

Al cocerse los alimentos con su propia agua, no pierden ninguno de sus componentes y presentan sabores más naturales. (35)

##### **Comodidad**

Se elimina la utilización de ollas o cazuelas ya que se cocina en los mismos utensilios con los que después se puede comer. Por otra parte, limpiar el microondas sólo requiere pasar un paño húmedo por las paredes del horno. (35)

##### **Ahorro de energía**

En los hornos microondas se distinguen dos tipos de potencia, la potencia absorbida que es la que consume la red cuando se enciende y la potencia de salida que es la energía eléctrica que se convierte en energía calorífica. La relación entre las dos suele ser del 50%, por tanto supone un rendimiento más alto que el de los sistemas tradicionales como el horno eléctrico o las placas de cocción. (35)

Sobre el proceso de deshidratación por microondas se determinó la influencia de factores como el espesor y la presión de trabajo. Se determinó la bondad de estos procesos como

técnicas de conservación de alimentos de acuerdo con las características organolépticas y microbiológicas que los productos presenten. (23)

El tiempo es el factor de mayor peso sobre los alcances de la deshidratación por microondas, ya que este es un proceso bastante rápido porque el calentamiento se efectúa directamente en el producto, evitando la necesidad de superficies de contacto y las pérdidas de calor que ello conlleva. (23)

#### 1.5.6 EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS

La textura de los alimentos es el parámetro de calidad que más se modifica con la desecación. Sus variaciones dependen mucho del tipo de pre-tratamiento que se le da al alimento (adición de cloruro cálcico al agua de escaldado), el tipo e intensidad con que se realiza la reducción de tamaño y el modo de pelado. En alimentos escaldados las pérdidas de textura están provocadas por la gelatinización del almidón, la cristalización de la celulosa y por tensiones internas provocadas por variaciones localizadas en el contenido en agua durante la deshidratación. Estas tensiones dan lugar a roturas y compresiones que provocan distorsiones permanentes en las células, relativamente rígidas, confiriendo al alimento un aspecto arrugado. (42)

#### 1.5.7 TÉCNICA DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS CON MICROONDAS AL VACÍO

La utilización de frutas y hortalizas como ingredientes en procesos de fabricación de productos elaborados da lugar a disminuciones importantes en la vida útil de estos productos, al ser altamente perecederos y, por tanto, requieren técnicas de conservación como pueden ser la congelación o deshidratación, para, de este modo, prolongar su vida comercial. Sin embargo, la utilización de estas técnicas lleva asociados efectos sobre las propiedades nutricionales y organolépticas de las frutas y hortalizas. En la actualidad, muchos de los proyectos de investigación de la industria alimentaria van encaminados a minimizar esos efectos indeseados. (23)(42)

Según fuentes del círculo de Innovación en Biotecnología, un equipo de científicos de las universidades alemanas de Dresden y Friedrich Schiler Jena, ha desarrollado un proceso de deshidratación de frutas con microondas a vacío. Esta investigación se ha basado en delimitar las condiciones operativas de trabajo, provocando un menor impacto en las características nutritivas y organolépticas del producto.

El resultado ha sido un proceso de deshidratación mucho más suave que los que se venían utilizando hasta ahora, de modo que los componentes más sensibles de las frutas y hortalizas, como es el caso de las vitaminas y los antioxidantes, pueden quedar intactos. En este proyecto, se ha comprobado que el contenido en vitaminas es mucho mayor en los productos sometidos a estos procesos que en aquellos que han sido sometidos a procesos de congelación. Además de los componentes nutricionales, también las propiedades organolépticas de sufren menos alteraciones. Poniendo algún ejemplo de este proceso, algunas características, como el color y la textura son las que se mantienen estables tras el tratamiento. Según los expertos, aunque los ensayos se han desarrollado con fresas, los investigadores afirman que este método también puede ser aplicado en otros vegetales y frutas, como manzanas, hortalizas, etc.

Fruto de estas investigaciones, una empresa ha comenzado a comercializar snacks de frutas deshidratadas obtenidas mediante proceso de deshidratación. (23)(42)

## **1.6 ANÁLISIS PROXIMAL**

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELN) se determinan por cálculo restando la suma de estos 5 componentes de 100%, para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra. (14)

Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del analista. Los resultados obtenidos en las determinaciones de cenizas y contenido de agua están muy influidos por la temperatura y el tiempo de calentamiento. Cualquier error cometidos en las determinaciones de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. (14)

### 1.6.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Puesto que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas de sustancias, contienen proporciones variables de ambas formas. (14)

En la mayoría de las industrias alimentarias, la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales. (14)

Existen para esto varias razones, principalmente las siguientes:

- El agua si está presente por encima de ciertos valores, facilita el desarrollo de microorganismos.
- El agua es el adulterante por excelencia para ciertos alimentos como leche, quesos, mantequilla, etc.
- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua. Por ejemplo la sal, azúcar.
- La cantidad de agua puede afectar la textura. Ejemplo carnes curadas.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos. (14)

### 1.6.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas. Una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento. (14)

La determinación de cenizas es importante porque:

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.
- Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc, como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos. (14)

### 1.6.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y ejercen una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales. (14)

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y

desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. (14)

#### 1.6.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados o semiautomatizados. El método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. (14)

#### 1.6.5 pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos.

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros. (14)

### 1.7 MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS

La mayoría de estas técnicas se basan en la interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Cuanto menor es la longitud de onda de una radiación, mayor es la energía asociada. Dependiendo de la longitud de onda tenemos distintas radiaciones. (23).

Las técnicas que se basan en estas propiedades pueden ser:

- Espectrometría de UV visible.
- Espectrofotometría de fluorescencia.
- Espectrofotometría infrarroja.
- Espectrometría de absorción atómica.
- Fotometría de llama.
- Espectrometría de masas.
- Resonancia magnética nuclear (RMN) y Resonancia de spin electrónico (RSN).

## **1.8 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS**

La cromatografía es un método de separación con alta resolución. Es un método físico de separación, donde los componentes se distribuyen en dos fases: una fase estacionaria y una fase móvil, que se va moviendo y transporta a los componentes a distintas velocidades por el lecho estacionario. Los procesos de retención se deben a continuas adsorciones y desorciones de los componentes de la muestra a lo largo de la fase estacionario. (23).

Hay varios tipos de cromatografía. Los más importantes son:

- Cromatografía en columna: que puede ser líquida o de gases.
- Cromatografía líquida de alta presión.
- Cromatografía de gases.
- Cromatografía en papel.
- Cromatografía en capa fina. (23).

## **1.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

El conocimiento de la microbiología es la base para el manejo adecuado de los productos alimenticios. Así pues, el estudio del número y tipo de microorganismos presentes en un

alimento permite: Conocer la fuente de contaminación del producto en examen. Evaluar las condiciones higiénicas de trabajo en las que se procesan o preparan los alimentos.

Detectar la posible presencia de flora patógena que causa problemas de salud en el consumidor. Establecer en que momento se producen fenómenos de alteración en los distintos alimentos, con el propósito de delimitar su período de conservación. Y si bien el desarrollo microbiano desenfrenado y sus productos metabólicos indeseables ocasionan problemas al dañar nuestros alimentos, los microorganismos también se usan benéficamente para producir alimentos y bebidas de alto valor gastronómico. (6)

### 1.9.1 LEVADURAS Y MOHOS

Las levaduras y los mohos crecen mas lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, productos cerealícolas, alimentos salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos. (6)

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico. (6)

En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos de esporas y células vegetativas de levaduras, pero su presencia en estos alimentos es de escaso significado. Solo cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. (6)

## 1.10 PRUEBAS ESTADÍSTICAS

### 1.10.1 ANÁLISIS DE VARIANZAS “ADEVA”

En estadística, análisis de varianza (ADEVA ó ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos (21), es decir, el análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la  $t$  de Student. por dos motivos:

- En primer lugar, y como se realizarían simultánea e independientemente varios contrastes de hipótesis, la probabilidad de encontrar alguno significativo por azar aumentaría. En cada contraste se rechaza la  $H_0$  si la  $t$  supera el nivel crítico, para lo que, en la hipótesis nula, hay una probabilidad  $\alpha$ . Si se realizan  $m$  contrastes independientes, la probabilidad de que, en la hipótesis nula, ningún estadístico supere el valor  $t_{\alpha}$  crítico es  $(1 - \alpha)^m$ , por lo tanto, la probabilidad de que alguno lo supere es  $1 - (1 - \alpha)^m$ , que para valores  $m$  próximos a 0 es aproximadamente igual a  $\alpha$  de denominada método de Bonferroni, consiste en bajar el valor  $\alpha/m$ , aunque resulta un método muy conservador.  $\alpha$ , usando en su lugar. (21)
- Por otro lado, en cada comparación la hipótesis nula es que las dos muestras provienen de la misma población, por lo tanto, cuando se hayan realizado todas las comparaciones, la hipótesis nula es que todas las muestras provienen de la misma población y, sin embargo, para cada comparación, la estimación de la varianza necesaria para el contraste es distinta, pues se ha hecho en base a muestras distintas.

El método que resuelve ambos problemas es el anova, aunque es algo más que esto: es un método que permite comparar varias medias en diversas situaciones; muy ligado, por tanto, al diseño de experimentos y, de alguna manera, es la base del análisis multivariante. (21)

### 1.10.2 BASES DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Supónganse  $k$  muestras aleatorias independientes, de tamaño  $n$ , extraídas de una única población normal. A partir de ellas existen dos maneras independientes de estimar la varianza de la población.

1) Una llamada varianza dentro de los grupos (ya que sólo contribuye a ella la varianza dentro de las muestras), o varianza de error, o cuadrados medios del error, y habitualmente representada por MSE (Mean Square Error) o MSW (Mean Square Within) que se calcula como la media de las  $k$  varianzas muestrales (cada  $\sigma$  varianza muestral es un estimador centrado de cuadrados y la media de  $k$  estimadores centrados es también un estimador centrado y más eficiente que todos ellos). MSE es un cociente: al numerador se le llama suma de cuadrados del error y se representa por SSE y al denominador grados de libertad por ser los términos independientes de la suma de cuadrados. (31)

2) Otra llamada varianza entre grupos (sólo contribuye a ella la varianza entre las distintas muestras), o varianza de los tratamientos, o cuadrados medios de los tratamientos y representada por MSA o MSB (Mean Square Between). Se calcula a partir de la varianza de las medias muestrales y es también un cociente; al numerador se le llama suma de cuadrados de los tratamientos (se le representa por SSA) y al denominador  $(k-1)$  grados de libertad.

MSA y MSE, estiman la varianza poblacional en la hipótesis de que las  $k$  muestras provengan de la misma población. La distribución muestral del cociente de dos estimaciones independientes de la varianza de una población normal es una  $F$  con los grados de libertad correspondientes al numerador y denominador respectivamente, por lo tanto se puede contrastar dicha hipótesis usando esa distribución.

Si en base a este contraste se rechaza la hipótesis de que MSE y MSA estimen la misma varianza, se puede rechazar la hipótesis de que las  $k$  medias provengan de una misma población. (31)

Aceptando que las muestras provengan de poblaciones con la misma varianza, este rechazo implica que las medias poblacionales son distintas, de modo que con un único contraste se contrasta la igualdad de k medias.

Existe una tercera manera de estimar la varianza de la población, aunque no es independiente de las anteriores. Si se consideran las kn observaciones como una única muestra, su varianza muestral también es un estimador centrado de  $s^2$ : Se suele representar por MST, se le denomina varianza total o cuadrados medios totales, es también un cociente y al numerador se le llama suma de cuadrados total y se representa por SST, y el denominador (kn - 1) grados de libertad. (31)

En la tabla N°4 se demuestra como los resultados de un anova se suelen representar:

**TABLA N° 4 RESULTADOS DE UN ADEVA**

Fuente de variación	G.L.	SS	MS	F
Entre grupos Tratamientos	k-1	SSA	SSA/(k-1)	MSA/MSE
Dentro Error	(n-1)k	SSE	SSE/k(n-1)	
Total	kn-1	SST		

Y el cociente F se usa para realizar el contraste de la hipótesis de medias iguales. La región crítica para dicho contraste es  $F > F_{(k-1, (n-1)k)\alpha}$

Algunas propiedades

Es fácil ver en la tabla anterior que

$$GL_{\text{error}} + GL_{\text{trata}} = (n - 1)k + k - 1 = nk - k + k - 1 = nk - 1 = GL_{\text{total}}$$

No es tan inmediato, pero las sumas de cuadrados cumplen la misma propiedad, llamada identidad o propiedad aditiva de la suma de cuadrados:

$$SST = SSA + SSE$$

El análisis de la varianza se puede realizar con tamaños muestrales iguales o distintos, sin embargo es recomendable iguales tamaños por dos motivos:

La F es insensible a pequeñas variaciones en la asunción de igual varianza, si el tamaño es igual.

Igual tamaño minimiza la probabilidad de error tipo II. (31)

### 1.10.3 MODELOS DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA

El anova permite distinguir dos modelos para la hipótesis alternativa:

Modelo I o de efectos fijos en el que la  $H_1$  supone que las k muestras son muestras de k poblaciones distintas y fijas.

Modelo II o de efectos aleatorios en el que se supone que las k muestras, se han seleccionado aleatoriamente de un conjunto de  $m > k$  poblaciones.

La manera más sencilla de distinguir entre ambos modelos es pensar que, si se repitiera el estudio un tiempo después, en un modelo I las muestras serían iguales (no los individuos que las forman) es decir corresponderían a la misma situación, mientras que en un modelo II las muestras serían distintas. (31)

Aunque las asunciones iniciales y los propósitos de ambos modelos son diferentes, los cálculos y las pruebas de significación son los mismos y sólo difieren en la interpretación y en algunas pruebas de hipótesis suplementarias.

## **CAPÍTULO II**

### **2. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Bioquímica y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

#### **2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS**

##### **2.2.1 MATERIAL VEGETAL**

Frutilla (*fragaria vesca*) de variedad camarrosa proveniente de los invernaderos de propiedad del Sr Julián Cajamarca de la Parroquia Quimiag, Provincia de Chimborazo.

## 2.2.2 EQUIPOS

	Autoclave	Balanza analítica
Balanza Analítica	Balanza de precisión	Bomba de vacío
Bureta	Cabina extractora de gases	Cámara fotográfica
Cápsulas de aluminio	Centrífuga	Computador
Crisoles de Gooch	Crisoles de porcelana	Dean Stark
Desecador	Digestor de fibra	Equipo Kjeldhal
Equipo Weende	Espátula	Espectrofotómetro
Estufa	Filtros con fritas	HPLC
Incubadora	Kitasato	Lana de vidrio
Matraces volumétricos	Matraz	Mufla
Papel filtro	pH metro	Pinza
Pipetas volumétricas	Písetas	Plancha precalcinadora
Porta dedales	Probeta graduada	Refrigerador
Reloj	Selladora	Soporte universal
Varilla de vidrio	Vaso de precipitación	

## 2.2.3 REACTIVOS

Ácido Fosfórico	Ácido tricloro acético	Agua destilada
Alcohol n-amílico	Azul de bromocresol	Bórico Ácido
Clorhídrico Ácido	Desinfectante	Lentejas de zinc metálico
Metanol	Rojo de metilo	Sodio Hidróxido
Sodio Sulfato	Sulfúrico Ácido	

## 2.2.4 MEDIOS DE CULTIVO

- Agar Saboraud

## **2.3 MÉTODOS**

### **2.3.1 FASE EXPERIMENTAL**

#### **2.3.1.1 Análisis físico de la frutilla:**

- Determinación de pH NTE INEN 389
- Evaluación sensorial (Color, Olor, Sabor)
- Dimensiones: longitud y diámetro NTE INEN 1975-2001
- Peso

#### **2.3.1.2 Análisis bromatológico de la frutilla fresca y deshidratada:**

### **DETERMINACIÓN DE pH.**

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 389. Ver Anexo N°1

### **DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**

#### **Principio.**

Método gravimétrico mediante la desecación en estufa de aire caliente a 105 ° C durante 24 h

#### **Procedimiento.**

- Pesar 1 g de muestra homogenizada en una cápsula de porcelana previamente tarada
- Desecar en estufa a 105 °C por un lapso de 2 a 3 horas
- Enfriar en desecador y pesar
- Desecar hasta obtener peso constante

**Cálculos.**

$$H\% = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

Donde:

%H = humedad

W<sub>1</sub> = masa de la cápsula vacía en g

W<sub>2</sub> = masa de la cápsula con muestra en g

W<sub>3</sub> = masa de la capsula con la muestra seca en g

**DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)**

PRINCIPIO	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de 550°C ± 25°C., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO <sub>2</sub> , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar la cápsula en la mufla y calentarla durante 550°C ± 25°C; transferirle al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0.1mg (W<sub>1</sub>)</li> <li>- Pesar en la cápsula, 10g de muestra con aproximación al 0.1mg y colocar sobre la fuente calórica a 150°C ± 25°C para evaporación. (W<sub>2</sub>)</li> <li>- Adicionar gotas de aceite de oliva y continuar el calentamiento hasta que cese el borboteo.</li> <li>- Colocar la capsula con su contenido en la mufla a 550°C ± 25°C, hasta obtener cenizas blancas las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada.</li> <li>- Evaporar sobre la fuente calórica y proceder a calcinar nuevamente en la mufla a 550°C ± 25°C por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de este tiempo se saca al desecador por 30 minutos.</li> <li>- Pesar la cápsula con su contenido, con aproximación al 0.1mg. (W<sub>3</sub>)</li> </ul>	<p>Porcentaje de Ceniza:</p> $\%C = 100 \times \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$ <p>Donde:</p> <p>%C = Porcentaje de ceniza  W<sub>1</sub> = peso de la cápsula vacía  W<sub>2</sub> = peso de la cápsula con la muestra húmeda  W<sub>3</sub> = peso de la cápsula con las cenizas</p> <p>Cenizas en base seca:</p> $\%C.B.S. = \frac{100 \times \% C}{\% M.S}$ <p>Donde:</p> <p>%C.B.S = % Ceniza en Base Seca.  % C = % Ceniza.  % M.S. = % Materia Seca.</p>

## DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)

PRINCIPIO	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
<p>Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra este peso. (W<sub>1</sub>)</li> <li>-Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. (W<sub>2</sub>)</li> <li>- A cada vaso con la muestra se coloca 200mL de H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> al 7% mas 2mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.</li> <li>- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).</li> <li>- A los 25 minutos se baja la temperatura de la posición 7 a 2.5 y se añade 20mL de NaOH al 22 % manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por unos 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.</li> <li>- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba de vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración.</li> <li>- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.</li> <li>- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.</li> <li>- El lavado se realiza con 200mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.</li> <li>- Luego se coloca los crisoles en una caja petri y sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio se añade acetona hasta cubrir el contenido en el crisol para eliminar agua, pigmentos y materia orgánica.</li> <li>- Posteriormente se pasa los crisoles con toda la caja petri a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 °C.</li> <li>- Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia. (W<sub>3</sub>)</li> <li>- Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo una vez que la mufla ha alcanzado la temperatura indicada.</li> <li>- Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente realizar el segundo peso del crisol más las cenizas.(W<sub>4</sub>)</li> <li>- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.</li> </ul>	<p>Porcentaje de Fibra:</p> $\%F = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} \times 100$ <p>Donde:</p> <p>F = fibra  W<sub>1</sub> = peso del papel solo  W<sub>2</sub> = peso del papel más muestra húmeda  W<sub>3</sub> = peso del crisol más muestra seca  W<sub>4</sub> = peso del crisol más cenizas</p> <p>Fibra bruta en base seca:</p> $\%F.B.S = \frac{100 \times \%FB}{\%M.S.}$ <p>Donde:</p> <p>%F.B.S = % Fibra en Base Seca.  %FB = % Fibra Bruta  %M.S = % Materia Seca.</p>

## DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Método de MACROKJELDAHL)

PRINCIPIO	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
<p>Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pesa primeramente el papel bond, (W<sub>1</sub>) luego por adición se pesa 1 gramo de muestra y se registra el peso del papel solo y del papel mas la muestra. (W<sub>2</sub>)</li> <li>- En este contenido del papel más la muestra se añade 8 gramos de sulfato de sodio mas 0,1 gramos de sulfato cúprico.</li> <li>- Todo este contenido se coloca en cada balón al cual se añade 25mL de H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> concentrado (grado técnico).</li> <li>- Cada balón con todo este contenido es llevado hasta las hornillas del Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifica la digestión.</li> <li>- Luego de este tiempo son enfriados hasta que se cristalice el contenido de los balones.</li> <li>- Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación para lo cual colocamos en los matraces erlenmeyer 50mL. de ácido bórico al 2.5% y los colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación.</li> <li>- En cada balón con la muestra cristalizada se coloca 250mL. de agua destilada más 80 mL de hidróxido de sodio al 50% añadiendo también 3 lentejas de zinc, con todo esto contenido son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación.</li> <li>- El amoníaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 mL en cada matraz</li> <li>- Se retira los matraces con su contenido, mientras que el residuo que se encuentra en el balón es desechado y se recupera las lentejas de zinc.</li> <li>- Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético.</li> <li>- En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador Macro Kjeldahl.</li> <li>- Las barras de agitación magnética son colocadas en el interior de cada matraz y llevados sobre el agitador magnético y se carga la bureta con HCl al 0.1 N.</li> <li>- Se prende el agitador y se deja caer gota a gota el ácido clorhídrico hasta obtener un color grisáceo transparente que es el punto final de la titulación.</li> <li>- El número de mL de HCl al 0.1 N. gastado se registra para el cálculo respectivo.</li> </ul>	<p>Porcentaje de Proteína:</p> $\% P = \frac{N \text{ HCl} \times 0.014 \times 100 \times 6.25 \times \text{mL}}{\text{HCl}}$ <p style="text-align: right;">W<sub>2</sub> - W<sub>1</sub></p> <p>Donde:</p> <p>% PB = % Proteína Bruta  W<sub>1</sub> = Peso del papel solo  W<sub>2</sub> = Peso del papel más muestra  0.014 = Constante  6.25 = Constante  mL HCl = mL de Ácido Clorhídrico utilizados al titular.</p> <p>Proteína en Base Seca:</p> $\% P.B.S = \frac{100 \times \% PB}{\% M.S.}$ <p>Donde:</p> <p>% P.B.S = % Proteína en Base Seca.  % PB = % Proteína Bruta  % M.S = % Materia Seca.</p>

### **DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método de FEHLING)**

Los azúcares que tienen en su estructura grupos aldehídicos o cetónicos libres reaccionan como agentes reductores libres y se llaman azúcares reductores. Estos incluyen a todos los monosacáridos y los disacáridos como la maltosa, lactosa y celobiosa. Los disacáridos como la sacarosa y la rafinosa, así como otros oligosacáridos están formados por azúcares simples unidos a través de grupos aldehídicos o cetónicos y por tanto son carbohidratos no reductores (hasta que son hidrolizados en los azúcares reductores que los forman). Estas propiedades se usan para cuantificar azúcares por la medición de la reducción del Cu (I) al Cu (II). El licor de Fehling consiste en tartrato cúprico alcalino y se convierte en óxido cuproso insoluble al calentarse a ebullición con una solución de azúcar reductor.

AZÚCARES TOTALES	AZÚCARES REDUCTORES	AZÚCARES NO REDUCTORES
<p><b>Procedimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada.</li> <li>- Colocar en un balón de 250mL y añadir 100mL de agua destilada para arrastrar cuantitativamente la muestra.</li> <li>- Adicionar 5mL de HCl concentrado.</li> <li>- Calentar a reflujo por 20 minutos.</li> <li>- Neutralizar con NaOH al 50% hasta pH7.</li> <li>- Aforar a 250mL con agua destilada.</li> <li>- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.</li> <li>- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de fehling A y 5mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.</li> <li>- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.</li> <li>- Al 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.</li> <li>- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.</li> <li>- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.</li> <li>- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.</li> </ul> <p><b>Cálculos</b> Porcentaje de Azúcares Totales:</p> $\%AT = \frac{A \times F}{W - V}$ <p>Donde: % AT = % Azúcares Totales A = Aforo de la muestra F = Título de Fehling W = Peso de la muestra en gramos V = Volumen gastado en la titulación</p>	<p><b>Procedimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada.</li> <li>- Colocar en un balón de 500mL, adicionar 15mL de Carrez I y 15mL de Carrez II, agitando después de cada adición.</li> <li>- Aforar a 500mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.</li> <li>- El filtrado colocar en una bureta de 50mL.</li> <li>- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de fehling A y 5mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.</li> <li>- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.</li> <li>- Al 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.</li> <li>- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.</li> <li>- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.</li> <li>- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.</li> </ul> <p><b>Cálculos</b> Porcentaje de Azúcares Reductores:</p> $\%AR = \frac{A \times F}{W - V}$ <p>Donde: % AR = % Azúcares Reductores A = Aforo de la muestra F = Título de Fehling W = Peso de la muestra en gramos V = Volumen gastado en la titulación</p>	<p>Se saca por cálculo previa determinación experimental de los azúcares reductores y totales con la siguiente fórmula.</p> $\% ANR = \% AT - \% AR$

### **2.3.1.3 Análisis del valor nutracéutico de la frutilla fresca y deshidratada:**

#### **DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS**

Para este ensayo se utilizó el método de espectrofotometría.

##### **Principio**

Consiste en la determinación de la absorbancia en el campo visible a una longitud de onda de 515nm.

##### **Preparación del estándar de Antocianos**

- Pesar exactamente posible 10 g de frutilla
- Triturar cuidadosamente con 50 mL de metanol acidificado 1% y filtrar.
- Evaporar al vacío el filtrado.
- Colocar en una estufa a 60°C por 6 horas.
- Luego tomar 1mg y aforar a 50 mL
- Colocar en vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro.

##### **Extracción del principio activo de la frutilla fresca**

- Pesar exactamente posible 1g de la muestra.
- Triturar cuidadosamente con metanol acidificado 1% y filtrar.
- Aforar a 50 mL con metanol acidificado 1%.
- Colocar en vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro.

##### **Extracción del principio activo del deshidratado**

- Pesar exactamente posible 0.1g de la muestra.
- Triturar cuidadosamente con metanol acidificado 1% y filtrar.
- Aforar a 50 mL con metanol acidificado 1%.

- Colocar en vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro.

### **Cuantificación de antocianos totales**

$$\text{Concentración de antocianos } (\mu\text{g/g}) = \frac{A_{b.M} \times C.E \times F.D}{A_{b.E}}$$

Donde:

Ab.M = Ábsorvancia de la Muestra

Ab.E = Ábsorbancia del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

F.D = Factor de Dilución

### **DETERMINACIÓN DE VITAMINA C**

Para este ensayo se utilizó el método de: Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

#### **Principio**

Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, fase móvil polar con la detección en el campo ultravioleta a una longitud de onda de 254nm.

#### **Condiciones:**

Columna C18

Flujo 1mL/min

Detector UV/Visible

Fase Móvil H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0.05 M

### **Preparación del estándar de Vitamina C**

- Pesar exactamente 1.3 mg de Ácido ascórbico estándar.
- Aforar a 25mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC (Solución estándar de Vitamina C).
- Tomar una alícuota de 1ml y aforar a 10ml
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Extracción del principio activo de la frutilla fresca**

- Pesar exactamente posible 5 g de la muestra.
- Aforar a 25mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Extracción del principio activo del deshidratado**

- Pesar exactamente posible 1g de la muestra.
- Aforar a 25mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

### **Cuantificación de Vitamina C**

$$\text{Concentración de Vitamina C } (\mu\text{g/g}) = \frac{A.M \times C.E \times F.D}{A.E}$$

Donde:

A.M = Área de la Muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

F.D = Factor de Dilución

#### **2.3.1.4 Análisis microbiológico de la frutilla fresca y deshidratada:**

##### **DETERMINACIÓN DE HONGOS (Mohos y Levaduras)**

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 1529-10. VER ANEXO 5

#### **2.3.1.5 Deshidratación de la frutilla**

- Determinar la potencia de secado
- Determinar el tiempo de secado

#### **2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Test ADEVA (ANOVA) para muestras dependientes para el análisis de Antocianos totales y Vitamina C en frutilla fresca y deshidratada en sus tres potencias.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL

Para la evaluación sensorial se utilizó los órganos de los sentidos como son: vista, olfato, gusto, para medir las reacciones que produce la frutilla con los mismos, permitiendo un control del producto inicial y final. Como se ve en el cuadro N° 1 Los parámetros tanto para la frutilla fresca como para la frutilla deshidratada, son iguales a la percepción de los sentidos, es decir conserva sus características sensoriales.

**CUADRO No.1 RESULTADO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA**

PARÁMETROS	FRUTILLA FRESCA	DESHIDRATADA A 300 W
Color	Rojo intenso brillante	Rojo intenso brillante
Olor	Frutal	Frutal
Sabor	Ácido	Ácido

#### 3.2 DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTILLA

En el proceso de deshidratación se empleó un horno microondas con capacidad de 28 L, y un peso de 15.2 Kg. Una vez que se lavaron las frutillas, se las secó y se les retiró los pedicelos, fueron colocadas en rodajas en el papel antiadherente, y éste en el plato giratorio del microondas y para el efecto se sometieron a tres potencias (  $P_1 = 100$ ,  $P_2 = 200$ ,  $P_3 = 300$  W ) para luego ser controlado el peso en intervalos de tiempo de 30, 15, y 10 minutos, respectivamente hasta obtener peso constante.

Se realizaron cálculos específicos para las tres potencias de secado (100, 200 , 300 W) como son:

Cálculo de la humedad del sólido

$$X_i = \frac{W_s - W_f}{W_f}$$

Donde:

$X_i$  = Humedad del sólido

$W_s$  = Peso del sólido

$W_f$  = Peso final del sólido

Para el efecto se empezó con la potencia de 100 W evidenciándose que a un tiempo de 600 minutos es decir 10 horas el peso de la frutilla no tiene mucha variación, es decir empieza la humedad crítica, manteniéndose constante a los 750 minutos es decir 12.5 horas tal como se observa en el Cuadro No. 2 y Gráfico No.1.

**CUADRO No 2 RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTILLA A 100 W**

<b>P (g)</b>	<b>P1(Kg)</b>	<b>Pa(g)</b>	<b>S(Kg)</b>	<b>t (min)</b>	<b>Xi</b>
40,00	0,040	57,30	0,0573	0	0,8975
35,80	0,036	53,10	0,0531	30	0,7925
33,20	0,033	50,50	0,0505	60	0,7275
30,90	0,031	48,20	0,0482	90	0,6700
30,10	0,030	47,40	0,0474	120	0,6500
28,80	0,029	46,10	0,0461	150	0,6175
26,70	0,027	44,00	0,044	180	0,5650
25,40	0,025	42,70	0,0427	210	0,5325
23,30	0,023	40,60	0,0406	240	0,4800
21,90	0,022	39,20	0,0392	270	0,4450
20,30	0,020	37,60	0,0376	300	0,4050
18,40	0,018	35,70	0,0357	330	0,3575
15,60	0,016	32,90	0,0329	360	0,2875
14,40	0,014	31,70	0,0317	390	0,2575
13,00	0,013	30,30	0,0303	420	0,2225
12,10	0,012	29,40	0,0294	450	0,2000
11,50	0,012	28,80	0,0288	480	0,1850
10,80	0,011	28,10	0,0281	510	0,1675
10,10	0,010	27,40	0,0274	540	0,1500
9,60	0,010	26,90	0,0269	570	0,1375
7,20	0,007	24,50	0,0245	600	0,0775

6,10	0,006	23,40	0,0234	630	0,0500
5,40	0,005	22,70	0,0227	660	0,0325
4,80	0,005	22,10	0,0221	690	0,0175
4,30	0,004	21,60	0,0216	720	0,0050
4,10	0,004	21,40	0,0214	750	0,0000

Donde:

P = peso de la frutilla en gramos

P1 = peso de la frutilla en Kg

Pa = peso de la frutilla más papel antiadherente en gramos

S= Peso de la frutilla más papel antiadherente en kg

t = tiempo en minutos

Xi = humedad (Kg agua/Kg sólido)

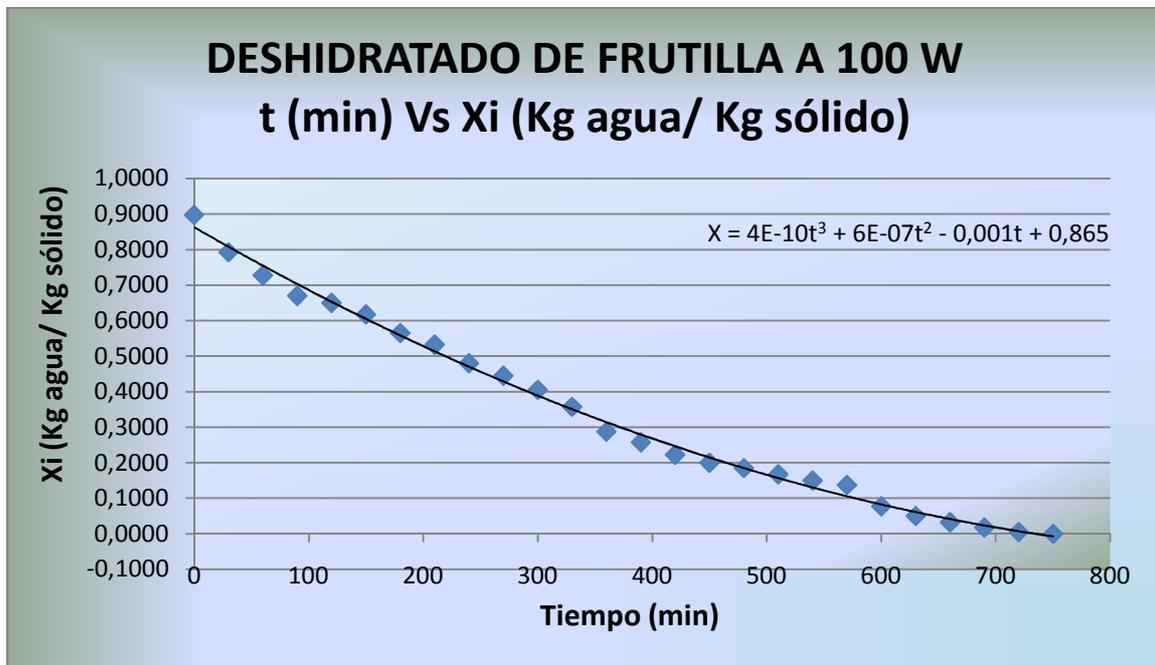
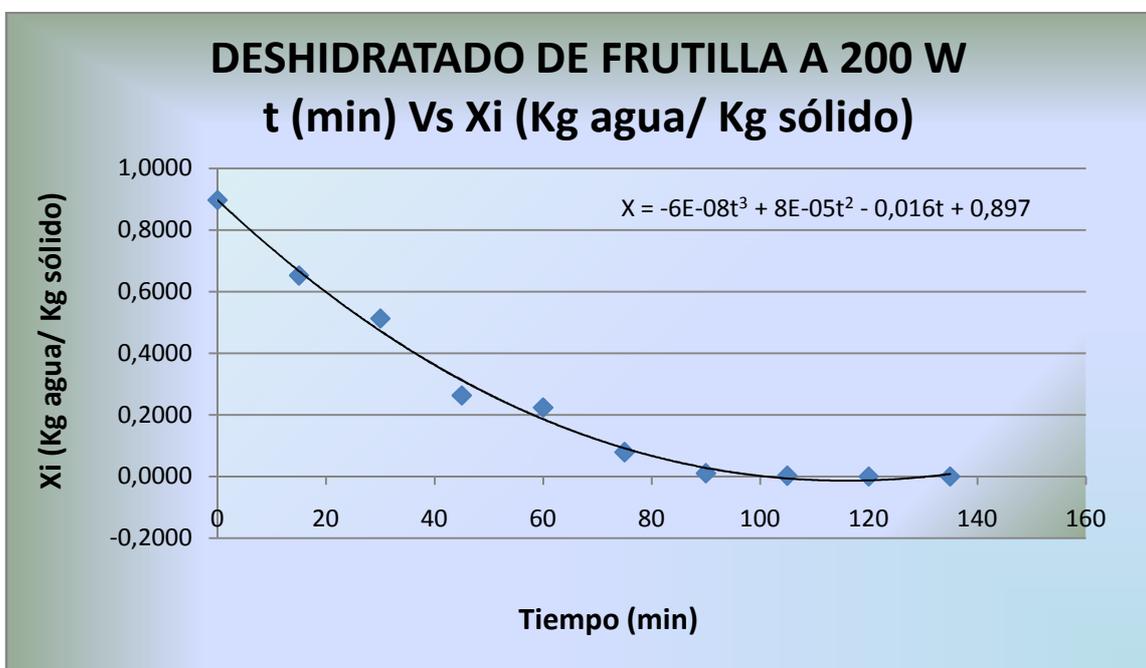


GRÁFICO No. 1 CURVA DE SECADO DE LA FRUTILLA A 100 W

Para la potencia de 200 W como se observa en el Cuadro No. 3 y Gráfico No 2. que a un tiempo de 90 minutos es decir 1.5 horas el peso de la frutilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 135 minutos es decir 2.25 horas donde el producto deja de perder humedad.

**CUADRO No 3 RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTILLA A 200 W**

<b>P (g)</b>	<b>P1(Kg)</b>	<b>Pa (g)</b>	<b>S (Kg)</b>	<b>t(min)</b>	<b>Xi</b>
38,000	0,038	55,300	0,055	0	0,8974
28,700	0,029	46,000	0,046	15	0,6526
23,400	0,023	40,700	0,041	30	0,5132
13,900	0,014	31,200	0,031	45	0,2632
12,400	0,012	29,700	0,030	60	0,2237
6,900	0,007	24,200	0,024	75	0,0789
4,300	0,004	21,600	0,022	90	0,0105
4,000	0,004	21,300	0,021	105	0,0026
3,900	0,004	21,200	0,021	120	0,0000
3,900	0,004	21,200	0,021	135	0,0000

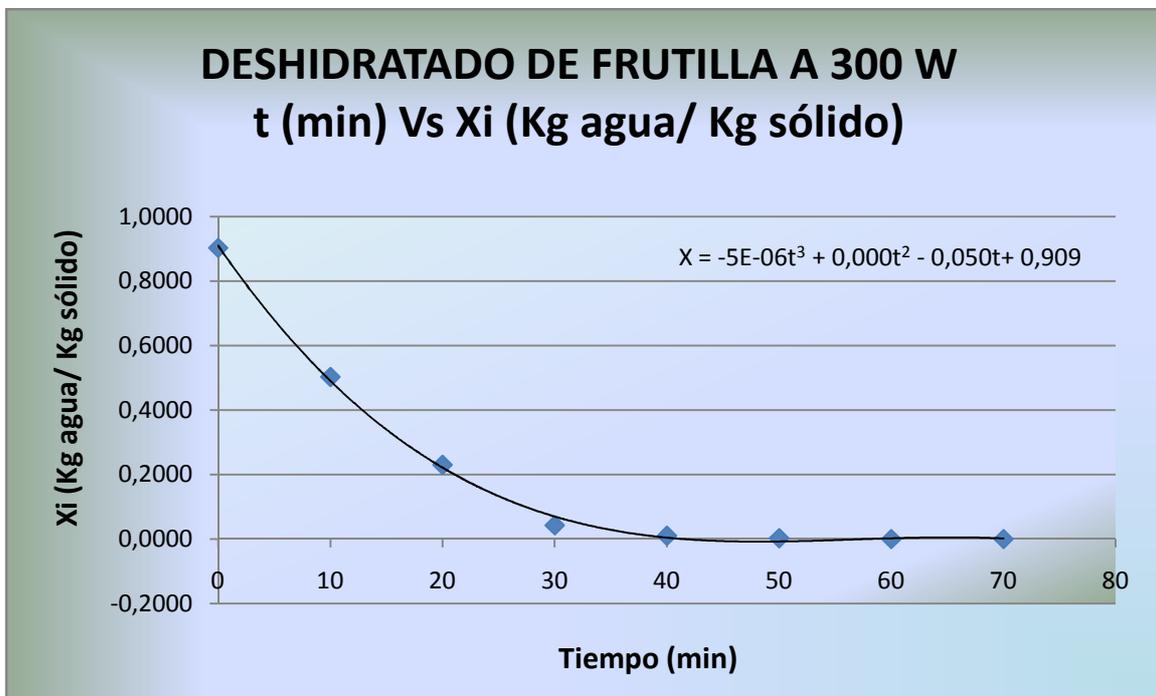


**GRÁFICO No. 2 CURVA DE SECADO DE LA FRUTILLA A 200 W**

Para la potencia de 300 W como se observa en el Cuadro No. 4 y Gráfico No. 3 que a un tiempo de 40 minutos el peso de la frutilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 70 minutos es decir 1.16 horas donde el producto deja de perder humedad.

**CUADRO No 4 RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTILLA A 300 W**

P (g)	P1(Kg)	Pa(g)	S(Kg)	t (min)	Xi
40,000	0,040	57,300	0,057	0	0,9025
24,000	0,024	41,300	0,041	10	0,5025
13,100	0,013	30,400	0,030	20	0,2300
5,600	0,006	22,900	0,023	30	0,0425
4,300	0,004	21,600	0,022	40	0,0100
4,000	0,004	21,300	0,021	50	0,0025
3,900	0,004	21,200	0,021	60	0,0000
3,900	0,004	21,200	0,021	70	0,0000



**GRÁFICO No. 3 CURVA DE SECADO DE LA FRUTILLA A 300 W**

Como se evidencia en los cuadros anteriores, a las tres potencias en la que fue sometida la frutilla, existe una marcada diferencia en lo que corresponde al tiempo de secado, determinándose experimentalmente que a mayor potencia menor tiempo de secado, siendo así que a una potencia de 100 W el tiempo de secado es de 750 minutos que corresponde a 12.5 horas, mientras que a 200 W el tiempo es de 135 minutos es decir 2.25 horas y para la potencia final de 300 W el tiempo es de 40 minutos. Cabe recalcar que a estas tres potencias la frutilla conservó sus características sensoriales. En los tres casos el peso final de la frutilla varía notablemente al deshidratarlo, afectando la textura del mismo debido lógicamente a la pérdida de agua. Se evidencia también que en los datos no se llega a la humedad determinada experimentalmente en cada deshidratado siendo en la potencia de 100 W 12.27%; en la de 200 W 15.64%; y en la de 300 W 16.04%, esto se debería a una toma de datos errónea o a un error en el pesaje, o a una falla técnica en la balanza.

### **3.3 DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS Y VITAMINA C.**

Obtenida la frutilla deshidratada, se procedió a realizar el análisis de contenido de antocianos y vitamina C en muestras deshidratadas a 100, 200 y 300 W de Potencia.

Determinándose que el contenido de antocianos y vitamina C de la frutilla en base seca es de 20277.77 mg/100g y 354.95 mg/100g respectivamente, siendo este valor el comparativo con las muestras deshidratadas a diferentes potencias; mientras que en el deshidratado en bandejas es 10630.84 mg/100g con un porcentaje de pérdida de 47.57% y 2.99 mg/100g de vitamina C con un porcentaje de pérdida de 99.16%, y a la potencia de 100W el contenido de antocianos es respectivamente de 13336.37 mg/100g con un porcentaje de pérdida de 34.23% y 15.08 mg/100g de vitamina C con un porcentaje de pérdida de 95.75%, a una potencia de 200W el contenido de antocianos es de 13987.67 mg/100g con un porcentaje de pérdida de 31.02% y 3.96 mg/100g de vitamina C con un porcentaje de pérdida de 98.88% respectivamente, mientras que ha 300W el contenido de antocianos es de 16793.71 mg/100g con un porcentaje de pérdida de 17.18% y el de vitamina C es de 261.16 mg/100g con un porcentaje de pérdida del 26.43% tal como se

observa en el Cuadro No.5, es decir que a la potencia de 300W los antocianos y la vitamina C, se conservan de mejor manera.

<b>CUADRO No.5 CONTENIDO DE ANTOCIANOS Y VITAMINA C EN MUESTRAS ESTUDIADAS</b>				
<b>FRUTILLA</b>	<b>ANTOCIANOS</b>		<b>VITAMINA C</b>	
	<b>(mg/100g)</b>		<b>(mg/100g)</b>	
	<b>Base Seca</b>	<b>% Pérdidas</b>	<b>Base Seca</b>	<b>% Pérdidas</b>
<b>Fresco</b>	20277.77		354.95	
<b>Deshidratado en bandejas</b>	10630.84	47.57	2.99	99.16
<b>Deshidratado a P1</b>	13336.37	34.23	15.08	95.75
<b>(100 W)</b>				
<b>Deshidratado a P2</b>	13987.67	31.02	3.96	98.88
<b>(200 W)</b>				
<b>Deshidratado a P3</b>	16793.71	17.18	261.16	26.43
<b>(300 W)</b>				

En el Gráfico No. 4 se aprecia la relación de contenido de antocianos y en el Gráfico N°5 se aprecia la relación de contenido de vitamina C de la frutilla fresca y deshidratada a las tres potencias (100, 200 y 300 W) observándose que a una mayor potencia menor es la pérdida de estos dos indicadores.

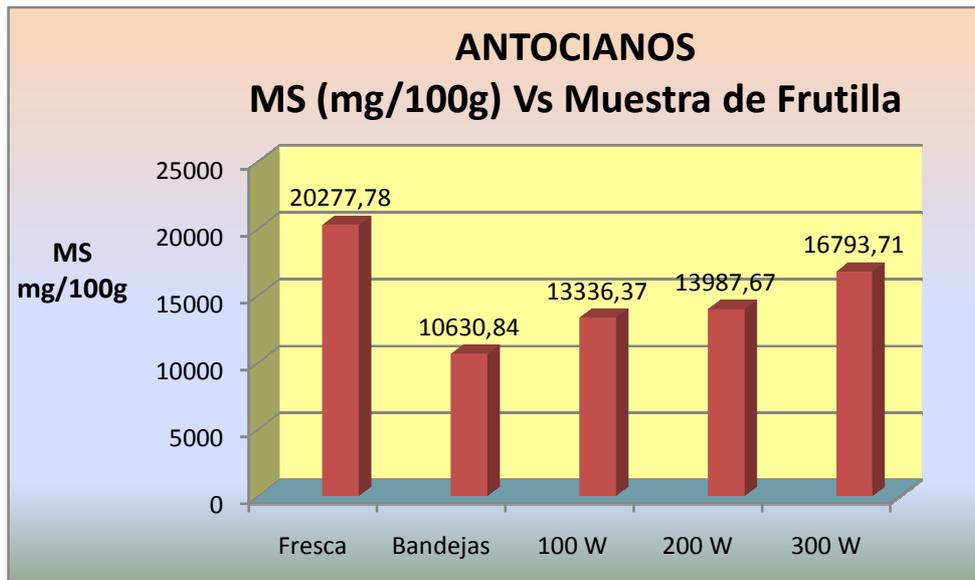


GRÁFICO No. 4 RELACIÓN DE CONTENIDO DE ANTOCIANOS EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADOS A 100, 200, 300 W

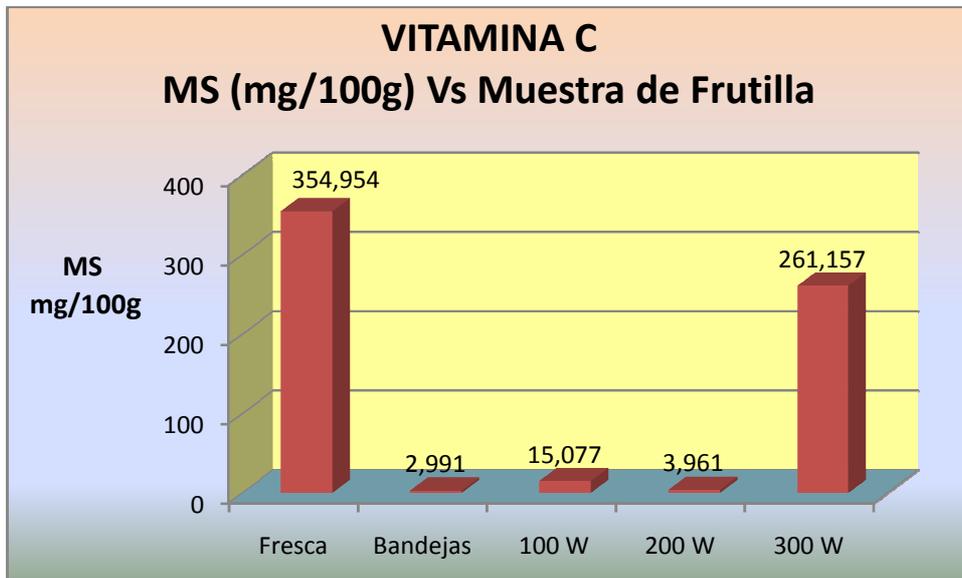


GRÁFICO No. 5 RELACIÓN DE CONTENIDO DE VITAMINA C EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADOS A 100, 200, 300W

Para fines comparativos se empleó el test ADEVA, que constituye una prueba estadística para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos.

Para este fin se comparo el contenido de antocianos y vitamina C de la frutilla fresca expresado en base seca con el contenido de antocianos y vitamina C de la frutilla deshidratada a las tres potencias (100, 200 y 300W).

En los datos del Cuadro No. 6 y 7 se puede apreciar las diferencias de contenido, obtenidas de los resultados a través del promedio.

La potencia a la cual se perdió la menor cantidad de estos componentes fue la de 300 W en la cual el valor promedio del contenido de antocianos en la frutilla fresca varía de 20333,33 mg/100g a 17210,6 mg/100g en la frutilla deshidratada a 300W y de Vitamina C varía de 354,95 mg/100g a 261,157mg/100g; de tal forma que el promedio de la frutilla fresca y de la deshidratada a 300W no son las mismas existiendo un 17.18% de pérdida de antocianos y un 26.43% de pérdida en vitamina C.

**CUADRO No. 6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONTENIDO DE ANTOCIANOS EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADOS A, 100 200, 300W**

<b>FRUTILLA</b>					
<b>Muestras</b>	<b>Fresco</b>	<b>Bandejas</b>	<b>100 W</b>	<b>200 W</b>	<b>300 W</b>
1	20277,78	10630,8	13336,4	13987,7	16793,7
2	20388,89	11331,8	14476,2	15291,6	17627,4
p	20333,33	10981,3	13906,3	14639,6	17210,6
§	6172,84	24565,5	64964,1	85012,4	34755,3

<b>Origen de la variaciones</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>PC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>Valor Crítico para F</b>
<b>Entre grupos</b>	572830801,18	4	143207700,30	26419,58	5,39E-11	5,19
<b>Dentro de los grupos</b>	27102,57	5	5420,51			
<b>Total</b>	572857903,75	9				

Donde:

p = promedio

§ = varianza

SC = suma de cuadrados

gl = grados de libertad

PC = promedio de cuadrados

P = probabilidad

Con los resultados del test ADEVA podemos comprobar que existe una diferencia significativa en el contenido de antocianos entre la frutilla fresca y deshidratada a las tres potencias debido a que el valor de Fisher calculado experimentalmente 26419,58 es mayor que el valor teórico 5.19.

**CUADRO No. 7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONTENIDO DE VITAMINA C EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADOS A 100, 200, 300 W**

<b>FRUTILLA</b>					
<b>Muestras</b>	<b>Fresco</b>	<b>Bandejas</b>	<b>100 W</b>	<b>200 W</b>	<b>300 W</b>
1	358,83	3,06	15,19	3,99	256,77
2	351,08	2,93	14,96	3,93	265,54
p	354,95	2,99	15,077	3,961	261,157
§	30,05	0,009	0,026	0,002	38,444

<b>Origen de la variaciones</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>PC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>Valor Crítico para F</b>
<b>Entre grupos</b>	226005,21	4	56501,30	4122,38	5,60E-09	5,19
<b>Dentro de los grupos</b>	68,53	5	13,71			
<b>Total</b>	226073,74	9				

Donde:

p = promedio

§ = varianza

SC = suma de cuadrados

gl = grados de libertad

PC = promedio de cuadrados

P = probabilidad

Con los resultados del test ADEVA podemos comprobar que existe una diferencia significativa en el contenido de vitamina C entre la frutilla fresca y deshidratada a las tres potencias, debido a que el valor de Fisher calculado experimentalmente 4122,38 es mayor que el valor teórico 5.19.

### **3.4 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA**

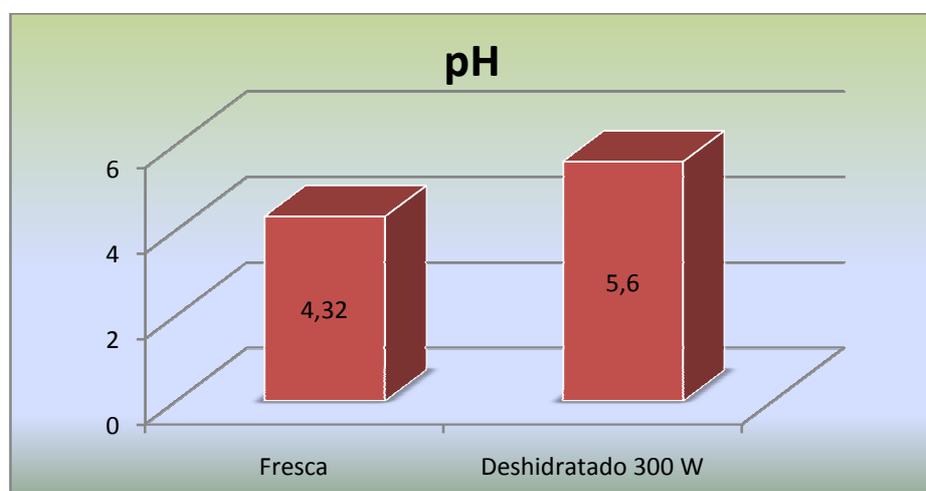
Todas las determinaciones tanto físicas como químicas se realizaron por duplicado tanto en la frutilla fresca como en la frutilla deshidratada a 300 W; cuyos valores se encuentran expresados en peso seco.

**CUADRO No. 8 CONTENIDO NUTRICIONAL PROMEDIO EN MUESTRAS ESTUDIADAS.**

PARAMETROS	FRUTILLA FRESCA	DESHIDRATADO
		A P <sub>3</sub> (300W)
HUMEDAD (%)	87.88	11.32
CENIZA (%)	0.48	3.67
AZÚCARES TOTALES (%)	7.64	62.11
AZÚCARES REDUCTORES (%)	4.76	40.68
AZÚCARES NO REDUCTORES (%)	2.88	21.43
FIBRA (%)	1.15	7.86
PROTEÍNA(%)	0.69	4.08
pH	4.32	5.6

### 3.4.1 DETERMINACIÓN DE pH

Como se aprecia en el Gráfico No.6 se determinó un promedio de pH de 4.32 en la frutilla fresca y 5.6 en el deshidratado, la diferencia es concordante ya que el uno esta en su estado natural y el otro ya fue sometido a la deshidratación, en donde disminuye la acidez porque hay una fracción de ácidos que se esterifican y pueden formar sales, esto hace que se neutralicen y por lo tanto la acidez baje.



**GRÁFICO No. 6 RELACIÓN DE CONTENIDO DE pH EN LA FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W**

### 3.4.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Como se aprecia en el Gráfico No.7 se determinó un promedio de humedad de 87.88% en la frutilla fresca y 11.32% en el deshidratado, en el Gráfico No.8 se determinó en base seca un promedio de humedad de 88.68% en la frutilla fresca y en el deshidratado 12.12%, la diferencia es concordante ya que el uno esta en su estado natural y el otro ya fue sometido a la deshidratación, donde ya no cuenta con un elevado porcentaje de agua libre; de esta forma al haber menor cantidad de agua se garantizaría una conservación óptima.

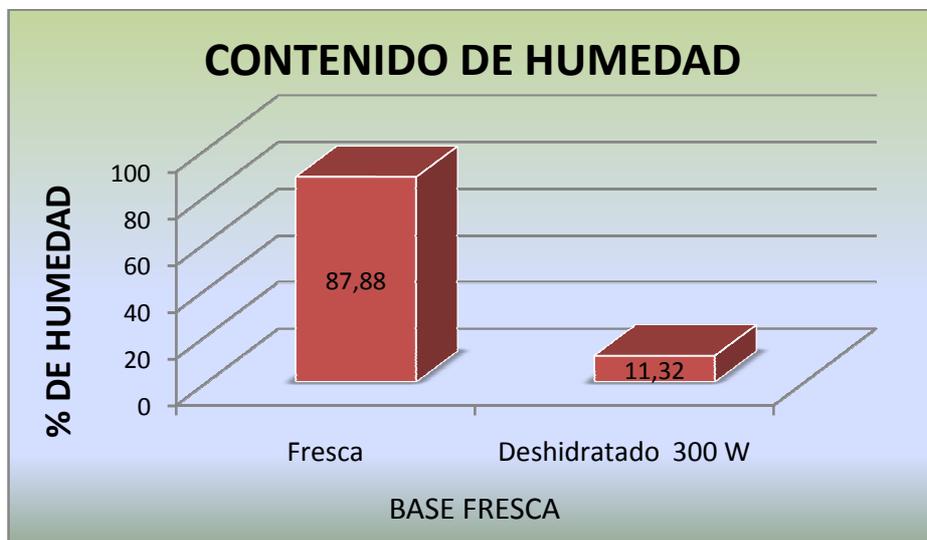


GRÁFICO No. 7 RELACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W

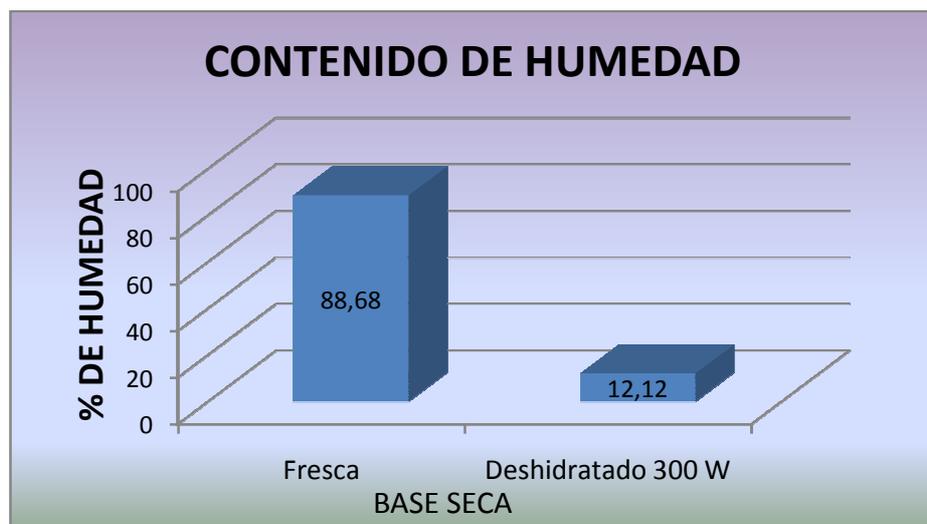


GRÁFICO No. 8 RELACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W (BASE SECA)

### 3.4.3 DETERMINACIÓN DE CENIZA

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio para la determinación de cenizas, se aprecia en el Gráfico No.9 que el porcentaje promedio de cenizas es menor en la frutilla fresca (0.48%) que en el deshidratado (3.67%), en el Gráfico No.10 expresado en base seca el porcentaje de cenizas en la frutilla fresca es de 3.96% y en el deshidratado es de 4.14%.

Este aumento en el deshidratado se debe a que según progresa la desecación, el contenido de agua disminuye permitiendo que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración.

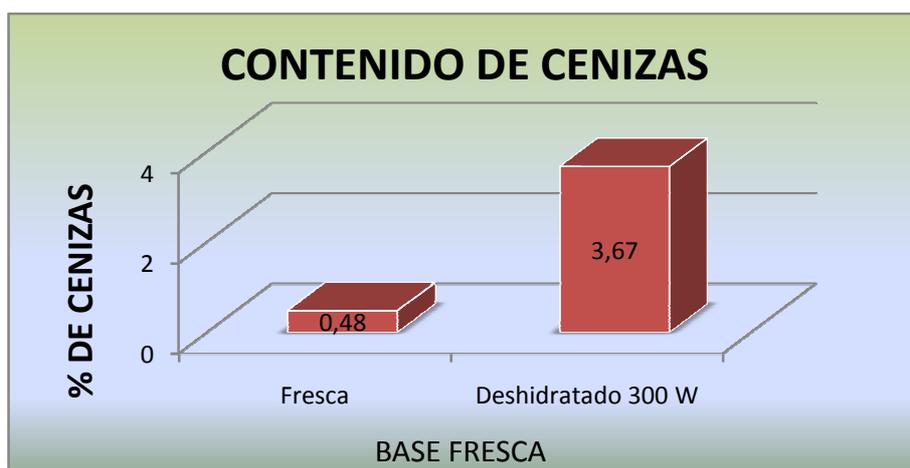


GRÁFICO No. 9 RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZA EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W.

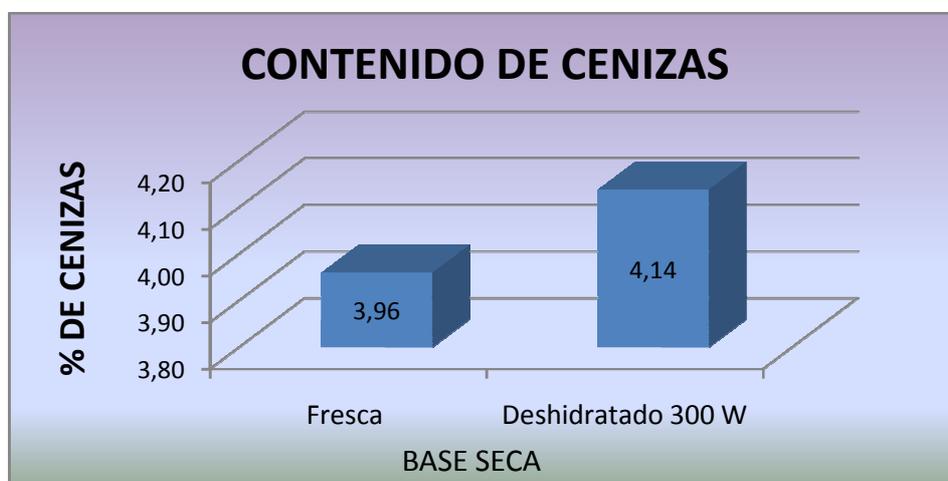


GRÁFICO No. 10 RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZA EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W. (BASE SECA)

### 3.4.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio para la determinación de fibra, se observa en el Gráfico No.11 que el porcentaje promedio de la misma es mayor en el deshidratado que en el fresco siendo así 7.86% y 1.15% respectivamente, en el Gráfico No.12 expresado en base seca el porcentaje de fibra en la frutilla fresca es de 8.86% y del deshidratado es de 9.49 %

Este aumento se debe a que a medida que el agua va eliminándose, la concentración de solutos es mayor desplazándose hacia la superficie del alimento.

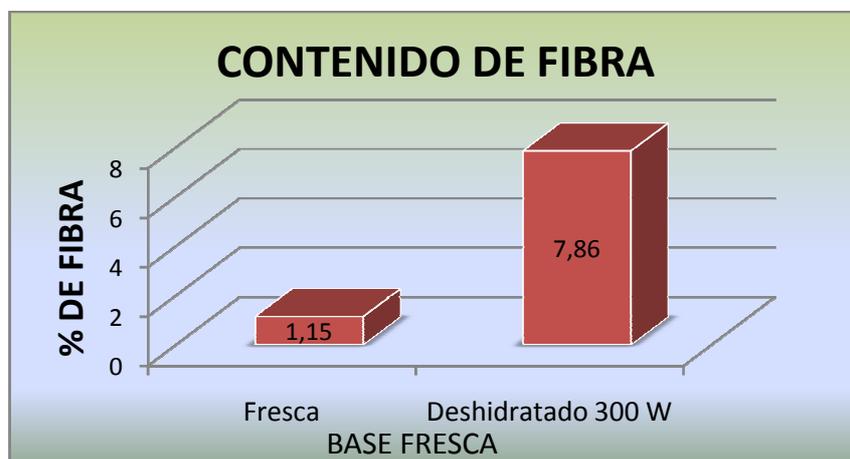


GRÁFICO No. 11 RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W

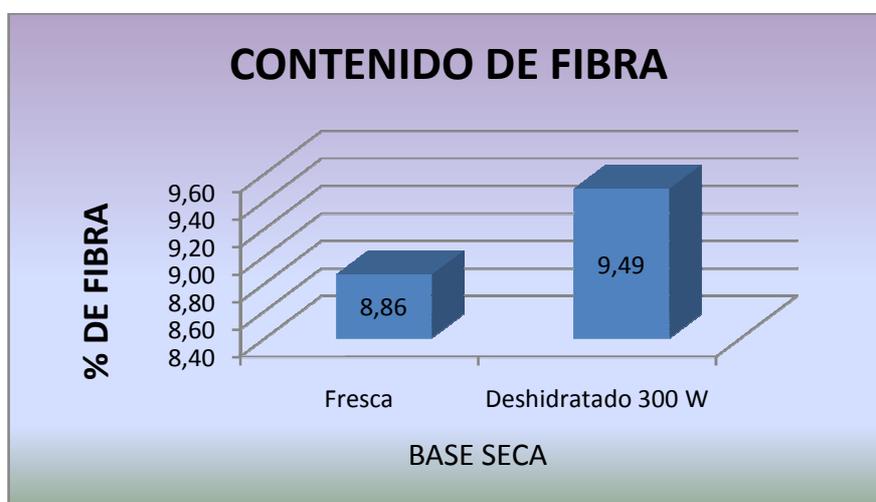


GRÁFICO No. 12 RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W (BASE SECA)

### 3.4.5 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Como se observa en el Gráfico No.13 la proteína en la frutilla fresca es de 0.69% mientras que en el deshidratado a 300 W es de 4.08%, este aumento se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran.

Expresado en base seca en el Grafico No.14 el porcentaje de proteína en la frutilla fresca es de 4.60 % y en la frutilla deshidratada el porcentaje es de 5.69%.

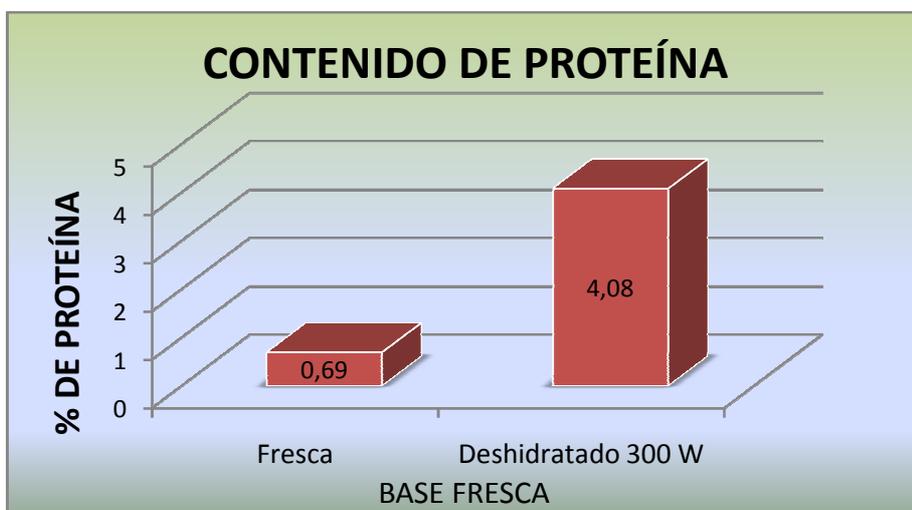


GRÁFICO No.13 RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W

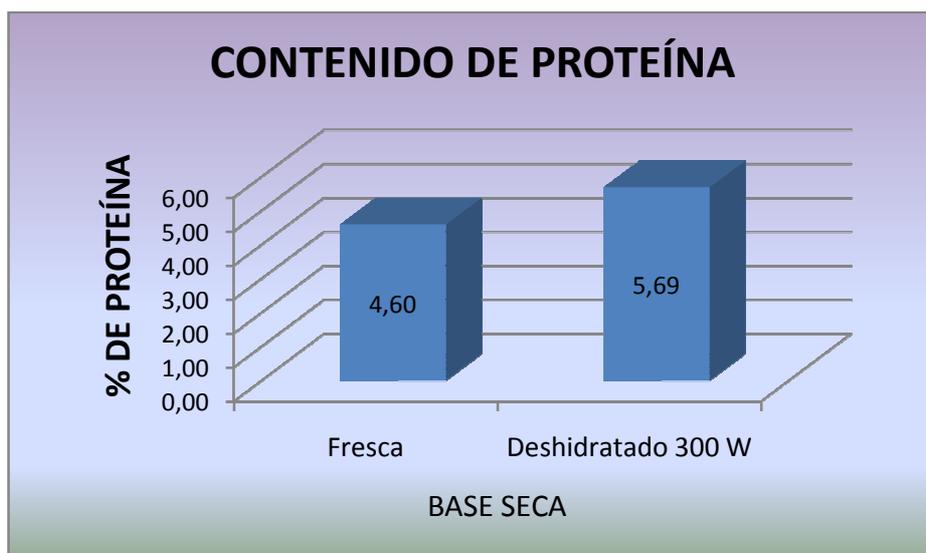


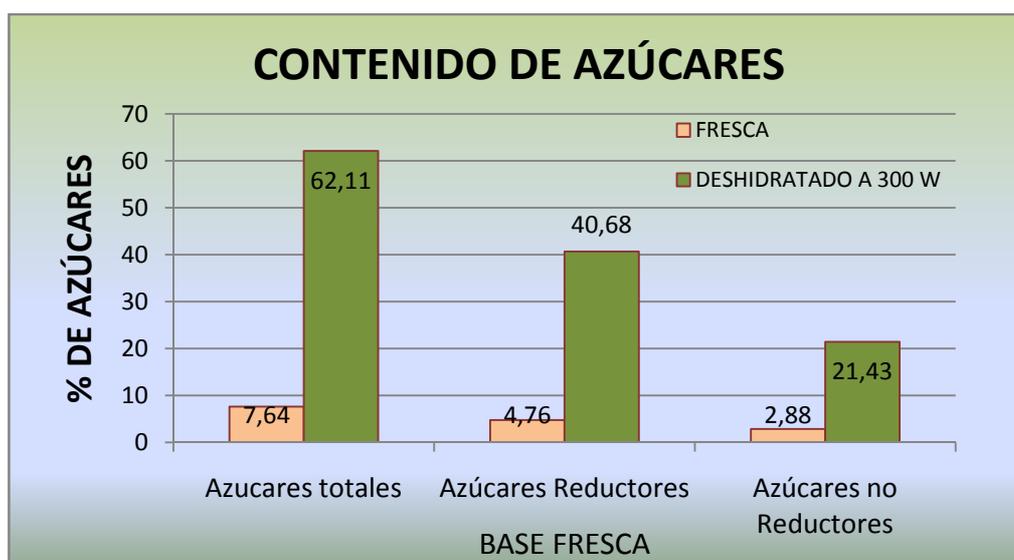
GRÁFICO No.14 RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W (BASE SECA)

### 3.4.6 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N° 15, que el porcentaje de azúcares totales aumenta en el deshidratado de 7.64% a 62.11%, el porcentaje de azúcares reductores va de 4.76% a 40.68% y el porcentaje de azúcares no reductores va de 2.88% a 21.43%, respectivamente.

El porcentaje de azúcares es mayor en el deshidratado que en la frutilla fresca, debido a que los azúcares son solubles en agua y mientras progresa la desecación estos son arrastrados hacia el exterior del alimento donde se concentran y terminan por cristalizar.

El gráfico N° 16, nos muestra el porcentaje de azúcares totales, reductores y no reductores expresados en base seca.



**GRÁFICO No. 15 RELACIÓN DE CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES, AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W**

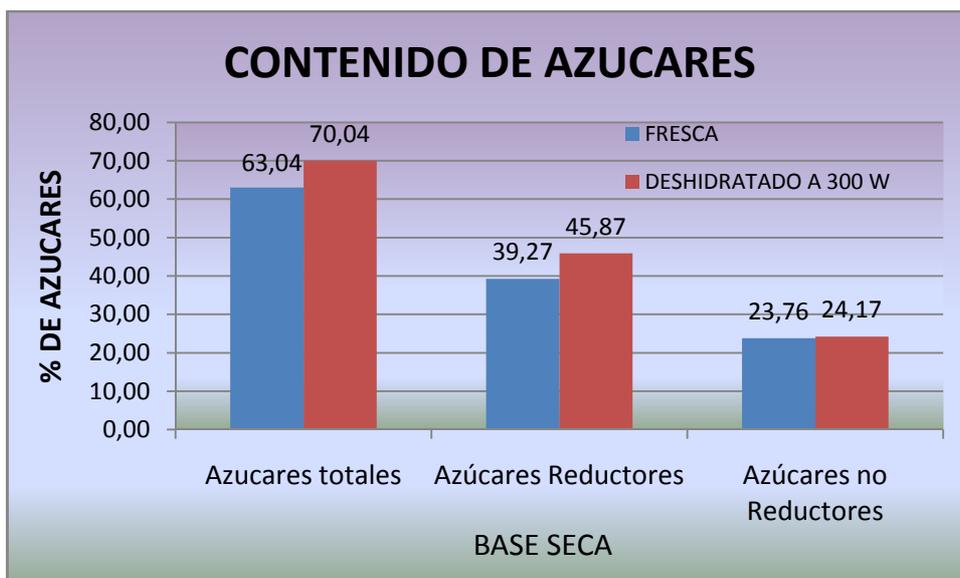


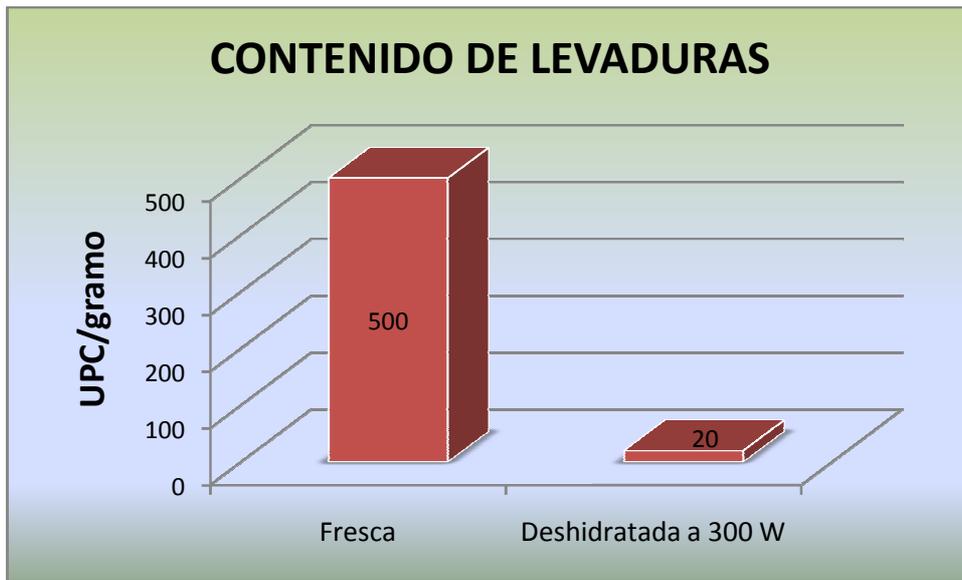
GRÁFICO No. 16 RELACIÓN DE CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES, AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300 W (BASE SECA)

### 3.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA

Este análisis se efectuó por duplicado tanto en la frutilla fresca como en la deshidratada a 300 W que fue el que reporto menos pérdida de antocianos y vitamina C.

CUADRO No. 9 CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) EN MUESTRAS ESTUDIADAS.

HONGOS		
	MOHOS	LEVADURAS
MUESTRAS	UPC/gramo	UPC/gramo
Frutilla fresca	-	500
Deshidratada a 300 W	-	20



**GRÁFICO No.17 RELACIÓN DE CONTENIDO DE LEVADURAS EN FRUTILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A 300W**

Estos resultados demuestran que por medio del proceso de deshidratación la cantidad de levaduras disminuye considerablemente, debido a que los hongos crecen cuando hay una gran cantidad de agua y el pH es ácido.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó mediante un análisis proximal tanto la frutilla fresca como el deshidratado, estableciendo variaciones en los valores nutricionales (expresados en base seca).
2. Luego de realizar el respectivo análisis nutricional, tanto en fresco como en deshidratado se deduce que el tiempo de secado más eficiente es a la potencia de 300 W con un tiempo de 40 minutos, dado que a esta potencia se conservan de mejor manera los indicadores de eficiencia utilizados como referencia en nuestro trabajo de investigación, como son los antocianos con un porcentaje de pérdida de 17.18% y de vitamina C con un porcentaje de pérdida de 26.43%.
3. Del análisis del producto fresco como deshidratado se demuestra que no existen grandes variaciones entre los dos, por lo que el deshidratado a 300 W conserva su aporte nutricional.
4. Los antocianos totales en la frutilla deshidratada a 300 W sufrieron una menor pérdida del 17.18% y la vitamina C sufrió una pérdida del 26.43 %, debido a que en el proceso de deshidratación estos dos indicadores son bastantes sensibles al calor, además se comparó con el deshidratado en bandejas en el cual existe una pérdida del 47.57% de antocianos y del 99.16% de vitamina C. Cabe recalcar que el deshidratado en bandejas no conserva el mismo color de la frutilla, en cambio la deshidratación en microondas conserva sus características sensoriales en grado óptimo.

5. La deshidratación se hace en forma rápida y notoria, debido a la disminución de la actividad del agua y aun pH menos ácido no permite la aparición de hongos y minimiza la aparición de levaduras siendo de 500 UPC/gramo en la frutilla fresca y de 20 UPC/gramo en la frutilla deshidratada.

## CAPÍTULO V

### 5. RECOMENDACIONES

1. Se debe tomar en cuenta el tamaño de las frutillas y de preferencia que sean uniformes, pues al momento de someterlas a la deshidratación el secado no es completamente uniforme.
2. Es conveniente que el producto final se empaque al vacío para poder prolongar el periodo de vida útil, así como para impedir la oxidación y la rehidratación del producto deshidratado, esto para fines de comercialización.
3. En razón de que para este trabajo de investigación no se cuenta con Normas Técnicas Específicas para la frutilla deshidratada se recomienda realizar otros parámetros de control de calidad como son los minerales, esto con la finalidad de lograr una información más apropiada de la calidad del producto inicial y final.
4. Se recomienda el consumo de frutillas deshidratadas ya que ayudaría a tener una mejor calidad de vida pues presenta propiedades medicinales, porque contiene ácido elágico, un compuesto anticancerígeno, por lo que es preciso ampliar los estudios respecto a esta investigación.

## CAPÍTULO VI

### 6. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó la evaluación nutricional y nutracéutica de la frutilla (*Fragaria vesca.*) fresca y deshidratada, teniendo como indicador de eficiencia del proceso de deshidratación, la cantidad de antocianos y vitamina C con la finalidad de reducir al máximo la pérdida de nutrientes. En los parámetros nutricionales obtenidos se ve una marcada diferencia entre ambos, en el deshidratado existe menor contenido de agua como es de 11.32% por tanto se garantiza una conservación óptima, el contenido de cenizas aumenta siendo así de 0.48% en la fresca y de 3.67% en el deshidratado, esto se debe a que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración, en el caso de la fibra la concentración de solutos en el deshidratado es mayor esto es 7.86%, de igual manera sucede con la proteína con un valor de 4.08% para el deshidratado, para los azúcares el porcentaje fue de 62.11% estos son solubles en agua y finalmente terminan por cristalizar en el exterior. Para determinar las condiciones óptimas de secado se aplicó método de microondas con 3 tratamientos a potencias de 100, 200 y 300 W. Se estableció que el tiempo de secado se ve influenciado por la potencia, es así que a 300 W la frutilla se secó a 40 minutos presentando una concentración de 16793.71 mg/100g de antocianos y 261.16 mg/100g de vitamina C; a 200 W se secó en 135 minutos con una concentración de 13987.67 mg/100g de antocianos y 3.96 mg/100g de vitamina C y a 100 W el tiempo de secado fue de 750 minutos con una concentración de antocianos de 13336.37 mg/100g y 15.08 mg/100g de vitamina C, se deduce que a 300 W de potencia la pérdida de antocianos y vitamina C es menor. Se aplicó el método de bandejas para deshidratar la fruta reportándose una pérdida de antocianos de 10630.84 mg/100g y de Vit C de 2.99 mg/100g existiendo una pérdida mayor que con el método de microondas. Además se realizó el análisis microbiológico de levaduras, para frutilla fresca y deshidratada mediante el método de microondas a 300 W de potencia observándose que en la fresca existe 500 UPC/gramo y en la deshidratada 20 UPC/gramo. Es así que se prevé que el consumo de frutillas deshidratadas ayudaría a tener una mejor calidad de vida ya que presenta propiedades medicinales, pues contiene ácido elágico, un compuesto anticancerígeno, por lo que se recomienda ampliar los estudios respecto a esta investigación.

## SUMMARY

Presently investigation work was carried out the nutritional evaluation and nutraceuticas of the strawberry (*Fragaria vesca.*) fresh and dehydrated, having as indicator of efficiency of the process of dehydration, the quantity of anthocyanes and vitamin C with the purpose of reducing to the maximum the loss of nutritious. In the obtained nutritional parameters you leave a marked difference between both, in the one dehydrated smaller content of water it exists like it is therefore of 11.32% a good conservation, the content of ashes it is guaranteed it increases being that 0.48% in the fresh one and of 3.67% in the one dehydrated, this is due to that the mineral elements are in more concentration, in the case of the fiber the solutos concentration in the one dehydrated is bigger this is 7.86%, in a same way it happens to the protein with a value of 4.08% for the one dehydrated, for the sugars the percentage was of 62.11% these they are soluble in water and finally they end up crystallizing in the exterior. To determine the good conditions of drying method of microwaves it was applied with 3 treatments to powers of 100, 200 and 300 W. he/she settled down that the time of drying is influenced by the power, it is 300 W so the strawberry he/she dried off to 40 minutes presenting a concentration of 16793.71 anthocyanes mg/100g and 261.16 vitamin mg/100g C; to 200 W he/she dried off in 135 minutes with a concentration of 13987.67 anthocyanes mg/100g and 3.96 vitamin mg/100g C and to 100 W the time of drying was of 750 minutes with a concentration of anthocyanes of 13336.37 mg/100g and 15.08 vitamin mg/100g C, it is deduced that to 300 W of power the anthocyanes loss and vitamin C is smaller. The method of trays was applied to dehydrate the fruit being reported a loss of anthocyanes of 10630.84 mg/100g and of Vit C of 2.99 mg/100g existing a lost one bigger than with the method of microwaves he/she was Also carried out the analysis microbiologic of yeasts, for fresh strawberry and dehydrated by means of the method of microwaves to 300 W of power being observed that in the fresh one 500 UPC/gramo exists and in the one dehydrated 20 UPC/gramo. it is so one shows off that the consumption of dehydrated strawberries would help to have a better quality of life since it presents medicinal properties, because it contains sour elágico, a compound anticancerig, for what is recommended to enlarge the studies regarding this investigation.

## CAPÍTULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA

1. **INDUSTRIA ALIMENTICIA.** México. (2005). Alimentos Deshidratados: un rentable negocio. México: Industria Alimenticia. V.16, pp. 38-40.
2. **ANDERSEN, O. M.** et al. (2005). USA. **89**(427): Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values. *Food Chem..*
3. **ARTHEY, d y ASHURST, p.** (1997). Barcelona: Acribia. Procesado de Frutas.
4. **BARBOSA-CÁNOVAS, g.v. y VEGA-MERCADO, h.** (2000). Deshidratación de Alimentos. Zaragoza: Acribia.
5. **BROKS, G; BUTEL, J. y MORSE, S.** (1999) Microbiología Médica de Jawetz, Melnick y Adelberg. México. Manual Moderno. pp. 899.
6. **CAIZA, K;** 2007. Determinación del Potencial Nutritivo y Nutracéutico de Ají (*capsicum chimense Jacq*) deshidratado. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.
7. **CBI Elaborado por: CIC –CORPEI**
8. **CHEFTEL JEAN-CLAUDE, CHEFTEL HENRI, y BESANCON PIERRE,** (1999). Introducción a la bioquímica de los alimentos, España: Acribia. V.II.

9. **DEL ALAMO SANZA, M, y NEVAREZ, I,** (2006). Wine aging in bottle from artificial systems (staves and chips) and oak woods, anthocianyn composition. Anal. Chim. Acta: 563: pp.255- 263
10. **DÍAZ I, URETA f, y RUIZ, m,** (1985). Estudio sobre los Pigmentos Antociánicos y otros Compuestos Fenólicos en vinos tintos. Alimentos.; 10: pp.13-18.
11. **HERBARIO NACIONAL DEL ECUADOR. SECCIÓN BOTÁNICA DEL MUSEO ECUATORIANO DE CIENCIAS NATURALES.** Quito: (2006). Botanica de la Frutilla. Quito: HNE.
12. **LUCERO, o.** (2005). Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos. Ecuador. pp.74.
13. **MACAS,M;** (2007). Evaluación Nutricional del Tomate ( *Lycopersicum s culentum* L) deshidratado. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia.
14. **PAGAN, r; MAÑAS, RASO, j; y CONDON s;** (1999). Bacterial resistance to ultrasonic waves under pressure at no lethal (Manosonication) and lethal (Manothermosonication) temperatures. Appl Enriron Microbiol.
15. **Registro Oficial Elaborado por: CIC – CORPEI**
16. **REVISTA TECNOLÓGICA.** (2004). Deshidratacion. V.17, No.1.

17. **TOLEDO R.T.** (1994). Dehydration. Fundamentals of Food Process Engineering. New York: Chapman. pp. 456-506.
18. **TORREGGIANI,d.** (1995). Technological Aspects of osmotic deshydration in Foods, in fo Odpreservation by Moisture Control. Fundamentals and Application. Pennsylvania: Technomic.
19. **TORRE, I. BARRITT, b.** (1977). Quantitative evaluation of *Rubus* fruit anthocyanin pigments. 42: pp. 488-490
20. **DATTA, A.K., Y DAVIDSON, P.M.** (2001). **TRATAMIENTO DE ALIMENTOS CON MICROONDAS.** Microwave and radio frequency processing. Journal of Food Science, Supplement Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. pp. 32-41
21. **TRIPLA, M.** (2000). Estadística Elemental. México: Pearson. Education. pp. 573 – 583
22. **WALKER, J. R. L., et al.** (1995) Effect of polysaccharides on the colour of anthocyanins. *Food Chem.* pp. 54, 315.
23. **WILLIAM, r.** (1991). En: Analytical Chemistry, 63; pp.1535-1543.
24. **YAUCEN, S;** (2007). Elaboracion y Evaluación Nutricional de la Harina de Zanahoria (*Daucus Carota*) obtenida por proceso de deshidratación. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia

#### **BIBLIOGRAFÍA – INTERNET**

##### **25. ÁCIDO ASCÓRBICO**

2008/07/02

[http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_asc%C3%B3rbico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_asc%C3%B3rbico)

## **26. ÁCIDO ASCÓRBICO**

2008/07/15

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.html>

## **27. AGRONOMÍA**

2007/12/17

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrudes/p8.htm#9>

## **28. ALIMENTOS CONGELADOS**

2007/12/17

<http://www.monografias.com/trabajos15/congelacionalimentos/congelacion-alimentos.shtml>

## **29. ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

2008/01/22

<http://www.directoalpaladar.com/2005/09/28-alimentos-deshidratados>

## **30. ALIMENTOS PROCESADOS**

2007/12/27

<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pprocesados/FRU11.HTM>

## **31. ANÁLISIS DE VARIANZA.**

2008/06/22

<http://es.wikipedia.org/wiki/ANOVA>

**32. ANTOCIANOS**

2008/06/29

<http://es.wikipedia.org/wiki/Antocianina>

**33. ANTOCIANOS**

2008/07/10

<http://www.botanical-online.com/medicinalesantocianinas.htm>

**34. ANTOCIANINAS**

2008/07/12

<http://www.elergonomista.com/fitoterapia/antocianinas.htm>

**35. ARTÍCULOS DE DESHIDRATADOS**

2008/02/24

<http://www.conasi.biz/content/pdfs/articulos/deshidratar.pdf>

**36. ARTÍCULOS DE FRUTILLAS DESHIDRATADAS**

2008/02/22

[http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id\\_sec=47&id\\_art=3371&id\\_ejemplar=87](http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=47&id_art=3371&id_ejemplar=87)

**37. BIENESTAR**

2008/02/18

<http://www.hoydomingo.com/493/bienestar.htm>

**38. BIOCOMERCIO DEL ECUADOR**

2008/03/13

[http://www.biocomercioecuador.org/biocomercio/docs/22\\_7Sondeo\\_de\\_Mercado\\_Smartresearch\\_final\\_ed\\_Lore.doc.pdf](http://www.biocomercioecuador.org/biocomercio/docs/22_7Sondeo_de_Mercado_Smartresearch_final_ed_Lore.doc.pdf)

### **39. CARACTERÍSTICAS DE LA FRUTILLA**

2007/12/12

[http://www.inta.gov.ar/famailla/frutilla/info/caracteristicas\\_grales.htm](http://www.inta.gov.ar/famailla/frutilla/info/caracteristicas_grales.htm)

### **40. COSECHA DE LA FRUTILLA**

2007/12/12

[http://www.inta.gov.ar/famailla/frutilla/info/cosecha\\_postcosecha.htm](http://www.inta.gov.ar/famailla/frutilla/info/cosecha_postcosecha.htm)

### **41. CIENCIAS APLICADAS**

2008/03/07

[http://www.cienciasaplicadas.buap.mx/convocatoria/memorias\\_2005/017.pdf](http://www.cienciasaplicadas.buap.mx/convocatoria/memorias_2005/017.pdf)

### **42. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS**

2008/03/08

[www.bioconservacion.com](http://www.bioconservacion.com)

### **43. CONTROL DE CALIDAD**

2008/03/15

<http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s08.htm>

### **44. DELEITAR DE FRUTAS**

2008/03/18

<http://www.meatanddeliretailer.com/content.php?s=IA/2006/04&p=11>

#### **45. DESHIDRATACIÓN**

2008/03/05

[http://www.upv.es/pls/sreg/ofe\\_bus.bus\\_info?p\\_estilo=300&p\\_codigo=60&p\\_tipo=detallado](http://www.upv.es/pls/sreg/ofe_bus.bus_info?p_estilo=300&p_codigo=60&p_tipo=detallado)

#### **46. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS**

2008/03/02

[www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc](http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc)

#### **47. DINERO CON ALIMENTOS PROCESADOS**

2007/12/12

[http://www.hoy.com.ec/NotiDinero.asp?row\\_id=256462](http://www.hoy.com.ec/NotiDinero.asp?row_id=256462)

#### **48. ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y POR MICROONDAS CON APLICACIÓN DE VACÍO**

2007/12/28

<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=021394>

#### **49. FRESA**

2007/12/18

<http://es.wikipedia.org/wiki/Fresa>

#### **50. FRESA**

2007/12/19

<http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.cosmos.com.mx/ultra/1358/fresa.jpg&imgrefurl=http://www.cosmos.com.mx/ultra/1358/&h=145&w=178&sz=7&hl=es&start=10&um=1&tbnid=qukf5iHBrwc6yM:&tbnh=82&tbnw=101&prev=/images%3Fq%3Ddeshidrataci%25C3%25B3n%2Bde%2Bla%2Bfresa%26svnum%3D10%26um%3D1%26hl%3Des%26sa%3DN>

## **51. FRESA**

2007/12/20

<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/frutas%20frutillas.htm#top>

## **52. FRUTAS DESHIDRATADAS**

2008/12/28

<http://html.rincondelvago.com/generalidades-de-las-frutas-deshidratadas.html>

## **53. FRUTILLA**

2008/01/29

<http://www.granjasdeluruguay.com.uy/frutilla.htm>

## **54. FRUTILLA**

2008/01/26

<http://www.hipernatural.com/es/pltfrutilla.html>

## **55. FUNCIONAMIENTO DE LOS MICROONDAS**

2008/03/25

<http://revista.consumer.es/web/es/20030401/alimentacion/>

## **56. FUNCIONAMIENTO DEL MICROONDAS**

2008/03/25

<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/Cocina/micronondas.htm>

## **57. HORTALIZAS**

2008/03/15

<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/fresa-fresas-freson-fresones-frutillas-fresales.htm>

## **58. IDEAS SANAS**

2008/03/15

<http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/07/fresa/>

## **59. LA CORPEI**

2008/03/11

[http://www.corpei.org/FrameCenter.asp?Ln=SP&Opcion=3\\_2\\_4](http://www.corpei.org/FrameCenter.asp?Ln=SP&Opcion=3_2_4)

## **60. LA FAO**

2008/03/09

<http://www.fao.org/docrep/x5055S/x5055S02.htm>

## **61. LA POTENCIA DEL MICROONDAS**

2008/03/22

<http://www.elgranchef.com/2007/09/12/la-potencia-del-microonda>

**62. MANUAL DE LA FRUTILLA**

2008/01/26

[http://www.proexant.org.ec/Manual\\_Frutilla\\_2.html](http://www.proexant.org.ec/Manual_Frutilla_2.html)

**63. MICROONDAS**

2008/03/22

<http://www.elmundo.es/salud/1995/136/00601.html>

**64. MICROONDAS**

2008/03/22

[http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content\\_detail&id=97](http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=97)

**65. NOTICIAS DE ACTUALIDAD**

2008/03/25

[http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia\\_actualidad.jsp?noticia=8491](http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia_actualidad.jsp?noticia=8491)

**66. NOVEDADES DE LA FRUTILLA**

2007/12/23

<http://www.nestle.cl/revista-al-dia-02/frutilla.htm>

**67. P. GENINA SOTO, 2002 tesis doctoral, Cinvestav ().**

**68. PLANTAS MEDICINALES**

2008/03/30

<http://www.infojardin.net/fichas/plantas-medicinales/fragaria-vesca.htm>

## **69. PRODUCCIÓN DE FRUTILLA**

2007/12/22

[http://www.produccion.com.ar/produ\\_6.htm](http://www.produccion.com.ar/produ_6.htm)

## **70. SABER COCINAR EN MICROONDAS**

2008/02/27

<http://www.martita.cl/customs.php?id=41>

## **71. SEGÚN LA FAO ALIMENTOS DESHIDRATADOS**

2007/12/16

<http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s08.htm#TopOfPage>

## **72. TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

2007/12/29

[tecnoalimentalia@ainia.es](mailto:tecnoalimentalia@ainia.es) - [www.tecnoalimentalia.com](http://www.tecnoalimentalia.com) - [www.ainia.es](http://www.ainia.es)

## **73. VEGETALES**

2008/01/28

[http://www.inta.gov.ar/famailla/frutilla/info/material\\_vegetal.htm](http://www.inta.gov.ar/famailla/frutilla/info/material_vegetal.htm)

## **74. VITAMINA C**

2008/06/30

<http://www.zonadiet.com/nutricion/vit-c.htm>

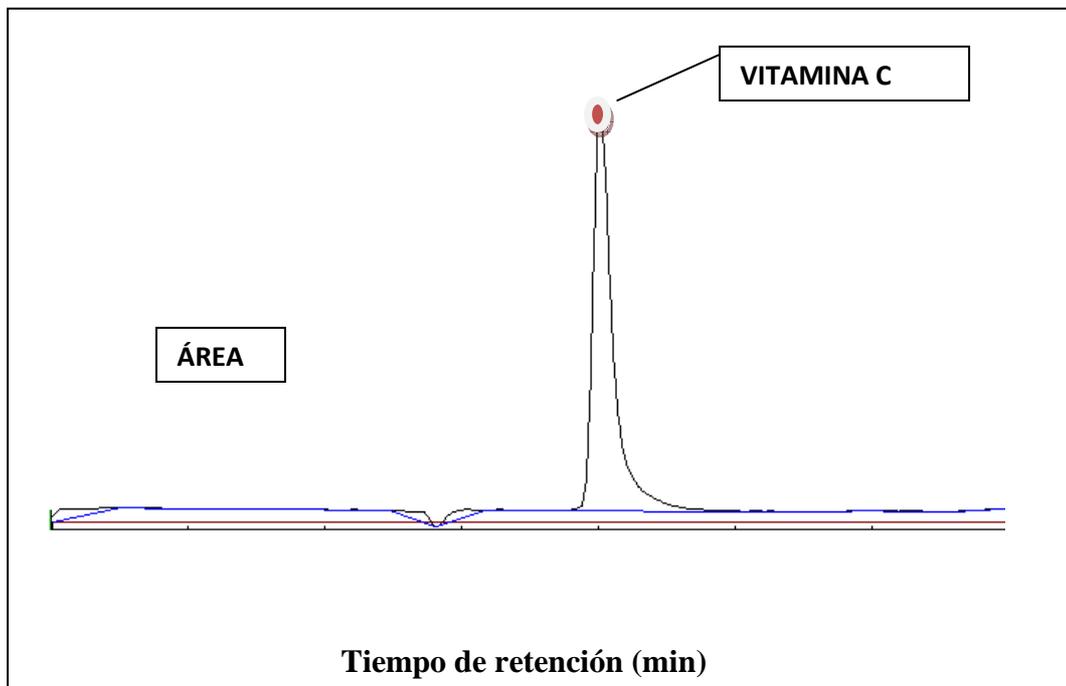
## CAPÍTULO VIII

### 8. ANEXOS

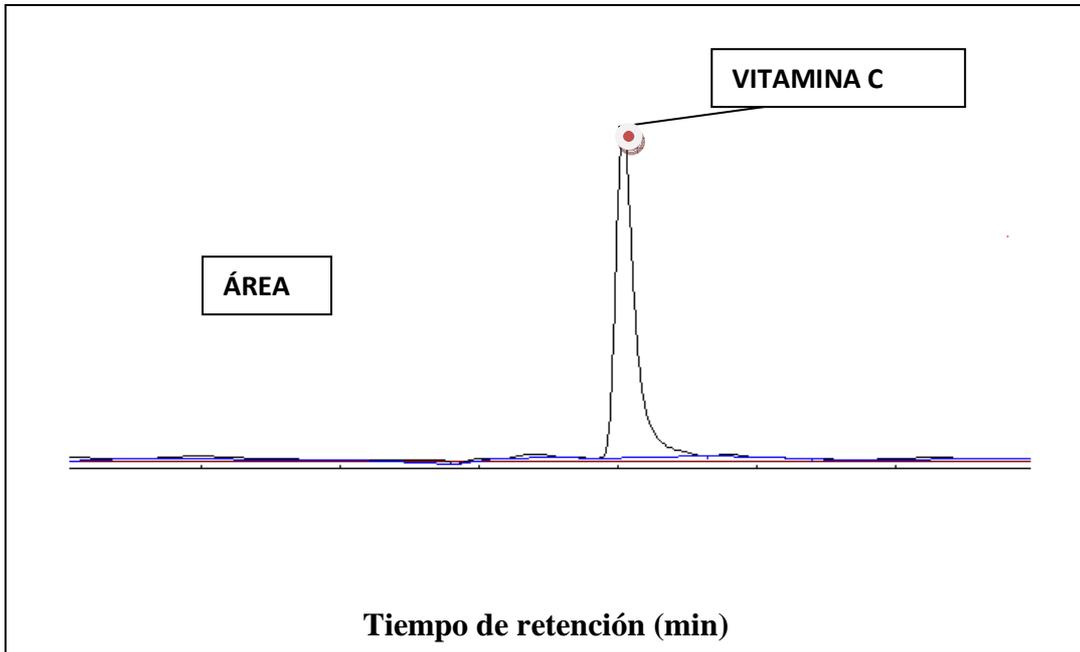
#### ANEXO N°1 DETERMINACIÓN DE pH NTE INEN 389.

- Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10g la muestra preparada, añadir 100mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitarla suavemente.
- Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.
- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente, ni las partículas sólidas.

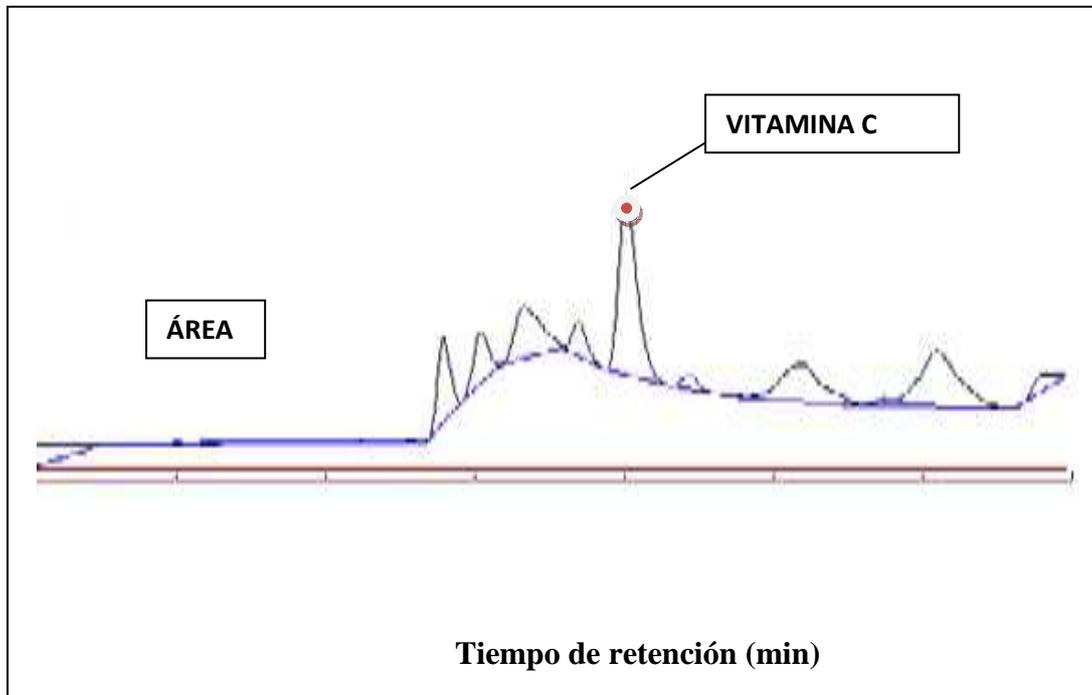
#### ANEXO N°2 CROMATOGRAMA DEL ESTÁNDAR DE VITAMINA C



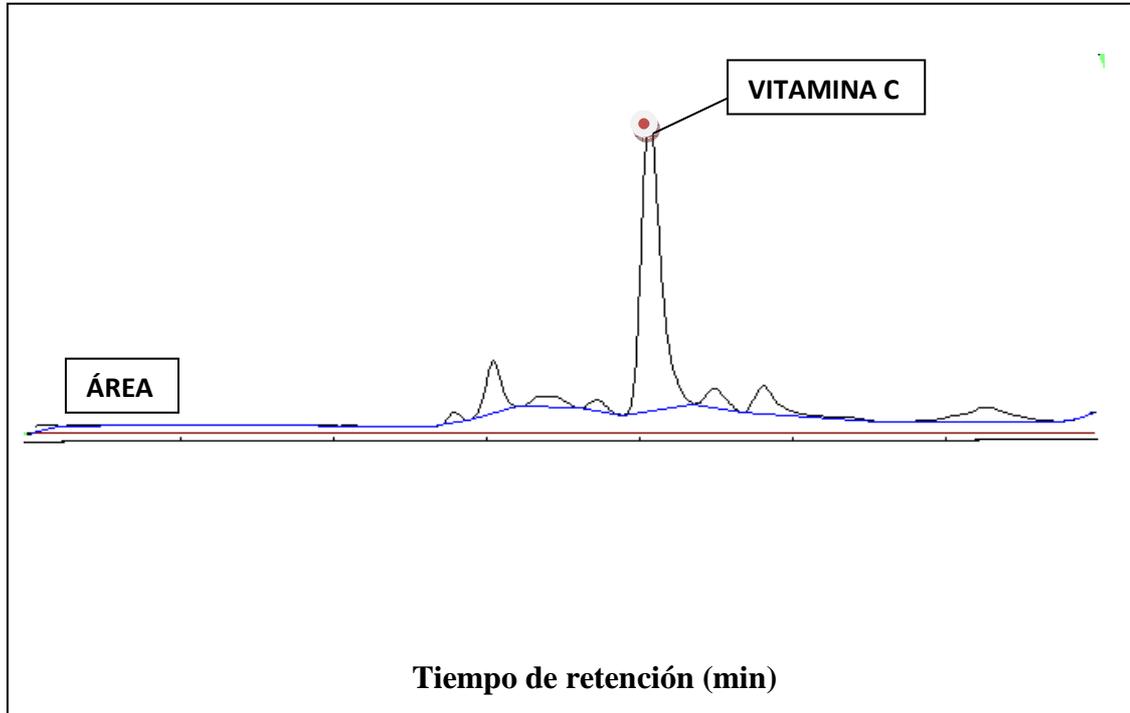
**ANEXO N°3 CROMATOGRAMA DE LA FRUTILLA FRESCA DE VITAMINA C**



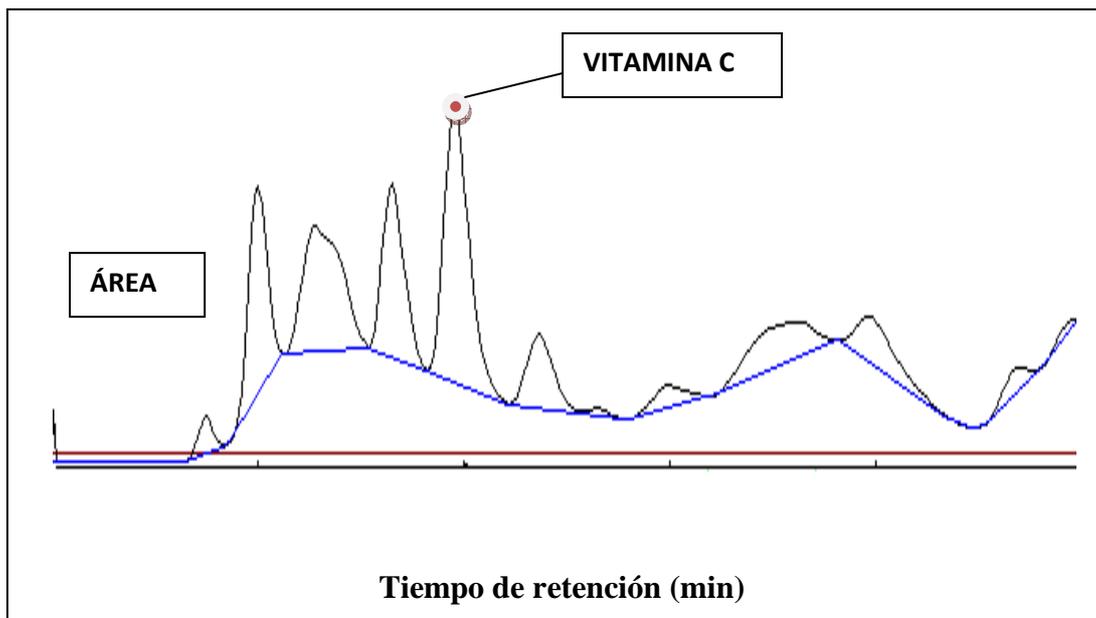
**ANEXO N°4 CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA DESHIDRATADA EN BANDEJAS**



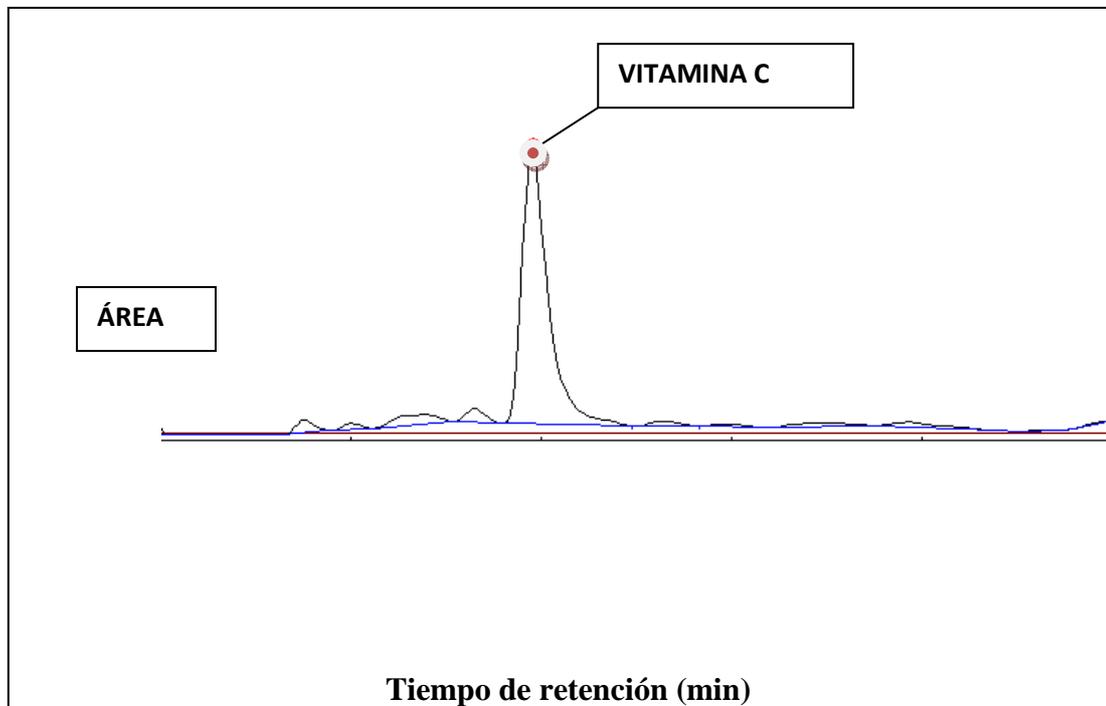
**ANEXO N°5 CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA DESHIDRATADA A 100 W**



**ANEXO N°6 CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA DESHIDRATADA A 200 W**



### ANEXO N°7 CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA DESHIDRATADA A 300 W



### ANEXO N°8 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS MOHOS Y LEVADURAS. RECuento EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD. NTE NO. 1529-10:1998

- Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear por duplicado alícuotas de 1mL de cada una de las disoluciones decimales en la placa petri adecuadamente identificadas.
- Iniciar por la disolución menos concentrada.
- Inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20mL de Saboraud dextrosa fundido y templado a  $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . la adición del cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
- Delicadamente mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén 5 veces en una dirección, hacer girar 5 veces en sentido de las agujas del reloj, volver a imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar 5 veces en sentido contrario de las agujas del reloj.
- Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar.
- Invertir las placas e incubarlas entre 22 y  $25^{\circ}\text{C}$  por 5 días.
- Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo.

## ANEXO N° 9 FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN



SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA



LAVADO Y RETIRADO DE PECIOLOS



FRUTILLA EN RODAJAS

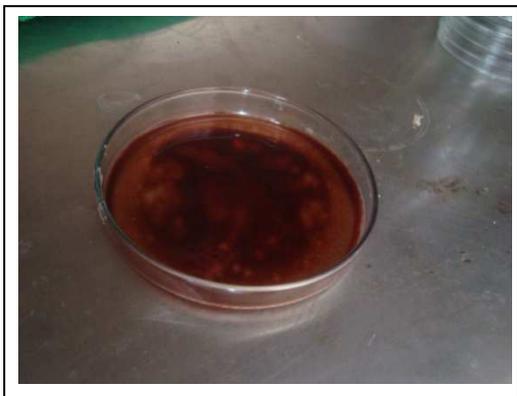


EXPUESTAS A DESHIDRATACIÓN



FRUTILLA DESHIDRATADA

## ANEXO N° 10 FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS DE INDICADORES



ESTANDAR DE ANTOCIANOS



DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS EN  
LOS DESHIDRATADOS



ESPECTROFOTÓMETRO

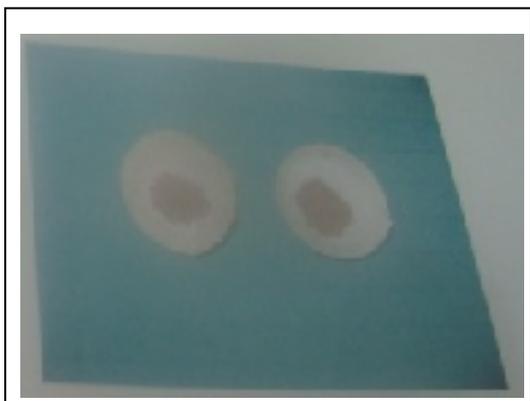


DETERMINACIÓN DE VITAMINA C  
EN LOS DESHIDRATADOS



HPLC

## ANEXO N° 11 FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL DESHIDRATADO



DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



DETERMINACIÓN DE CENIZAS



DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA



DETERMINACIÓN DE AZÚCARES



DETERMINACIÓN DE FIBRA

ANEXO N°12 ETIQUETA DEL PRODUCTO FINAL.

