



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ESTUDIO DEL VALOR NUTRITIVO DE LA NARANJILLA
(*Solanum quitoense Lam*) DESHIDRATADA POR MICROONDAS Y
POR SECADOR DE BANDEJAS”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACEÚTICO

PRESENTADO POR

MAYRA ALEJANDRA OÑATE SANCHEZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

DEDICATORIA

Esta tesis es parte ya de mi vida, una meta , muchos sueños y anhelos cumplidos, por eso este trabajo va dedicado a Dios por haber sido mi apoyo incondicional en toda mi carrera estudiantil por su gran amor y por no abandonarme en el camino, a mi madre por brindarme todo su apoyo, y por la enorme paciencia que me ha tenido por inculcarme siempre a seguir adelante, y darme sus bendiciones, 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, y a mis hermanas por ser mis amigas y estar apoyándome en todo lo concerniente a mi aspecto sentimental. Gracias muchas gracias de verdad a todos.

AGRADECIMIENTO

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

A mi madre por saber encaminarme a luchar y conseguir mis sueños por estar apoyándome siempre frente a cualquier adversidad, por quererme y perdonar mis actitudes. A mis hermanas y todas aquellas personas que de una o de otra manera han influido en la realización. A todos aquellos hnos. Que me han tenido presente en sus oraciones y que pusieron toda su confianza en mí.

Mi sincero agradecimiento al Dr. Carlos Pilamunga por dirigir este trabajo de investigación por su ayuda y conocimientos brindados, a la Dra. Olga Lucero por brindarme su asesoría y sus conocimientos,

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

Yo Mayra Alejandra Oñate Sánchez, 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

MAYRA ALEJANDRA OÑATE SÁNCHEZ

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: “ESTUDIO DEL VALOR NUTRITIVO DE LA NARANJILLA (*Solanum quitoense Lam*) DESHIDRATADA POR MICROONDAS Y POR SECADOR DE BANDEJAS”, de responsabilidad de la señorita egresada Mayra Alejandra Oñate Sánchez, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Díaz DECANA FAC. CIENCIAS	-----	-----
Dr. Luis Guevara DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA	-----	-----
Dr. Carlos Pilamunga DIRECTOR DE TESIS	-----	-----
Dra. Olga Lucero MIEMBRO DEL TRIBUNAL	-----	-----
Dra. Mayra Espinoza MIEMBRO DEL TRIBUNAL	-----	-----
Tc. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	-----	-----
NOTA DE TESIS		-----

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Oficial Analytical Chemist
Ab	absorbancia
°C	grados centigrados
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
Km	Kilometros
L	Litro
Ms	Masa seca
m	metros
m ²	metros cuadrados
m ³	metros cúbicos
m.s	muestra seca
min	minutos
mg	miligramo
mL	mililitro
m.o	microorganismos
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 _s	Peso del sólido
W _f	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

1	MARCO TEÓRICO.....	17
1.1	El lulo o Naranjilla	17
1.1.1	Origen, Historia y Domesticación.....	17
1.1.2	Taxonomía y morfología.....	20
1.1.3	Características botánicas.....	20
1.1.4	Variedades.....	23
1.1.5	Composición nutricional.....	25
1.1.6	Utilidades.....	27
1.2	Carotenos.....	29
1.3	Ácido L-Ascórbico (Vitamina C).....	30
1.3.1	Características del ácido L-ascórbico.....	31
1.3.2	Función del ácido L-ascórbico.....	32
1.3.3	Dosis Diaria Recomendada de Vit C.....	34
1.3.4	Deficiencia de Vit C.....	34
1.4	Control de calidad.....	35
1.4.1	Definición de calidad.....	36
1.4.2	Percepción de la calidad.....	36
1.4.3	Componentes de la calidad.....	32
1.4.3.1	Apariencia.....	32
1.4.3.2	Flavor.....	34
1.4.3.3	Valor Nutritivo.....	34
1.4.3.4	Seguridad.....	35

1.4.5	Calidad y vida útil de productos deshidratados.....	36
1.4.6	Aspectos que definen la calidad de la Naranja.....	36
1.5	Deshidratación.....	39
1.5.1	Orígenes de la Deshidratación.....	41
1.5.2	Pormenores de la Deshidratación.....	42
1.5.3	Diferencia entre la Deshidratación y otros tipos de Conservación.....	42
1.5.4	Contracción de un fragmento de alimento durante la Deshidratación.....	44
1.5.5	Características Físicas, Químicas y Microbiológicas de Alimentos Deshidratados.....	44
1.5.5.1	Textura.....	45
1.5.5.2	Aroma.....	45
1.5.5.3	Color.....	45
1.5.5.4	Valor Nutritivo.....	45
1.5.5.5	Contenido de agua de los Alimentos.....	45
1.5.6	Tipos de Deshidratación.....	46
1.5.6.1	Deshidratación al aire libre.....	46
1.5.6.2	Deshidratación por aire.....	46
1.5.6.3	Deshidratación por rocío.....	47
1.5.6.4	Atomización.....	47
1.5.6.5	Liofilización.....	47
1.5.6.6	Deshidratación Osmótica.....	47
1.5.6.7	Deshidratación al Vacío.....	47
1.5.6.8	Deshidratación en Bandejas.....	48
1.5.6.8.1	Equipo Secador de Bandejas a Gas.....	49
1.5.6.9	Deshidratación por microondas.....	51
1.5.6.9.1	Funcionamiento del Horno Microondas.....	53
1.5.6.9.2	Secado por microondas.....	54
1.5.6.9.3	Frecuencias, Potencias.....	55
1.5.6.9.4	Niveles de Potencia.....	56
1.5.6.9.5	Influencia sobre el valor nutritivo.....	57
1.5.6.9.6	Ventajas de la deshidratación de la microonda.....	58

1.5.6.9.7	Efecto de la Deshidratación en los alimentos.....	58
1.6	Análisis Proximal y o Bromatológico.....	59
1.6.1	Determinación de Humedad.....	59
1.6.2	Determinación de Cenizas.....	60
1.6.3	Determinación de Fibra.....	61
1.6.4	Determinación de Proteína.....	61
1.6.5	pH.....	61
1.7	Métodos Espectrofotométricos.....	62
1.8	Métodos Cromatográficos.....	62
1.9	Análisis Microbiológico.....	63
1.9.1	Levaduras y mohos.....	63
2	PARTE EXPERIMENTAL.....	68
2.1	Lugar de investigación.....	68
2.2	Materiales, equipos y reactivos.....	68
2.2.1	Material vegetal.....	68
2.2.2	Equipos.....	69
2.2.3	Reactivos.....	69
2.2.4	Medios de cultivo.....	70
2.3	Métodos.....	70
2.3.1	Fase experimental.....	70
2.3.1.1	Análisis Físico Químico de la Naranja.....	70
2.3.1.2	Análisis Bromatológico de la Naranja Fresca y Deshidratada.....	70
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	84
3.1	Evaluación sensorial.....	84
3.2	Deshidratación de la naranja por microondas.....	84
3.3	Deshidratación de la naranja por secador de bandejas.....	93
3.4	Determinación de Vitamina C.....	98
3.5	Análisis físico – químico de la naranja fresco y deshidratado.....	106
3.5.1	Determinación de pH	107

3.5.2	Determinación de Humedad.....	107
3.5.3	Determinación de Ceniza.....	108
3.5.4	Determinación de Fibra.....	111
3.5.5	Determinación de Proteína.....	111
3.5.6	Determinación de Azúcares Totales, Reductores y no reductores.....	113
3.5.7	Determinación de Grasas.....	115
3.6	Análisis microbiológico de la naranjilla fresco y deshidratado.....	116
 CONCLUSIONES		118
RECOMENDACIONES		120
RESUMEN		121
SUMARY		122

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Especificaciones Técnicas del producto.....	16
TABLA No. 2	Composición Química de la Naranja.....	22
TABLA No. 3	Dosis diaria recomendada de Vitamina C.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultado de Evaluación Sensorial de naranjilla fresca y deshidratada.....	84
CUADRO No. 2	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a potencia 1 (70W) a 5 min.....	85
CUADRO No. 3	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a potencia 1 (70W) a 10 min.....	87
CUADRO No. 4	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a potencia 2 (140W) a 5 min	88
CUADRO No. 5	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a potencia 1 (140W) a 10 min.....	90 91
CUADRO No. 6	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a potencia 2 (210W) a 5 min	92
CUADRO No. 7	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a potencia 2 (210W) a 10 min	94
CUADRO No. 8	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a temperatura de 60 ° C	95
CUADRO No. 9	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a temperatura de 70 ° C	97
CUADRO No. 10	Resultados de tiempo (min) de proceso de deshidratación de la naranjilla a temperatura de 80 ° C	98
CUADRO No. 11	Determinación de Vitamina C en Naranjilla Deshidratada por Microondas a potencia 1(70 W), 2(140 W) Y 3 (210 W)con una repetición cada una.....	100
CUADRO No. 12	Determinación de Vitamina C en Naranjilla Deshidratada por Secador de Bandejas a Temperaturas de 60, 70 Y 80° C con una repetición cada una.....	100 102

CUADRO No. 13	Determinación de Vitamina C en Naranja fresca con una repetición.....	104
CUADRO No. 14	Contenido de Vitamina C en muestras estudiadas.....	116
CUADRO No. 15	Contenido de vitamina C en muestras Seleccionadas para el estudio final por ser los que tienen mayor cantidad de Vitamina C.....	116
CUADRO No. 16	Contenido nutricional promedio en muestras estudiadas.....	
CUADRO No. 17	Contenido promedio de hongos (mohos y levadura) en muestras estudiadas.....	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en microondas a potencia 1(70W) a 5 min.....	86
GRÁFICO No. 2.	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en microondas a potencia 1(70W) a 10 min	87
GRÁFICO No.3.	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en Microondas a potencia 2(140W) a 5 min.....	89
GRÁFICO No. 4	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en Microondas a potencia 2(140W) a 10min.....	90
GRÁFICO No. 5.	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en Microondas a potencia 3(210W) a 5 min.....	91
GRÁFICO No. 6.	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en Microondas a potencia 3(210W) a 10 min.....	92
GRÁFICO No. 7	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en Secador de bandejas a la temperaturas de 60°C.....	95
GRÁFICO No. 8	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en Secador de bandejas a la temperaturas de 70°C.....	96
GRÁFICO No. 9	Curva de deshidratación de la naranjilla deshidratada en Secador de bandejas a la temperaturas de 80°C	98
GRÁFICO No. 10.	Relación de contenido de la vitamina C entre naranjilla fresca y deshidratada por microondas y secador de bandejas.....	103
GRÁFICO No. 11.	Porcentaje de pérdida de vitamina C en deshidratados por microondas y secador de bandejas.....	104
GRÁFICO No. 12	Relación de contenido de vitamina C entre naranjilla fresca y deshidratada a potencia 1(70W) 10 min y temperatura de 70°C.....	105
GRÁFICO No. 13.	Porcentaje de pérdida de vitamina C en deshidratados con mayor contenido de vitamina C a 70W 10 min y 70°C.....	105
	Relación de contenido de pH en la naranjilla fresca y	

GRÁFICO No. 14	deshidratada a P1(70w)10min y temperatura de 70°C.....	107
GRÁFICO No. 15.	Relación de contenido de humedad en la naranjilla fresca y deshidratado a P1(70W) y temperatura de 70°C.....	108
GRÁFICO No. 16	Relación de contenido de pH en la naranjilla fresca y deshidratado a P1(70W)10min y temperatura de 70°C (base seca).....	108
GRÁFICO No. 17.	Relación de contenido de ceniza en la naranjilla fresca y deshidratado a P1 (70W) y temperatura de 70°C.....	109
GRÁFICO No. 18.	Relación de contenido de ceniza en la naranjilla fresca y deshidratada a P1 (70W) y temperatura de 70°C (base seca)...	110
GRAFICO No. 19.	Relación de contenido de fibra en la naranjilla fresca y deshidratado a P1 (70W) y temperatura de 70°C.....	111
GRAFICO No. 20.	Relación de contenido de fibra en la naranjilla fresca y deshidratado a P1(70W) y temperatura de 70°C (base seca).....	111 112
GRAFICO No. 21.	Relación de contenido de proteína en la naranjilla fresca y deshidratado a P1 (70W) y temperatura de 70°C.....	112
GRAFICO No. 22.	Relación de contenido de proteína en la naranjilla fresca y deshidratado a P1(70W) y temperatura de 70°C (base seca).....	114
GRAFICO No. 23.	Relación de contenido de azúcares totales, azúcares reductores y no reductores en la naranjilla fresca y deshidratado a P1 (70W) y temperatura de 70°C.....	114
GRAFICO No. 24.	Relación de contenido de azúcares totales, azúcares reductores y no reductores en la naranjilla fresca y deshidratado a P1 (70W) y temperatura de 70°C (base seca).....	115
GRAFICO No. 25.	Relación de contenido de grasas en la naranjilla fresca y deshidratado a P1 (70W) y temperatura de 70°C.....	116
GRAFICO No. 26.	Relación de contenido de grasas en la naranjilla fresca y deshidratado a P1(70W) y temperatura de 70°C (base seca).....	117

GRAFICO No. 27. Relación de contenido de levaduras en la naranjilla fresca y deshidratado a P1(70W) y temperatura de 70°C

.....

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura de B-caroteno.....	26
FIGURA No. 2	Estructura del Ácido L-Ascórbico.....	27
FIGURA No. 3	Estructura química del ácido ascórbico.....	28
FIGURA No.4	La percepción de la calidad por el consumidor.....	33
FIGURA No.5	Contracción de un fragmento de alimento.....	44
FIGURA No.6	Cambio de peso durante el proceso de secado.....	46
FIGURA No.7	Esquema general de un secador de bandejas.....	48
FIGURA No.8	Penetración de microondas en el agua.....	51

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Lulo o Naranjilla.....	14
FOTOGRAFÍA No. 2	Planta de Naranjilla.....	16
FOTOGRAFÍA No. 3	Naranjilla Variedad Híbrido.....	21
FOTOGRAFÍA No. 4	Jugo de lulo en agua y leche.....	23
FOTOGRAFÍA No. 5	Secador de Bandejas.....	50
FOTOGRAFÍA No. 6	Microondas.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Determinación de pH NTE INEN 389.....	135
ANEXO No. 2	Cromatograma del estándar de vitamina C.....	135
ANEXO No. 3	Cromatograma de la Vitamina C en la naranjilla fresca.....	136
ANEXO No. 4	Cromatograma de Vitamina C de la muestra deshidratada en microondas a 70W.....	136
ANEXO No. 5	Cromatograma de Vitamina C de la muestra deshidratada en secador de bandejas a 70 °C.....	137
ANEXO No. 6	Determinación de la cantidad de mohos y levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad. NTE No. 1529-10:1998.....	137
ANEXO No. 7	Fotografías de cosecha de naranjilla en Río Negro.....	138
ANEXO No. 8	Fotografías del proceso de deshidratación en microondas....	139
ANEXO No. 9	Fotografías del proceso de deshidratación en secador de bandejas.....	140
ANEXO No. 10		
ANEXO No. 11	Fotografías de la determinación de vitamina C HPLC.....	141
	Fotografías del análisis bromatológico del deshidratado.....	142

INTRODUCCIÓN

La Ciencia y Tecnología de Alimentos se han convertido en áreas básicas de estudio y herramientas imprescindibles ante las grandes necesidades de transformación, conservación y aseguramiento de la calidad de alimentos frente a una sociedad tendiente a la globalización y cada vez más orientada a la búsqueda de alimentos convenientes, seguros, nutritivos, con atributos similares a productos frescos.

La deshidratación es un sistema de conservación de alimentos que se remonta al Neolítico, época en que el hombre deja la vida nómada (caza y recolección de lo que encuentra a su paso) forma comunidades, siendo la agricultura una de sus principales actividades. Todas las civilizaciones han desarrollado en menor o mayor medida formas de conservar los alimentos de acuerdo a sus necesidades. Todos esos sistemas o métodos gozan de más o menos adeptos, dependiendo en gran medida del tipo de alimento a conservar. El que se adapta mejor a cualquier tipo de producto alimenticio y proporciona una gran estabilidad microbiológica, debido a su reducción de la actividad del agua es la deshidratación además de aportar otras ventajas como la reducción del peso facilitando a su vez el almacenaje, manipulación y transporte de los productos finales deshidratados.(40)

El concepto general de la preservación de los alimentos es prevenir o evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), para que el alimento no se deteriore durante el almacenaje. Al mismo tiempo, se deben controlar los cambios químicos y bioquímicos que provocan deterioro. De esta manera, se logra obtener un alimento sin alteraciones en sus características organolépticas típicas (color, sabor y aroma), y puede ser consumido sin riesgo durante un cierto período (no inferior a un año). (24)

La naranjilla es una fruta tradicional del Ecuador, que se ha cultivado en la zona oriental del país, conocida por su exquisito aroma y sabor, por su alta aplicación para elaboración de jugos, mermeladas, helados, pastelería y muchos otros productos en especial para el mercado interno en fresco. La información disponible de exportaciones de naranjilla indica incremento en las presentaciones de jugo, concentrado y congelada, pero disminución en conserva. La exportación de la fruta en estado natural no ha tenido éxito por su alta perecibilidad lo que no facilita su exportación a otros continentes donde no se conoce de esta fruta. (64)

La vitamina C (ácido ascórbico) es un nutriente importante presente en frutas porque el organismo humano es incapaz de sintetizarla. Algunas enfermedades han sido relacionadas a una insuficiencia de fibra cruda en la dieta, ocasionada por el consumo de frutas con alto grado de procesamiento, bajo contenido de fibra y no consumir frutas frescas. Sin embargo, es importante señalar que aunque la mayoría de las propiedades de los alimentos se conservan, algunas técnicas pueden ocasionar pérdida de sustancias nutritivas. Como minerales y vitaminas hidrosolubles (C y complejo B) desaparecen debido a las altas temperaturas, y las proteínas pueden perder propiedades. (72)

Por lo expuesto el presente trabajo tuvo como objetivo principal el estudio del valor nutritivo de la naranjilla (*Solanum quitoense Lam*) deshidratada por método de microondas a tres potencias, y por desecador de bandejas a tres temperaturas para ello se caracterizó física, química, microbiológicamente la naranjilla en fresco. Se evaluó el valor nutricional utilizando como indicador de eficiencia la Vitamina C luego de determinarse el tiempo y potencia adecuados para el deshidratado; y se compararon los resultados obtenidos en relación a la fruta fresca y dos métodos de deshidratación.

Este trabajo permitió comprobar que el mejor método de deshidratación por tener mayor contenido de Vitamina C es el deshidratado por secador de bandejas a 70 ° C, el que conserva sus características sensoriales como son el olor, sabor, color, y los nutrientes, dando de esta manera una mejor alternativa al consumidor para la utilización de la naranjilla aplicable a muchos productos como jugos helados, mermeladas etc. Con características similares a las de la fruta fresca y con mucho más tiempo de conservación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 EL LULO O NARANJILLA

1.1.1 ORIGEN, HISTORIA Y DOMESTICACIÓN



FOTOGRAFÍA No 1. LULO O NARANJILLA

NARANJILLA Es un producto fresco que está en la lista de productos admisibles al mercado de los Estados Unidos y posee grandes oportunidades comerciales. (64)

Al “lulum” de los incas se le dio el nombre de naranjilla por su identificación como “naranja chiquita”. Esta fruta, de exquisito sabor y aroma, es originaria de la región interandina, específicamente del sur de Colombia, Ecuador y Perú. La cáscara de la naranjilla, de color naranja cuando madura, está cubierta de pequeñas y finas espinas o “pelos”.

Es una fruta redonda – ovalada, internamente dividida en cuatro compartimentos separados por particiones membranosas, llenos de pulpa de color verde – amarillento y numerosas semillas pequeñas (Ver Fotografía N ° 1).

La jugosa pulpa tiene un sabor ácido entre suave y fuerte, que ha sido descrito como una mezcla de cítricos o de piña con frutilla.

La naranjilla es una fruta tradicional del Ecuador, que se ha cultivado en la zona oriental del país, en especial para el mercado interno en fresco para la elaboración de jugos y pulpa. Las variedades tradicionales son las de pulpa verde de jugo, que tienen el problema de alta perecibilidad.

El lulo (*Solanum quitoense Lam*), es originario de los bosques de la región subtropical húmeda en las vertientes de la cordillera occidental y oriental de los andes, a 1200 y 2000 metros sobre el nivel del mar, específicamente en la Zona ecuatorial (Colombia, Ecuador y Perú). Esta especie se ha difundido a lo largo del continente americano, desde Chile hasta México, cultivándose en países como: Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica y Guatemala. Algunos países de la zona templada se han interesado en cultivarlo, pero su adaptación a las condiciones ambientales es deficiente, presentando esterilidad en el polen.

Esta especie también es conocida con los nombres de Naranjilla en el Ecuador, Naranjilla de Quito en el Perú y Lulo en Colombia. El lulo es una de las frutas andinas con mayores posibilidades de exportación hacia Europa y su jugo es muy apetecido en todos los países de América Latina y en los Estados Unidos, siendo una de las frutas más apetecidas en los mercados tanto nacionales como internacionales, debido a que el color verde y el sabor agrídulce de la pulpa lo hacen atractivo en comparación con otras frutas.

En los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, la producción de frutales se ha venido incrementando en los últimos años. La región cuenta con diversas áreas cuyas condiciones naturales de suelo y clima las hacen favorables para la producción de una gama amplia de especies frutícolas, con excelente calidad y disponibilidad permanente, lo cual reporta ventajas respecto de otras actividades agropecuarias.

En los tres departamentos el área sembrada en el cultivo de lulo es de 257 hectáreas, ubicadas en 19 Municipios y 89 veredas. La producción es de 3.969 toneladas con un rendimiento promedio, por hectárea y por año, de 9.600 kilogramos para lulo de Castilla y 16.000 para lulo La Selva.

Se observa que el área sembrada en la región representa 5,35% del total, la producción tiene un peso porcentual de 10,6% y el rendimiento por hectárea supera el promedio nacional. Los cultivos de lulo aportan al Producto Interno Bruto Regional ingresos por \$7.123 millones y generan 228 empleos permanentes anualmente. (71)

En el Ecuador existe una variedad nativa de naranjilla dulce que podría ser consumida directamente como fruta fresca, que se considera un potencial muy grande para el mercado de exportación.

Un producto de sabor exquisito como la naranjilla difícilmente podrá ingresar a mercados del hemisferio norte si se requiere de un proceso para elaboración de jugo o pulpa.

El INIAP y otras instituciones deberían realizar investigaciones al respecto para introducir en esta variedad, mejoras genéticas de resistencia a enfermedades y al transporte.

Las partidas arancelarias de este producto son:

- ❖ NANDINA: 0805900000
- ❖ CUCI: 0589602000 "Naranjilla en conserva".
- ❖ CUCI: 0579901000 "Jugo de Naranjilla".
- ❖ CUCI: 0587917000 "Naranjilla congelada".
- ❖ CUCI: 057981000 "Concentrado de naranjilla".

1.1.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA (Se observa en la Tabla N° 1)

TABLA No 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO

Nombre Científico	Solanum quitoense
Nombre Común	Naranjilla”, “lulo”, “naranjilla de Quito”, “naranjilla de Castilla”, “toronja” (español), “Quito orange” (inglés), “morelle de Quito” (francés), “gele terong” (holandés)
Nombre del producto en Inglés	Fruechte.
Origen	América
Genero	Solanum

1.1.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS



FOTOGRAFÍA No 2. PLANTA DE NARANJILLA

El producto objeto de estudio se llama Lulo de Castilla (*Solanum quitoense* Lam) perteneciente a la familia de las solanáceas. La botánica de la planta (Ver Fotografía N°2) presenta las siguientes características:

Raíz: El Lulo de Castilla presenta una raíz pivotante principal que le sirve de anclaje acompañada de un sistema radical fibroso y superficial, el cual penetra hasta 50 cm. de profundidad con una gran desarrollo de raíces laterales.

Tallo: El tallo es semileñoso, robusto, cilíndrico y veloso, con o sin espinas. Crece erecto y a veces ramificado desde el suelo; presenta de 4 a 6 ramificaciones laterales que sirven de sostén de toda la parte aérea. Una planta puede crecer hasta 3 m de altura.

Ramas: Son fibrosas y resistentes, con diámetros hasta de 5 cm., su distribución es radial, lo cual impide claramente un tallo principal. Cuando las ramas son jóvenes éstas son verdes y succulentas, tornándose cafés y leñosas a medida que maduran. El Lulo de Castilla presenta espinas en las ramas y hojas lo que dificulta las labores de manejo.

Hojas: Las hojas son grandes (25-30 cm. de longitud y hasta 35 cm. de ancho), de color verde oscuro por el haz y verde claro por envés, adheridas a las ramas por un pecíolo pubescente y succulento de 15 cm. de longitud aproximadamente.

Son palmeadas y alternas, de forma oblonga – ovalada, con nervaduras pronunciadas en el envés y de color violáceo, con bordes ondulados, limbo delgado y cubierto de vellosidades, dándole la apariencia de finísimo terciopelo.

El haz de las hojas se presenta estrellado, de color morado y en ciertas variedades las nervaduras exhiben espinas agudas en el haz y en envés.

Flores: Las flores son pentámeras y perfectas, los sépalos son pubescentes y morados en la parte externa, los pétalos blancos en el haz y morados en el envés, el ovario es súpero, bilocular, pubescente y de color amarillo; el estigma es verde con filamento amarillo y de menor tamaño en relación con las anteras, las cuales son amarillas y presentan dehiscencia apical.

Las flores se encuentran formando una inflorescencia cima escorpioide tipo deprenio, adheridas a las axilas por corto pedúnculo; el número promedio de flores por inflorescencia es de 5 a 10 y el porcentaje de cuajamiento es de 16%. En una misma inflorescencia se pueden encontrar tres tipos de flores; de pistilo largo, medio y corto; siendo únicamente fértiles con pistilos largo.

Frutos: Los frutos se clasifican botánicamente como una baya, son globosos, de 4 a 8 cm. de diámetro y con un pesos aproximado de 80 – 100 gramos, cubiertos de tricomas de color amarillo o rojo las cuales se pierden o desprenden a medida que éstos maduran.

La corteza es lisa y resistente, de color amarillo intenso, amarillo rojizo o naranja en la madurez, la pulpa es verdosa, dividida casi simétricamente en 4 lóculos, de sabor agrídulce, con un pH de 3.6 a 4.0 y con numerosas semillas.

Estudios realizados en el Ecuador indican que la pulpa representa 90% del peso total del fruto, la cáscara 4.3% y la semilla 5.2%. (5)

La planta de Lulo fructifica sin interrupción, observándose en una misma planta botones florales, flores y frutos en diferentes estados de desarrollo.

Semillas: Las semillas son lisas, redondas y en forma de lenteja; presentan un color amarillo claro o blanquecino, son ricas en aceites y tienen un diámetro aproximado de 3 mm.

Se encuentran entre 1000 y 2000 semillas en un baya de Lulo, con peso en estado seco de 3.5 gramos; en un trabajo realizado en el oriente antioqueño, se encontró un promedio de 997 semillas por fruto, con un peso en estado seco de 2.2 gramos.

Además se encontró correlación entre el peso de la semilla y el peso del fruto, indicando la necesidad de una eficiente polinización para obtener frutos de buen tamaño.

La germinación de la semilla de Lulo se reduce significativamente por debajo de los 17 °C y aumenta por encima de los 30 °C, siendo el rango óptimo de germinación entre los 21 °C y 26 °C.

El mejor almacenamiento de la semilla de Lulo se logra en nevera a 7°C de temperatura utilizando empaque de aluminio, conservando la humedad; si se disminuye este contenido, el mejor sitio es el congelador y empacado en bolsas de aluminio. Su cultivo requiere de los siguientes factores:

Altitud: El Lulo de Castilla se adapta mejor entre 1800 y 2000 m.s.n.m.

Temperatura: La temperatura óptima a la cual se desarrolla el cultivo es de 20 °C, pero se obtienen resultados satisfactorios en el rango de 15 a 22 °C. El Lulo de Castilla no soporta temperaturas inferiores a los 12 °C, ni superiores a los 24 °C, se debe tener en cuenta que esta especie no tolera heladas así sean de baja intensidad.

Precipitación: Puede oscilar entre los 1500 y 3000 mm anuales, siendo la óptima de 2500 mm, con buena distribución. Un periodo de tres semanas de sequía puede ocasionar caída de frutos.

Luminosidad y humedad: El Lulo de Castilla es una planta de día corto, lo que hace que se desarrolle mejor en sitios sombreados (bosques primarios), o en zonas con alta nubosidad, crece bien en sitios húmedos, cercanos a corrientes de agua pero no encharcados con una humedad relativa del 80%.

Suelos: El Lulo de Castilla se desarrolla y se produce mejor en suelos ricos en materia orgánica, con un pH ligeramente ácido que oscile entre 5.2 a 5.8, de textura franca, profunda y con buen drenaje. (58)

1.1.4. VARIEDADES

La variedad botánica *septentrionale* ya mencionada, se encuentra en el Valle Cundinamarca, Magdalena, Santanderes y Tolima, en Colombia central y septentrional, y también en Ecuador y Venezuela. Se dice que difieren de la forma típica, var. *quitoense*, de Ecuador, Perú y sur de Colombia, sólo por tener espinas en el tallo, ramas, pecíolos y venas principales de las hojas. Hay una cepa dulce, pero no muy jugosa alrededor de la ciudad andina de Baza, unas 50 millas (80 Km) al este de Quito, Ecuador.

La literatura reporta los siguientes tipos de naranjilla:

Naranjilla Agria: Fruto redondo, ligeramente achatado en los polos, de color amarillo; corteza delgada, resistente al transporte, pulpa de sabor ácido; se utiliza en refrescos, helados y alimentos preparados. La planta es vigorosa y resistente al ataque de insectos.

Naranjilla Dulce: Fruto de forma redonda, color rojo a anaranjado, tamaño grande, comparado con la anterior, la corteza es más gruesa, pero de menos resistencia al transporte y almacenamiento. La planta es delicada y susceptible al ataque de insectos.

Híbrido cocona por naranjilla: este es normalmente estéril y se parece más a la cocona, pero ha permitido que los rendimientos en algunos países como Ecuador, hayan vuelto a hacer rentable el cultivo subiendo 5 TM por hectárea al año, con este híbrido se ha subido a 18 TM.

Cocona Naranjilla: No existen variedades definidas, lo que existe son agrotipos y lo que normalmente hace el agricultor es sacar semilla de aquellos frutos que considera superiores en tamaño, calidad y que estén sanos.

- ❖ Baeza.
- ❖ Agria.
- ❖ Dulce.
- ❖ Bola.
- ❖ Baeza roja
- ❖ Híbrida
- ❖ Septentrional

Tanto el INIAP, Ecuador, como la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, disponen de semilla de variedades mejoradas que, de manera genérica, se denominan como "agrias" y "dulces". En Ecuador existen las variedades "Híbrido Puyo", "Baeza", "Septentrional" y "Bola". Necesita investigarse sobre variedades y porta injertos tolerantes a nematodos y a las enfermedades fungosas y bacterianas que limitan su producción. *S. hirtum*, cruzado con naranjilla produce híbridos tolerantes al nematodo del nudo. Podría ampliarse su adaptación al trópico húmedo debajo de los 800 m de altitud, pero, en este caso la cocona (*S. sessiliflorum*) puede ser una mejor opción.

1.1.5.COMPOSICIÓN NUTRICIONAL



FOTOGRAFÍA No 3. NARANJILLA, VARIEDAD HIBRIDO PUYO

La naranjilla es rica en minerales y vitaminas A y C. En el consumo de naranjilla fresca, los pelos de la cáscara pueden ser irritantes para personas con alta sensibilidad de la piel. Estos consumidores deben cubrirse las manos antes de tocar la fruta (Ver Fotografía N°3).

Propiedades Nutritivas del Lulo o Naranjilla.

Desde el punto de vista nutricional, la calidad de un alimento depende, naturalmente, de su composición química, pero también de una serie de factores importantes, tales como la disponibilidad digestiva y metabólica de los nutrientes y del hecho de que estos últimos son más o menos complementarios entre sí; también depende de las modificaciones sufridas durante los tratamientos tecnológicos y las preparaciones culinarias. (57)

La **función nutricional de las frutas** no depende solamente de su composición química, sino también de las cantidades consumidas y la diversidad de elección. En los países europeos, las frutas aportan en torno al 10% de calorías. El ácido ascórbico de las frutas, representa el 90% de la vitamina C de un régimen. Los pigmentos carotenoides del tomate, suministran del 25 al 60% de la actividad en vitamina A de un régimen. Las frutas también aportan tiamina, ribloflavina, niacina, ácido fólico, calcio, hierro. Las frutas son ricas en agua, por lo general contiene más osas y ácidos orgánicos y menos almidón, proteínas y sales minerales la proporción de estos constituyentes químicos varía considerablemente durante el crecimiento, maduración, almacenamiento, etc., y según la cosecha y tratamientos. (13)

La Vitamina C (ácido ascórbico) es un nutriente importante presente en frutas porque el organismo humano es capaz 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 su dieta ocasionada por consumo de frutas y hortalizas con alto grado de procesamiento y por ende con bajo contenido de fibra o simplemente por no consumir suficiente fruta fresca. (Ver Tabla N° 2). (23)

TABLA No 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA NARANJILLA

COMPONENTE	CANTIDAD	VALORES DIARIOS RECOMENDADOS (basado en una dieta de 2000 calorías)
Agua	87,5 – 92,5 %	
Calorías	23 cal	
Proteínas	0,7 – 1,2 g	
Hidratos de carbono	6,8 – 10,9 g	300 g
Lípidos	0,1 – 0,2 g	66 g

VITAMINAS

Vitamina A	Actividad de 50,0 – 70,0 mg	
Carotenos Totales	0,071 – 0,232 mg (600 IU)	5 000 IU
Tiamina	0,04 – 0,094 mg	
Riboflavina	0,03- 0,047 mg	1.7 mg
Niacina	1,19 – 1,76 mg	20 mg
Vitamina C	31,2 – 83,7mg	60 mg

MINERALES

Calcio	5,9 – 12,4 mg	162 mg
Hierro	0,34 – 0,64 mg	18 mg
Fosforo	12,0 – 43,7 mg	125 mg
Ceniza	0,61 – 0,8 g	
Fibra	0,3 – 4,6 g	25 g

FUENTE: DE ACUERDO A LOS ANÁLISIS DE FRUTAS FRESCAS EN COLOMBIA Y ECUADOR.

1.1.6 UTILIDADES

Su delicioso sabor ha logrado que esta fruta forme parte de la lista de las más exquisitas. Es versátil en la cocina y ofrece un alto valor nutritivo.

Tomar jugo de lulo es una excelente opción si quiere eliminar las toxinas presentes en su organismo. Además, esta fruta facilita la eliminación del ácido úrico y es rica en Vitamina C. Su consumo está restringido para los niños menores de un año de edad y para las personas que tienen tensión baja o sufren de cualquier tipo de alergia.

Más Beneficios:

- ❖ Su alto contenido de hierro le confiere propiedades diuréticas y tónicas para el organismo.
- ❖ Cuando se consume a diario, ayuda a conciliar el sueño.
- ❖ Alivia los síntomas de enfermedades nerviosas.
- ❖ Por ser una fuente importante de fósforo y vitamina A, colabora en la formación de cabello, uñas, y huesos fuertes.
- ❖ El ácido que contiene puede disminuir en forma discreta los niveles altos de colesterol malo.(23)

1.1.6.1 FORMAS DE UTILIZACIÓN:



FOTOGRAFÍA Nº 4. JUGO DE LULO EN AGUA Y LECHE

La pulpa de color verde a amarillo anaranjado, en algunas variedades verde intenso, se utiliza en la preparación de refrescos, helados, mermeladas, conservas y otros dulces. El jugo tiene sabor agrio y color verde.

El principal mercado se encuentra en los propios países productores que la fruta es poco conocida en otros países como los del Hemisferio Norte donde el consumo de jugo es sumamente alto pero otorgando preferencia al jugo de cítricos, manzana, durazno, piña y otros tropicales como maracuyá y mango. El rendimiento en pulpa de fruta es económicamente apreciable; sin embargo, una de las principales dificultades es la aceptación del sabor medianamente ácido.

El mercado está compuesto por la población consumidora de Lulo y la industria que lo utiliza como materia prima para procesar diferentes alimentos. A nivel agroindustrial el Lulo se utiliza en:

- ❖ Concentrados
- ❖ Pulpa congelada
- ❖ Mermeladas
- ❖ Conservas
- ❖ Jalea
- ❖ Pudines
- ❖ Pasteles
- ❖ Helados
- ❖ Golosinas (bombones, bananas, etc.) (63)

La pulpa de color verde a amarillo anaranjado, en algunas variedades verde intenso, se utiliza en la preparación de refrescos, helados, mermeladas, conservas y otros dulces. El jugo tiene sabor dulce agrio y color verde.

Jugo, La fruta no se consume al estado natural, porque es muy ácida. Normalmente se diluye con agua y se le añade azúcar para preparar los jugos y refrescos o con leche para batidos (Ver Fotografía N° 4). El jugo extraído de la fruta tiene tendencia a tomar color pardo muy rápidamente, por efecto de las enzimas oxidasas. El jugo enlatado se obtiene cortando la fruta en mitades, separando la pulpa, añadiendo 0.1% de ácido ascórbico como antioxidante, refinado en malla de 0,6 mm, des aireado y pasteurizado a 92°C por 75 segundos. Sin embargo, este producto se deteriora con el tiempo, pues pierde color y sabor.

Concentrado, El concentrado congelado a partir del jugo pasteurizado, empleando un evaporador rotativo a 35 °C, para llegar a 34 °Brix congelado en latas, mantiene su calidad. Por otro lado, el jugo envasado y congelado rápidamente, mantiene sus características organolépticas.

1.2 CAROTENOS

Los carotenoides son los pigmentos responsables de la mayoría de los colores amarillos, anaranjados y rojos de frutos y verduras, debido a la presencia en su molécula de un cromóforo consistente total o principalmente en una cadena de dobles enlaces conjugados. Están presentes en todos los tejidos fotosintéticos, junto con las clorofilas, así como en tejidos vegetales no fotosintéticos, como componentes de cromoplastos, que pueden ser considerados como cloroplastos degenerados. (45)

Químicamente los carotenoides son terpenoides, formados básicamente por ocho unidades de isopreno, de tal forma que la unión de cada unidad se invierte en el centro de la molécula. En los carotenoides naturales sólo se encuentran tres elementos: C, H y O. El oxígeno puede estar presente como grupo hidroxilo, metoxilo, epoxi, carboxilo o carbonilo. Los dobles enlaces conjugados presentes en los carotenoides son los responsables de la intensa coloración de los alimentos que contienen estos pigmentos.

Así, por ejemplo, los colores naranja de la zanahoria y rojo del tomate, se deben a la presencia de β -caroteno (Figura No 1).

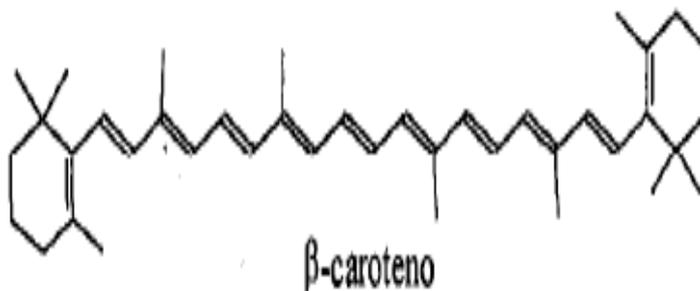


FIGURA No 1. ESTRUCTURA DE B-CAROTENO

La inestabilidad de los carotenoides se debe al hecho de que son compuestos altamente insaturados, degradándose fundamentalmente debido a procesos oxidativos, por las distintas condiciones de procesamiento que se emplean en la industria alimentaria. Por ello, desde un punto de vista nutricional, es de gran importancia conocer qué factores intervienen en la degradación de estos compuestos, ya que su pérdida, además de producir cambios en el color del alimento, con lleva a una disminución de su valor nutritivo. (45)

1.3. ÁCIDO L- ASCORBICO (VITAMINA C)

La vitamina C corresponde al grupo de las vitaminas hidrosolubles (Ver Figura No 2), y como la gran mayoría de ellas no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo y se elimina en pequeñas cantidades a través de la orina. Por este motivo, es importante su administración diaria, ya que es más fácil que se agoten sus reservas que las de otras vitaminas. Se llama con el nombre de vitamina C a todos los compuestos que poseen la actividad biológica del ácido ascórbico.(79)

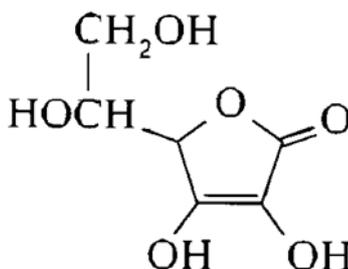


FIGURA No 2. ESTRUCTURA DEL ÁCIDO L- ASCÓRBICO

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 No 2. 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 dissociarse 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 cuál 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. (78) (80)

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. (77)

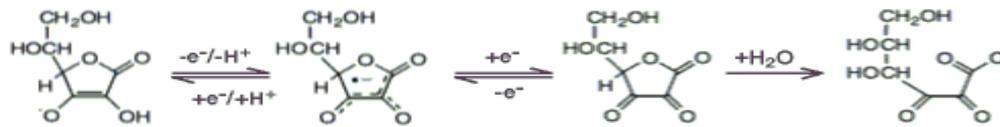
1.3.1 CARACTERÍSTICAS

Es una sustancia de color blanco, estable en su forma seca, pero en solución se oxida con facilidad, más aún si se expone al calor. Un pH alcalino (mayor a 7), el cobre y el hierro, también aceleran su oxidación.

Su estructura química recuerda a la de la glucosa (en muchos mamíferos y plantas, esta vitamina se sintetiza a partir de la glucosa y galactosa).

Se llama con el nombre de vitamina C a todos los compuestos que poseen la actividad biológica del ácido ascórbico. (72)

En la figura III se muestra la estructura química del ácido ascórbico.



Ascorbato Radical Ascorbil Dehidroascorbato 2,3 Dicetogulanato

FIGURA No 3. ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO.

1.3.2 FUNCIÓN

- ❖ Mejora la visión y ejerce función preventiva ante la aparición de cataratas o glaucoma.
- ❖ Es antioxidante, por lo tanto neutraliza los radicales libres, evitando así el daño que los mismos generan en el organismo.
- ❖ Su capacidad antioxidante hace que esta vitamina elimine sustancias tóxicas del organismo, como por ejemplo los nitritos y nitratos presentes en productos cárnicos preparados y embutidos. Los nitratos y nitritos aumentan la probabilidad de desarrollar cáncer.
- ❖ Su virtud como antioxidante nos protege ante el humo del cigarrillo, y como mejora el sistema inmune, es también utilizada en pacientes sometidos a radio y quimioterapia.
- ❖ Es antibacteriana, por lo que inhibe el crecimiento de ciertas bacterias dañinas para el organismo.
- ❖ Reduce las complicaciones derivadas de la diabetes tipo II.
- ❖ Disminuye los niveles de tensión arterial y previene la aparición de enfermedades vasculares.
- ❖ Tiene propiedades antihistamínicas, por lo que es utilizada en tratamientos antialérgicos, contra el asma y la sinusitis.

- ❖ Ayuda a prevenir o mejorar afecciones de la piel como eccemas o soriasis.
- ❖ Es cicatrizante de heridas, quemaduras, ya que la vitamina C es imprescindible en la formación de colágeno.
- ❖ Aumenta la producción de estrógenos durante la menopausia, en muchas ocasiones esta vitamina es utilizada para reducir o aliviar los síntomas de sofocos y demás.
- ❖ Mejora el estreñimiento por sus propiedades laxantes.
- ❖ Repara y mantiene cartílagos, huesos y dientes.
- ❖ Evita el envejecimiento prematuro (proteger el tejido conectivo, la "piel" de los vasos sanguíneos).
- ❖ Facilita la absorción de otras vitaminas y minerales.(79)
- ❖ Evita las enfermedades degenerativas tales como arteriosclerosis, cáncer, enfermedad de Alzheimer.
- ❖ Es importante su participación en la formación del colágeno y mucopolisacáridos, ya que es necesaria junto con el O₂ y el Fe⁺² para formar hidroxiprolina e hidroxilisina (componentes del colágeno).

El colágeno es una sustancia de la cual depende la integridad de todos los tejidos fibrosos, como son la piel, el tejido conjuntivo, la dentina, matriz ósea, cartílago y los tendones; en la formación de esta proteína radica su importancia como cicatrizante de heridas y fracturas.(72)

- ❖ En modelos animales intoxicados con plomo, la vitamina C ha demostrado “efectos protectores” sobre las anomalías musculares y nerviosas inducidas por la intoxicación con plomo. En fumadores, los niveles sanguíneos de plomo disminuyen un 81% en promedio, cuando son suplementados con 1000 mg de vitamina C, mientras que 200 mg son inefectivos, sugiriendo que la vitamina C en suplementos puede ser una económica y conveniente ventaja para reducir niveles de plomo en sangre.

- ❖ La vitamina C ha limitado su popularidad como tratamiento para los síntomas generados por el Autismo.
- ❖ Ensayos clínicos pequeños han encontrado que la vitamina C podría mejorar la cuenta, motilidad y morfología del espermatozoides en hombres infértiles. (72)

1.3.3 DOSIS DIARIA RECOMENDADA DE VITAMINA C

En la tabla N° 3 se establece la ingesta diaria recomendada de vitamina C según el Departamento de Nutrición del IOM (Institute of Medicine: Instituto de Medicina) y USDA (United States Department of Agriculture: Departamento de Agricultura de Estados Unidos) tanto para infantes, niños y adultos.

TABLA N° 3 DOSIS DIARIA RECOMENDADA DE VITAMINA C

Edad	Hombres (mg/día)	Mujeres (mg/día)
0 a 12 meses	ND	
1 a 3 años	15	
4 a 8 años	25	
9 a 13 años	45	45
14 a 18 años	75	65
19 a 50 años	90	75
>50 años	90	75
<u>Embarazo</u>		80 a 85
<u>Lactancia</u>		115

FUENTE: <http://WWW.ZONADIET.COM/NUTRICION/VIT-C.HTM>

1.3.4 DEFICIENCIA DE VITAMINA C

La deficiencia o carencia de vitamina C (ácido ascórbico) puede producir o verse reflejada por:

- ❖ Inflamación y sangrado de las encías
- ❖ Piel áspera y reseca
- ❖ Hematomas espontáneos
- ❖ Deficiencia en la cicatrización de heridas
- ❖ Sangrado nasal
- ❖ Dolor e inflamación articular
- ❖ Anemia
- ❖ Esmalte dental debilitado
- ❖ La carencia más grave de vitamina C se conoce como escorbuto, que se observa con mayor frecuencia en ancianos y desnutridos. El escorbuto está caracterizado por un debilitamiento general del organismo, anemia, encías inflamadas y hemorragias. (77)

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, araná 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)

1.4.3.1 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. (34)

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 (Ver Figura No 4). (34)



FIGURA N o 4. 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. (34)

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, de 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 anaeróbicamente 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.

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 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. (21)

1.4.5 ASPECTOS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA NARANJILLA

El tamaño, forma, color, firmeza, sabor y contenido de vitamina C son considerados atributos que definen la calidad de la naranjilla. Una naranjilla de calidad es aquella de aspecto globoso, color amarillo dorado, de 2 a 6 cm de diámetro y cubiertos con vellosidades de color café, que se quitan fácilmente; de cáscara delgada y de consistencia correosa, La pulpa de color verde claro, pegajosa, de sabor agridulce, rica en proteínas y minerales, el peso promedio es de 10-12 gramos.

La que se destina a industria debe ser además de un color naranja intenso externa e internamente y fácil de despallillar. El INTA realiza evaluaciones de calidad de fruta. EL INTA elaboró las normas **IRAM-INTA 15736** Productos del NOA. Frutas para consumo en fresco. Naranjilla. Muchos países tienen sus normativas propias. (58)

Los principales factores que afectan la retención de vitaminas en frutas deshidratadas durante su almacenamiento son la temperatura, el tipo y método de empaque.

Un factor clave es la cantidad de aire dentro del paquete o el acceso que tenga este gas desde el exterior. La riboflavina es bastante estable bajo todas las condiciones de temperatura y empaque. (2)

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)

Las frutas producidas para exportación se cosechan cuando han alcanzado la mitad de su color total; es decir a partir del leve cambio del color verde a amarillo. Este punto de cosecha asegura que las frutas están lo suficientemente firmes para resistir mejor la logística de exportación. La cosecha se debe realizar en las horas más frescas de la mañana y de forma manual, utilizando tijeras o cuchillo, o ejerciendo una torsión al fruto para su separación de la planta. Cuando la naranjilla está totalmente madura se desprende del cáliz y cae al suelo.

- ❖ **Cosecha y transporte:** La cosecha de campo se la realiza en cestas de plástico de 52 x 35 x 18 cm, en cuyo fondo se coloca hojas de papel en blanco no de periódico, en las cuales podría desprenderse no solamente tinta sino además plomo. La fruta cosechada debe preferentemente tratarse en una cadena de frío.
- ❖ **Recepción en planta:** Las jabas se deben localizar inmediatamente en un sitio seco y fresco, preferible aclimatado. Se recomiendan temperaturas de 4° C – 8° C, con una humedad relativa del 80% - 90%.
- ❖ **Selección:** La selección del fruto bajo parámetros de regularidad, buena formación del fruto, coloración uniforme, eliminación de las pequeñas espinas, lo realiza personal capacitado, los cuales deben estar equipados con delantales que protejan al producto de estar en contacto con el vestido o directamente con la piel, para evitar posibles contaminaciones con microorganismos. Deben estar equipados con vestimenta de color blanco para detectar fácilmente la suciedad y mantener constantemente altísimos índices de higiene. En un principio la selección del material de cosecha se lo hace con guantes de látex.
- ❖ **Limpieza:** Se debe eliminar especialmente las pequeñas espinas que se localizan por encima del fruto, en bandejas de cuero o de un material similar en la que se hacen rodar o se frota el fruto para eliminar las espinas.
- ❖ **Clasificación:** Existen índices de clasificación que están en función con el largo del peso del fruto.
- ❖ **Empaque:** Se la realiza en paquetes de polystyrene envueltos con celofán I o celofán II (de poros más grandes que el anterior), con pesos de 200 - 500 gramos incluso de 1 Kilo.
- ❖ **Almacenamiento:** A una temperatura de 4°C - 8° C, con una humedad relativa del 80% - 90%.

1.5 DESHIDRATACIÓN

En general se entiende por deshidratación a la eliminación del agua contenida en un sólido por medio del aire caliente, tomando siempre en cuenta los mecanismos de transporte así como la transmisión de calor. El secado con aire caliente es uno de los métodos utilizados para la deshidratación de frutas y los equipos más ampliados son los secadores tipo plataforma, de bandejas y de túnel. (5)

La deshidratación o desecación ocurre siempre que la presión del vapor del producto es mayor que la presión del vapor del aire de los alrededores del mismo.

La rapidez de la pérdida de humedad del producto es proporcional a la diferencia entre las presiones del vapor y el área de superficie expuesta del producto. La diferencia de presión del vapor entre el producto y el aire de secado de los alrededores es principalmente función de la humedad relativa y de la velocidad del aire. En definitiva con baja humedad relativa del aire y alta velocidad será mayor la pérdida de humedad del producto.

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. (16)

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 SO₂, 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. (40)

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. (41)

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. (16)

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. (42)

1.5.1 ORIGENES DE LA DESHIDRATACIÓN

Deshidratar es un sistema de conservación de alimentos que se remonta al Neolítico, época en que el hombre deja la vida nómada (caza y recolección de lo que encuentra a su paso) forma comunidades, siendo la agricultura una de sus principales actividades. Todas las civilizaciones han desarrollado en menor o mayor medida formas de conservar los alimentos de acuerdo a sus necesidades.

El más utilizado por todas ellas es la deshidratación / secado de los alimentos, otros métodos como; salados, salmueras, encurtidos, pasteurización, conservantes, y más recientemente, hace tan sólo algunos años la radiación con sus enrevesadas técnicas que desnaturalizan y eliminan la mayoría de los nutrientes de los alimentos.

Todos esos sistemas o métodos gozan de más o menos adeptos, dependiendo en gran medida del tipo de alimento a conservar. El que se adapta mejor a cualquier tipo de producto alimenticio y proporciona una gran estabilidad microbiológica, debido a su reducción de la actividad del agua es la deshidratación además de aportar otras ventajas como la reducción del peso facilitando a su vez el almacenaje, manipulación y transporte de los productos finales deshidratados.

Pueden deshidratar: carnes, pescados, frutas, verduras, hierbas aromáticas, té, café, azúcar, sopas, comidas ya cocinadas, pre-cocinados, especias, etc. Además es la solución para todos aquéllos que tienen su propio huerto, de pronto les invaden los excedentes de tomates, calabacines, manzanas, ciruelas, etc., deshidratando esos excedentes dispondrán de sus propios productos cuando escasean. (68)

También es una económica solución para aquellas personas que les gusta consumir productos de calidad en cualquier época del año, se compran baratos en el mercado en plena temporada los deshidratan y los consumen en cualquier época del año.

En todos los países del mundo la deshidratación de algún tipo de fruta, verdura, carne o pescado forma parte de su propia tradición. España no es una excepción, la forma más primitiva de hacerlo es la exposición de los alimentos al sol y aire.

En la mayoría de los casos se procede al secado / deshidratado de determinadas frutas (higos, melocotones, albaricoques, ciruelas, etc. y verduras como pimientos, tomates, etc.) se utilizan diversos tipos de rejillas donde se extienden las frutas / verduras, durante el día se exponen al sol y por la noche deben recogerse para evitar las humedades nocturnas, la descompensación que se produce por el cambio de temperatura y la diferencia de calidad del aire afecta directamente a la calidad del deshidratado.(67)

1.5.2 PORMENORES DE LA DESHIDRATACIÓN

Es muy importante para una perfecta deshidratación que la temperatura sea constante y el aire circule libremente entre los alimentos. Hay que tener en cuenta que dentro de la estructura molecular de cada fruta, verdura, carne, etc. la cantidad de agua / humedad es distinta. De esa diferencia dependerá la temperatura y el periodo de tiempo necesarios, para que obtengamos una perfecta deshidratación del alimento o alimentos.

La preparación de todos los alimentos para deshidratar es muy simple. Una vez deshidratados mantienen todo el sabor incluso muchas veces se realza y los nutrientes prácticamente no sufren variaciones.

Otra de las múltiples facetas de la deshidratación, y que fascina a muchas personas, es que pueden preparar deliciosos e interesantes tentempiés que podrán comer en lugar de tapas al mediodía, a media tarde, etc., o enérgicas mezclas para consumirse en lugar de comidas cuando viajan, practican algún deporte, salen a las montañas, playas, hacen turismo o simplemente van de compras.

Pueden crear sus propias mezclas para las sopas, bases para sales con hierbas, infusiones, bases para guisos y tajines, y como no frutas que después pueden convertir en decorativos centros de chocolate. (43)

1.5.3 DIFERENCIAS ENTRE LA DESHIDRATACIÓN Y OTROS TIPOS DE CONSERVACIÓN

Deshidratación: como se decía al principio es el sistema ideal para conservar cualquier tipo de alimento, no se limita a unos determinados. Mantiene prácticamente inalterables todas las propiedades de los alimentos (vitaminas, minerales, oligoelementos, enzimas, etc.) incluso los realza, el color es vivo e intenso.

Congelación: los alimentos se someten a cambios bruscos / extremos de temperaturas que desvirtúan considerablemente la calidad de los nutrientes, el agua es eliminada al convertirse en cristales de hielo, alterando la estructura molecular de cualquier alimento, ese es el motivo de que una vez descongelados los productos congelados, tengan un sabor y consistencia distinta al del producto original.

No es recomendable consumir alimentos que hayan permanecido congelados más de 6 meses. Otro de los inconvenientes es el almacenamiento de los mismos, obliga a tener grandes frigoríficos que ocupan espacio, con el agravante del consumo de energía eléctrica.

Salmuera y salazones: acidifican los alimentos (pH ácido) se desconoce la calidad de la sal utilizada y los procesos que ésta ha sufrido, procedencia de la misma, etc.

El almacenamiento precisa contenedores especiales bien de cristal o plástico, a veces pueden llegar a estropearse si la relación agua / sal no es correcta.

Radiación: utilizada en numerosos países para eliminar las esporas y evitar enmohecimientos de los alimentos que han de viajar de un país (por lo general del denominado tercer mundo, a los que se les venden componentes atómicos de desecho y servirán para este tipo de conservación) a otros, digamos ricos. Alimentos recolectados totalmente verdes, maduran durante el transporte y almacenaje como bananas, piñas, tomates, manzanas u otros como carnes y sobre todo pescados, en los que se altera por completo el valor nutritivo del alimento, además de los que significa comer un producto radiado.

Esto es uno de los efectos de la globalización y la falta de escrúpulos de las multinacionales de la alimentación, que persiguen la rentabilidad en detrimento del consumo de los productos locales. Los alimentos radiados mantienen la parte exterior en perfecto estado, un tomate, pera, etc. podríamos decir que se acaba de recolectar y en realidad lleva dos o tres semanas de un lugar a otro hasta llegar a nuestros hogares. El exterior perfecto, pero la parte interna es más o menos marrón y no tienen sabor. (22)

El secado o desecación es uno de los procesos más antiguos de preservación de alimentos. 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. (42) (43)

1.5.4 CONTRACCIÓN DE UN FRAGMENTO DE ALIMENTO DURANTE LA DESHIDRATACIÓN

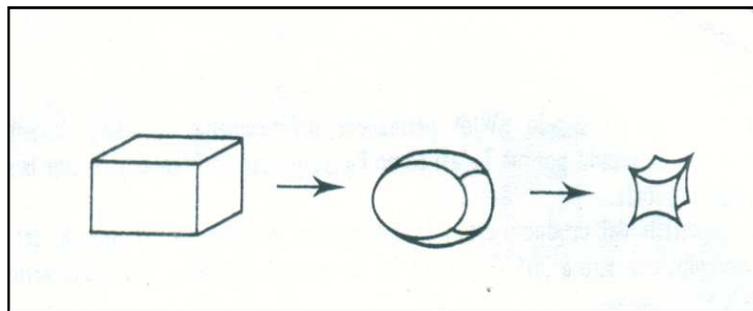


FIGURA No 5. CONTRACCIÓN DE UN FRAGMENTO DE ALIMENTO DURANTE LA DESHIDRATACIÓN

Cuando un alimento se somete a la deshidratación, se contrae en proporción a la salida progresiva de agua fuera de las células como se puede (ver en la Figura No 5). Esta contracción es mucho más acusada cuando la deshidratación es lenta y se produce a pesar de la resistencia de los elementos estructurales de los tejidos.

Por lo contrario si la deshidratación es rápida, se forma inmediatamente una capa seca y rígida en la superficie del alimento que “fija” el volumen final del producto.

La deshidratación posterior de las partes profundas, va acompañada de desgarramientos y vacíos internos. Entonces se obtienen productos que conservan su forma inicial, pero que debido a su estructura porosa se deshidratan rápidamente y bien. (40)

1.5.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS

El secado de alimentos no sólo afecta el contenido en agua del producto, sino que también altera otras propiedades físicas, químicas y biológicas tales como la actividad enzimática, deterioro microbiano, textura, viscosidad, dureza, aroma, gusto y sabor de los alimentos.(42)(43)

1.5.5.1 TEXTURA

La principal causa de alteración de la calidad de los alimentos deshidratados por estos sistemas reside en las modificaciones que estos provocan en su textura.

En los alimentos adecuadamente procesados las pérdidas de texturas 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. (76)

1.5.5.2 AROMA

El calor no solo provoca el paso el agua a vapor durante la deshidratación, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. La intensidad con la que esta pérdida se produce depende de las temperaturas y de las concentraciones de sólidos en el alimento, así como en la presión de vapor de las sustancias volátiles y su solubilidad en el vapor de agua. (32)

1.5.5.3 COLOR

La deshidratación cambia las características de la superficie de los alimentos y por tanto su color. Los cambios químicos experimentados por los pigmentos derivados, el caroteno y la clorofila, están producidos por el calor y la oxidación que tienen lugar durante la deshidratación. Por lo general, cuanto más de largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas de estos pigmentos. (34)

1.5.5.4 VALOR NUTRITIVO

Las pérdidas de valor nutritivo que se producen durante la preparación de frutas y son generalmente mayores que las que ocasiona el propio proceso de deshidratación. (33)

1.5.5.5 CONTENIDO DE AGUA DE LOS ALIMENTOS

El agua libre o no ligada se define como el agua del alimento que se comporta como agua pura. El agua no ligada se elimina durante el periodo de velocidad constante de secado cuando la naturaleza del alimento no tiene un gran efecto en el proceso de secado. (24)

Las propiedades dieléctricas del agua tienen propiedades cinéticas y termodinámicas diferentes a las moléculas ordinarias de agua. El contenido de agua de los alimentos en el proceso de deshidratación disminuye según avanza el proceso.

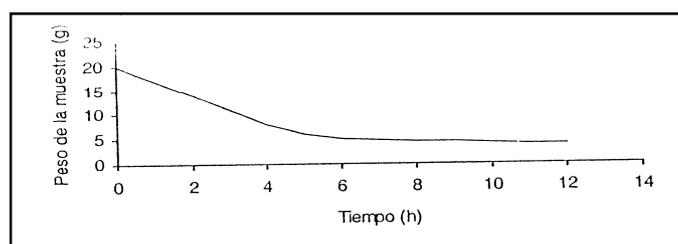


FIGURA No 6.CAMBIO DE PESO DURANTE EL PROCESO DE SECADO

En los procesos de secado, los datos suelen expresarse como la variación que experimenta el peso del producto que se está secando con el tiempo observado esta relación se encuentra en la Figura No 6. Aunque a veces, los datos de secado pueden expresarse en términos de velocidad de secado. (48)

1.5.6 TIPOS DE DESHIDRATACIÓN:

1.5.6.1 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.

1.5.6.2 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. Estos equipos están diseñados de forma que suministren un elevado flujo de aire en las fases iniciales del proceso, que luego se va reduciendo conforme se desplaza el producto sometido a deshidratación.

(40)

1.5.6.3 DESHIDRATACIÓN POR ROCÍO: Estos sistemas 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. (40)

1.5.6.4 ATOMIZACIÓN: Se utiliza en alimentos líquidos con un relativo alto contenido en sólidos la ventaja es que incluyen unas características técnicas constantes de secado, operación continua y sencilla y una gama de diseños disponibles para el secado de materiales sensibles y resistentes al calor.

1.5.6.5 LIOFILIZACIÓN: Usada en alimentos sensibles al calor, desarrollado para evitar las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y aroma, que se producen en las operaciones convencionales de secado.

1.5.6.6 DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA: En la que el agua se elimina por ósmosis, es otro proceso utilizado en la conservación de alimentos. La pérdida de agua durante la deshidratación osmótica se puede dividir en un periodo de alta velocidad de pérdida de agua seguido de otro de velocidad decreciente.

La temperatura y concentración de la solución osmótica afecta la velocidad de pérdida de agua. La deshidratación osmótica es tan rápida como la de aire o la de atomización, ya que la eliminación de agua se produce sin un cambio de fase. (44)

1.5.6.7 DESHIDRATACIÓN AL VACÍO: Este sistema presenta la ventaja de que la evaporación del agua es más fácil con presiones bajas. En los secadores mediante vacío la transferencia de calor se realiza mediante radiación y conducción y pueden funcionar por partidas o mediante banda continua con esclusas de vacío en la entrada y la salida. (40)

1.5.6.8 DESHIDRATACIÓN DE 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 articulados 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. Consisten de una cabina en el que el material a secar se esparce en bandejas. Cada bandeja puede ser de forma cuadrada o rectangular con un área que en promedio es de 1.25m^2 ; se recomienda esparcir el material hasta una altura máxima de 1.5 cm. El secado puede durar hasta dos días dependiendo del tipo de material y su contenido de humedad.(40)

VENTAJAS:

- ❖ Cada lote del material se seca separadamente.
- ❖ Se pueden tratar lotes de tamaños entre 10 a 250 Kg.
- ❖ Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas. La otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador. En la Figura No 7 se muestra el esquema general de un secador de bandejas

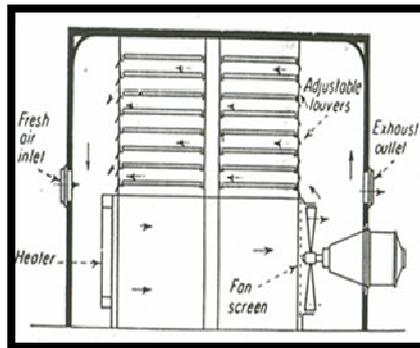


FIGURA No 7. ESQUEMA GENERAL DE UN SECADOR DE BANDEJAS.

Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del aire caliente fluye sobre el material desde arriba hasta abajo. El material de soporte debe facilitar la limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la temperatura y el flujo deben ser muy uniformes. En general la velocidad de flujo recomendada para 100 Kg del material es de 200 pies/min. (12)

Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos. La fuente energética de estos secadores puede ser de: vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes. (32)

1.5.6.8.1 EQUIPO SECADOR DE BANDEJAS A GAS:

Equipo de tipo directo o por convención, de operación discontinua pues satisface las necesidades requeridas para el tipo de material a secar, se puede deshidratar frutas, plantas medicinales para transformarlos en polvo.

Características: Es a base de flujos de aire caliente, que circula dentro de la cámara, dando un secado uniforme a las 5 bandejas introducidas en la cámara de secado, el gas licuado de petróleo (GLP) es el combustible utilizado para calentar el aire caliente en el interior del equipo y proporcionará el secado del producto tratado (Ver Fotografía N° 5).

Los componentes principales de este secador son:

- ❖ Fuente a base de gas licuado de petróleo (GLP)
- ❖ Ventilador
- ❖ Cámara de secado
- ❖ Control de temperatura semiautomático
- ❖ Materiales auxiliares



FOTOGRAFÍA N o 5. SECADOR DE BANDEJAS

CÁMARA DE SECADO: Cámara de secado es la que sirve para el proceso de secado de sustancias sólidas, Las dimensiones de la cámara de secado son: alto 54.7 cm. ancho 48.7 cm. y 45 cm. de profundidad, tiene un volumen de 0.120 m^3 y dispone de 5 bandejas rectangulares con un área individual de 0.192 m^3 en donde se va a esparcir el material a secar. Cada bandeja tiene una capacidad de 1 Kg es decir un total de 5 Kg por carga.

Las bandejas son construidas de acero inoxidable AISI 304 - 430 en el que se encuentran perforaciones o agujeros de 1 cm, de diámetro, por donde pueda circular y fluir el aire caliente sobre el material a secar. En el secador la temperatura y el flujo de aire deben ser uniformes para garantizar el secado del material, homogéneo en todo el sistema.

En la parte inferior de la cámara se colocará un caldero cuya función será lograr calentar el aire que será distribuido a la cámara de secado, una puerta provista de vidrio templado en la parte frontal del equipo permitirá visualizar el proceso de secado que va produciendo en su interior a su vez tiene una lana de vidrio como aislante térmico.

Mientras se está realizando un experimento discontinuo de secado de bandejas deben considerarse las siguientes precauciones. (12)

- ❖ La muestra no debe ser demasiado pequeña
- ❖ La bandeja de secado debe ser similar a la utilizada en una operación regular de secado
- ❖ La temperatura, velocidad, humedad y dirección del aire deben ser constantes.

1.5.6.9 DESHIDRATACIÓN POR MICROONDAS

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. (50)

Es un electrodoméstico usado para calentar alimentos que funciona mediante la generación de ondas electromagnéticas igual que las de radio, pero de longitud de onda mucho más pequeña: las longitudes de ondas de radio AM son de unos 300 metros, las de FM, de unos 3 metros, mientras que las de microondas son de unos pocos centímetros. Específicamente las del horno son de 12 cm. (50) (60)

La tecnología de microondas recientemente ha sido aplicada en los alimentos por la rápida transferencia de calor, el secado por este método es una técnica que se ha empleado últimamente como una opción de secado de productos biológicos (Alimentos), los productos secados en microondas se secan más rápidamente en comparación a los métodos convencionales utilizados.(50)(60)

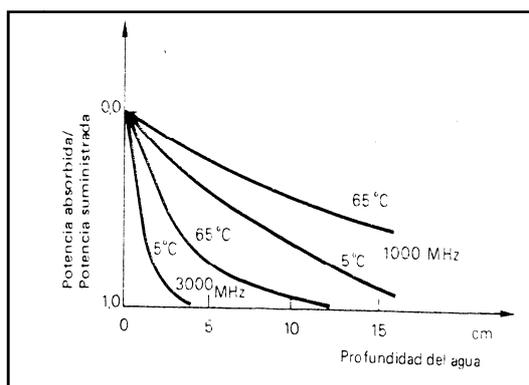


FIGURA No 8. PENETRACIÓN DE MICROONDAS EN EL AGUA

La cantidad y localización de la energía absorbida por un cuerpo expuesto a la radiación de microondas dependerán del tamaño del cuerpo y de la longitud de onda de la radiación, así como también de la posición del primero en el campo de la radiación. En general, las ondas más cortas se absorben en superficie, mientras que las de mayor longitud producen un calentamiento más profundo (Figura No 8).

La radiación de microondas se absorbe de manera tan irregular que pueden formarse puntos calientes.(16) (50)

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. (50)

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. (60)

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. (60)

1.5.6.9.1 FUNCIONAMIENTO DEL HORNO DE MICROONDAS

Los alimentos contienen normalmente moléculas de agua, éstas tienen la característica de un dipolo eléctrico (parecido a un imán pero estos tienen un dipolo magnético), es decir, poseen un extremo con carga positiva y un extremo con carga negativa.

El campo electromagnético generado en el horno mueve literalmente las moléculas de agua orientándolas en una dirección. Pero apenas las moléculas de agua se orientan en una dirección determinada, el campo eléctrico se invierte, con lo que todas las moléculas de agua cambian su posición (rotan). Estas inversiones de la orientación del campo electromagnético suceden rápidamente, a razón de 2.500 millones de veces por segundo, lo que produce calor por la agitación molecular (el calor está directamente relacionado con la vibración o agitación molecular). Por tanto, el alimento se calienta por excitación de las moléculas de agua, que se están moviendo, girando sobre sí mismas, a gran velocidad. (60)

Algunas características:

- ❖ Si un alimento no contiene agua, u otro líquido polar (con moléculas con un extremo positivo y otro negativo), no se calienta. Por eso un plato vacío no se calienta.
- ❖ Para calentar algo seco, se le debe agregar agua.
- ❖ El deshidratar o realizar la cocción de los alimentos más allá de su calentamiento (al punto de tostar o quemar) pueden desencadenar daños al horno de microondas.
- ❖ El calor se produce donde hay moléculas polares moviéndose, es decir, puede ser en el interior de una patata. El calor fluye, como en los hornos convencionales, de afuera hacia adentro del alimento pero la zona exterior es mucho mayor.
- ❖ Nunca se debe poner algo con líquido sellado, como un huevo crudo con cáscara, o un recipiente de vidrio cerrado. El efecto es que el agua se calienta hasta transformarse en vapor, que se expande, generando gran presión, pudiendo llegar a estallar.(50)

1.5.6.9.2 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. (60)

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. (60)

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 queme. 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. (60)

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. (50)

1.5.6.9.3 FRECUENCIA Y POTENCIA

FRECUENCIA.- es la cantidad de veces por segundo en que se repite una variación de corriente o tensión. Se mide en ciclos por segundo, su unidad es el hertzio (Hz). (54)

POTENCIA.- es la energía de emisión se mide en watts o sus múltiplos y cuanto mayor potencia tengamos en el horno más rápido se harán los alimentos. Por ejemplo, si queremos cocinar un pollo de 1 Kg. De peso:

- ❖ A 1.400 kw de potencia tardaremos 10 minutos
- ❖ A 1.300 Kw de potencia tardaremos 11 minutos
- ❖ A 1.200 Kw de potencia tardaremos 12 minutos
- ❖ A 1.000 Kw de potencia tardaremos 14 minutos (54)

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. (54)

1.5.6.9.4 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. (54)

1.5.6.9.5 INFLUENCIA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO:



FOTOGRAFÍA No 5. MICROONDAS

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 (Ver Fotografía No 5). (54)

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. (54)

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. (54)

1.5.6.9.6 VENTAJAS DE LA DESHIDRATACIÓN POR MICROONDA:

Rapidez

Las recetas las realiza en un tiempo mucho más corto del que se necesita con el horno tradicional.(50)

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. (50)

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. (50)

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. (50)

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.

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. (60)

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. (21)

Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del análisis. 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 cometido en la determinación de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractables no nitrogenadas. (21)

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. (18)

En la mayoría de las industrias alimentarias, la humedad se suele determinar a diario. Los niveles máximos se señalan frecuentemente en las especificaciones comerciales. (26)

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. (26)

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. (26)

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. (18)

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.(26)

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. (18)

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. (18)

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. (66)

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.

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. (36)(37).

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. (38).

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 qué 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. (12)

1.9.1 LEVADURAS Y MOHOS:

Las levaduras y los mohos crecen más 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 sazonados 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. (62)(63)

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. 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. La alteración por levaduras no constituye un peligro para la salud. (63)

CAPÍTULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en los siguientes laboratorios de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH:

- ❖ Bioquímica y Alimentos.
- ❖ Instrumental.
- ❖ Química Industrial.
- ❖ Microbiología.

2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1. MATERIAL VEGETAL:

Las muestras se tomaron en el cantón de Río Negro de la Provincia de Tungurahua en la hacienda “El Naranjillal” Naranjilla (*Solanum quitoense Lam*)

MATERIALES:

Espátula	Baño María	Fundas plásticas de 10x 15 pulgadas
Kitasato	Balones Kjeldahl	Rollo de papel Aluminio
Lana de vidrio	Bureta 50 mL	Tubos de ensayo
Matraces volumétricos	Caja de guantes estériles	
Matraz	Caja de mascarillas	
Piseta	Caja de parafilm	
Pinza	Caja indicadora de pH	
Pipetas volumétricas	Cápsula de porcelana	Gradilla
Plancha precalcinadora	Crisol	Mechero
Probeta gradual	Crisol de Gooch	Pinza de bureta
Soporte universal	Desecador	Pinza de cápsula
Varillad e vidrio	Embudo	Pipetas de 1, 5,10 mL.
Vaso de precipitación	Erlenmeyer de 250 mL.	Refrigerante
Balón de destilación de 500 mL.	Espátula	Reverbero eléctrico
Balones aforados de 250, 500 mL	Gradilla	Papel filtro
Caja petri 140x 15 mm	Mechero	Papel antiadherente

2.2.2 EQUIPOS:

Autoclave	Cámara fotográfica	Estufa
Balanza Analítica	Crisoles de Gooch	Espectrofotómetro
Balanza de Presición	Crisoles de porcelana	HPLC
Bomba de vacio	Desecador	Incubadora
Bureta	Digestor de Fibra	Kitasato
Cabina extractora de gases	Equipo del stark	Mufla
Cápsulas de Aluminio	Equipo de kjeldhal (Micro)	Refrigerador
Cámara fotográfica	Equipo de Soxhlet	Microondas EMC171D1PW
Computador	Equipo de Weende (Lab. Alimentos de la UTA)	pH metro
Cabina Extractora de gases	Espectrofotómetro	Reloj, selladora

2.2.3 REACTIVOS:

Agar saboraud	Hidróxido de sodio al 50% (NaOH 50%)
Zinc en lentejas	Hidróxido de sodio al 22% (NaOH 22%)
Sulfato de sodio anhidro (Na ₂ SO ₄)	Éter etílico
Reactivo de Fehling A y B	Etanol
Óxido de selenio al 2% (Se O 2%)	Desinfectante
Lana de vidrio	Azul de metileno
Indicador mixto: rojo de metilo-azul de bromo cresol	Alcohol
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	Agua destilada
Ácido clorhídrico 0.1N (HCl 0.1N)	

2.2.4 MEDIOS DE CULTIVO

- ❖ Agar Saboraud

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

2.3.1.1 ANÁLISIS FÍSICO DE LA NARANJILLA:

- ❖ Determinación de pH NTE INEN389
- ❖ Evaluación sensorial (Color, Olor, Sabor)
- ❖ Dimensiones: longitud y diámetro NTE INEN1975-2001
- ❖ Peso

2.3.1.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA NARANJILLA 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 24 horas
- ❖ Enfriar en desecador y pesar
- ❖ Desecar hasta obtener peso constante

Cálculos:

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

Dónde:

%H = humedad

W₁ = masa de la cápsula vacía en g

W₂ = masa de la cápsula con muestra en g

W₃ = masa de la capsula con la muestra seca en g

DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Método de incineración en mufla)

Principio

Esta determinación se da por medio de la incineración seca, donde se quema la sustancia orgánica de la muestra problema en la muestra a una temperatura de 500°C donde las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento.

Procedimiento

- Colocar la cápsula con la muestra seca resultado de la determinación de contenido de humedad en la Sorbona sobre un mechero, para calcinar hasta ausencia de humos.
- Transferir la cápsula a la mufla e incinerar a 500 °C por un lapso de 2 – 3 horas, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso.
- Sacar la cápsula y colocar en desecador, enfriar.
- Pesar la cápsula.
- Realizar la determinación debe hacerse por duplicado.

Cálculos:

$$\% C = \{(m_1 - m_2)/(m_1 - m)\} \times 100$$

Dónde:

%C = Contenido de cenizas en porcentaje de masa.

m = Masa de la cápsula vacía en g

m₁ = Masa de cápsula con la muestra antes de la incineración en g

m₂ = masa de la cápsula con las cenizas después de la incineración en g

DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método de FEHLING)

Principio

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 reducción del Cu (I) 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

Procedimiento

- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada
- Colocar en un balón de 250 mL y añadir 100mL de agua destilada para arrastra cuantitativamente la muestra.
- Adicionar 5mL de HCl concentrado
- Calentar a reflujo por 20 minutos
- Neutralizar con NaOH al 50%
- Aforar a 250 mL con agua destilada
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL
- En un Erlenmeyer de 250 mL colocar 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.
- En ese momento y controlando el tiempo empezar a añadir lentamente cada dos segundos y en pequeñas cantidades de 0,5 mL de la solución problema desde la bureta sin dejar hervir.
- Al minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1 mL por segundo hasta color rojo brillante.

- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos de 0,5mL
- Titular a ritmo de 0,05 mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzarse en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

Cálculos

Porcentaje de Azúcares Totales:

$$\% \text{ AT} = \frac{A \times F}{W - V}$$

Dónde:

- % 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

AZÚCARES REDUCTORES

Procedimiento

- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada
- Colocar en un balón de 500 mL, adicionar 15 mL de Carrez I y 15 mL de Carrez II, agitando después de cada adición.
- Aforar a 500 mL con agua destilada y filtrar por filtro de pliegues.
- El filtrado colocar en una bureta de 50 mL

- En un Erlenmeyer de 250 mL colocar 5 mL de solución de Fehling A y 5 mL de la solución de Fehling B, mezclar y añadir 40 mL de agua destilada, núcleos de ebullición, colocar en una fuente calórica y calentar hasta ebullición.
- Controlando el tiempo con un cronómetro empezar a añadir lentamente cada dos segundos y pequeñas cantidades de 0,5 mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de la solución de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1 mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos de 0,5 mL
- Titular a ritmo de 0,05 mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

Cálculos

Porcentaje de Azúcares Reductores

$$\% \text{ AR} = \frac{A \times F}{W - V}$$

Dónde:

% 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

AZÚCARES NO REDUCTORES

El cálculo se realiza con la determinación previa experimental de los azúcares reductores y totales, aplicando la siguiente fórmula.

$$\%ANR = \%AT - \%AR$$

Dónde:

%ANR = Azúcares no Reductores

%AT = Azúcares Totales

%AR = Azúcares Reductores

DETERMINACIÓN DE GRASA O EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO DE SOXHLET)

Principio

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo.

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua.

Procedimiento

- Pesar 2 g de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación
- En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también hexano) o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo Embonar la cámara de sifonación al balón.
- Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación
- Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12h

- Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente
- El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar

CÁLCULOS

$$\%G (\% \text{ Ex. E}) = \{(P_1 - P) / m\} \times 100$$

%G = grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

P₁ = masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en g.

P = masa del balón de extracción vacío en g.

m = masa de la muestra seca tomada para la determinación en g.

DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)

Principio

La Fibra es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas que se basa en la separación sucesiva de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno.

Las condiciones más comunes son tratamientos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviente, hidróxido de sodio diluido hirviente, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra.

Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema (previamente secada y desengrasada) por adición en un papel aluminio y se registra este peso. (W_1)
- Se coloca la muestra en el vaso y se pesa el papel con el sobrante y se anota este peso. (W_2)
- A cada vaso con la muestra se coloca 200 mL de H_2SO_4 al 7% más 2mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- 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 acida).
- 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.
- 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.
- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- En las paredes del vaso se raspa con el policia los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200 mL de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.
- 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.
- 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. Se saca al desecador y se realiza el primer peso registrando en primera instancia.

- 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.
- 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.(W4)
- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.

Cálculos

Porcentaje de Fibra

$$\% F = \frac{W3 - W4}{W2 - W1} \times 100$$

Dónde:

F = Fibra

W1 = Peso del papel solo

W2 = Peso del papel más muestra húmeda

W3 = Peso del crisol más muestra seca

W4 = Peso del crisol más cenizas

FIBRA BRUTA EN BASE SECA

$$\% F.B.S = \frac{100 \times FB}{MS}$$

Dónde

%F.B.S = % Fibra en base seca

% F.B = % Fibra Bruta

% M.S = % Materia Seca

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (Técnica AOAC 2049)

Principio

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_2 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 amoníaco 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.

Procedimiento

- Se pesa primeramente el papel bond, (W_1) luego por adición se pesa 1 gramo de muestra fresca y deshidratada y se registra el peso del papel solo y del papel más la muestra. (W_2). En este contenido del papel más la muestra se añade 8 gramos de sulfato de sodio más 0,1 gramos de sulfato cúprico.
- Todo este contenido se coloca en cada balón al cual se añade 25mL de H_2SO_4 concentrado (grado técnico).
- Cada balón con todo este contenido es llevado al 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.
- Luego de este tiempo son enfriados hasta que se cristalice el contenido de los balones.
- 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.
- 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.

- El amoníaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 mL en cada matraz
- 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.
- Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético.
- En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador Macro Kjeldahl. 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.
- 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.
- El número de mL de HCl al 0.1 N. gastado se registra para el cálculo respectivo

Cálculos Porcentaje de Proteína:

$$\%P = \frac{NHCl \times 0,014 \times 100 \times 6,25 \times mLHCL}{W_2 - W_1}$$

Dónde:

%PB = % Proteína Bruta

W₁ = Peso del papel solo

W₂ = Peso del papel más muestra

0.014 = Constante

6.25 = Constante

mL HCl = mL de Ácido Clorhídrico utilizados al titular.

Proteína en Base Seca:

$$\%P.B.S = \frac{100 \times PB}{M \cdot S}$$

Dónde:

%P.B.S = % Proteína en Base Seca.

%FB = % Proteína Bruta

%M.S = %Materia Seca.

2.3.1.3 ANÁLISIS DEL VALOR NUTRITIVO DE NARANJILLA DESHIDRATADA POR MICROONDAS A 3 POTENCIAS Y SECADOR DE BANDEJAS A 3 TEMPERATURAS.

DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Se utilizó el método de: Cromatografía líquida de alta resolución HPLC

Principio

Técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica. Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, con una fase móvil polar.

Condiciones

Columna C18 de 25 cm de longitud

Flujo 1mL/min longitud de onda 254 nm

Detector UV/ Visible

Fase móvil 0.05 M Ácido Fosfórico

Preparación del estándar de Vitamina C

- Pesar 0,5 mg de ácido ascórbico estándar
- Aforar a 100 mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección

Extracción del principio activo de la naranjilla fresca

- Pesar 1 g de la muestra
- Aforar a 10 mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección

Extracción del principio activo del deshidratado.

- Pesar 0,1g de la muestra
- Aforar a 10 mL con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana
- Colocar en vial de vidrio para su inyección

Cuantificación Vitamina C

$$\text{Concentración de Vitamina C} = \frac{A.M \times C.E \times F.D}{A.E.}$$

Dónde:

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 NARANJILLA DESHIDRATADA POR MICROONDAS A 3 POTENCIAS Y SECADOR DE BANDEJAS A 3 TEMPERATURAS.

DETERMINACIÓN DE HONGOS (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 mL 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 Sabraud dextrosa fundida y templada 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°C por 5 días.
- Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo.

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, tacto para medir las reacciones que produce la naranjilla con estos sentidos, para un control del producto inicial y final. Como se ve en el cuadro N° 1 Los parámetros tanto para la naranjilla fresca como para la naranjilla deshidratada por microondas y por secador de bandejas, difieren en su color ya que cuando se deshidrata la naranjilla por microondas este tiende a encender más el color mientras que por secador de bandejas se opaca. El olor es el típico de la fruta aunque en los deshidratados se concentra más el aroma y el sabor es ácido para los 3 casos siendo en los deshidratados agridulce por la concentración de los azúcares.

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

PARÁMETROS	NARANJILLA FRESCA	NARANJILLA DESHIDRATADA EN MICROONDAS	NARANJILLA DESHIDRATADA EN SECADOR DE BANDEJAS
Color	Naranja	Naranja	amarilla
Olor	Frutal	Frutal	Frutal
Sabor	Ácido	Ácido (agridulce)	Acido (agridulce)

3.2 DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA POR MICROONDAS

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 naranjillas, se las secó y se les retiró los peciolo, fueron colocadas en rodajas en un plato desechable, y éste en el plato giratorio del microondas y para el efecto se sometieron a tres potencias ($P_1=70$, $P_2 = 140$, $P_3 = 210$ W) para luego ser controlado el peso en intervalos de tiempo de 5 y 10 minutos, respectivamente hasta obtener peso constante.

Se realizaron cálculos específicos para las tres potencias de secado (70, 140, 210 W) como son:

Cálculo de la humedad del sólido:

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

Dónde:

X_i = Humedad del sólido

W_s = Peso del sólido

W_f = Peso final del sólido

Para el efecto se empezó con la potencia 1 (70 W) tomando pesos en intervalos de tiempo de 5 min a medida que avanza la deshidratación, evidenciándose que a un tiempo de 130 minutos es decir 2.15 horas el peso de la naranjilla no tiene mucha variación, es decir empieza la humedad crítica, manteniéndose constante a los 140 minutos es decir 2.30 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 NARANJILLA A POTENCIA 1(70 W) 5 min

t	P.a.	P.a.b	Xi
(min)	(g)	(g)	
0	110	115,5	5,98412698
5	106,5	112	5,76190476
10	104	109,5	5,6031746
15	101,3	106,8	5,43174603
20	98,25	103,75	5,23809524
25	95,3	100,8	5,05079365
30	92,85	98,35	4,8952381
35	88,8	94,3	4,63809524
40	86,9	92,4	4,51746032
45	84,85	90,35	4,38730159
50	82,25	87,75	4,22222222
55	77,25	82,75	3,9047619
60	76,85	82,35	3,87936508
65	74,35	79,85	3,72063492
70	71,65	77,15	3,54920635
75	71,2	76,7	3,52063492
80	66	71,5	3,19047619
85	63,3	68,8	3,01904762
90	57,5	63	2,65079365
95	52,4	57,9	2,32698413
100	41,65	47,15	1,64444444
105	27,65	33,15	0,75555556
110	25,35	30,85	0,60952381
115	23,1	28,6	0,46666667
120	20,6	26,1	0,30793651
125	18,95	24,45	0,2031746
130	17,5	23	0,11111111
135	16,6	22,1	0,05396825
140	15,75	21,25	0

Dónde:

t = tiempo en minutos

P.a. = peso de la naranjilla en gramos

P.a.b = peso de la naranjilla más plato desechable

Xi = humedad (Kg agua/Kg sólido)

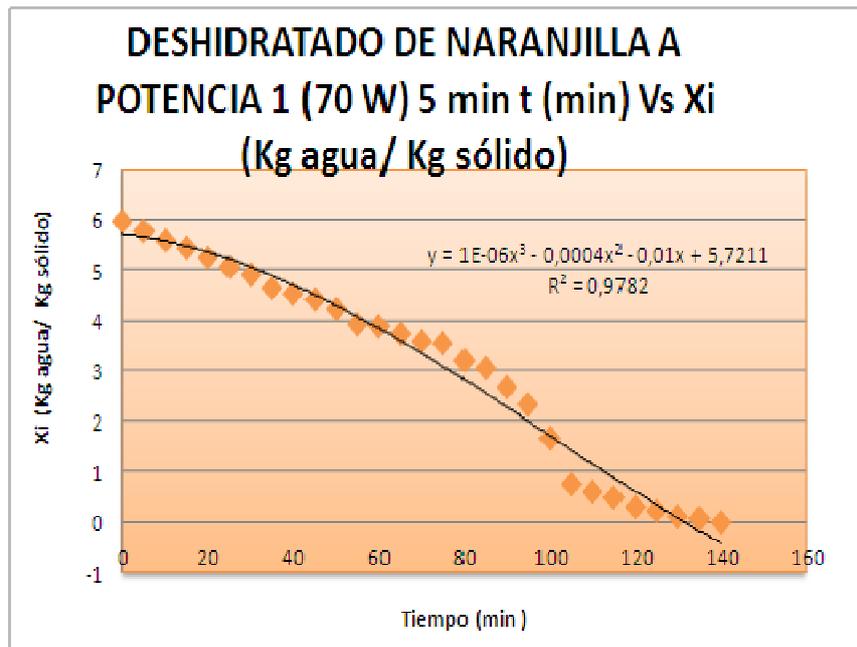


GRÁFICO No 1. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN MICROONDAS A POTENCIA 1 (70 W) A 5 min.

Para la potencia 1 (70 W) Tomando pesos con intervalos de tiempo de 10 min como se observa en el Cuadro No. 3 y Gráfico No 2. En un tiempo de 190 minutos es decir 3,15 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 210 minutos es decir 3.5 horas donde el producto deja de perder humedad.

**CUADRO No 3. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA
NARANJILLA A POTENCIA 1 (70 W) 10 min**

t	P.a.	P.a.b	Xi
(min)	(g)	(g)	
0	208,55	244,6	7,40927419
10	201,2	237,25	7,11290323
20	194,7	230,75	6,85080645
30	186,95	223	6,53830645
40	178,45	214,5	6,19556452
50	168,55	204,6	5,79637097
60	155,45	191,5	5,26814516
70	145,2	181,25	4,85483871
80	134,75	170,8	4,43346774
90	123,45	159,5	3,97782258
100	111,35	147,4	3,48991935
110	101,1	137,15	3,0766129
120	89,85	125,9	2,62298387
130	78,45	114,5	2,16330645
140	68,2	104,25	1,75
150	56,8	92,85	1,29032258
160	46,75	82,8	0,88508065
170	37,7	73,75	0,52016129
180	35,2	71,25	0,41935484
190	29,45	65,5	0,1875
200	24,85	60,9	0,00201613
210	24,8	60,85	0

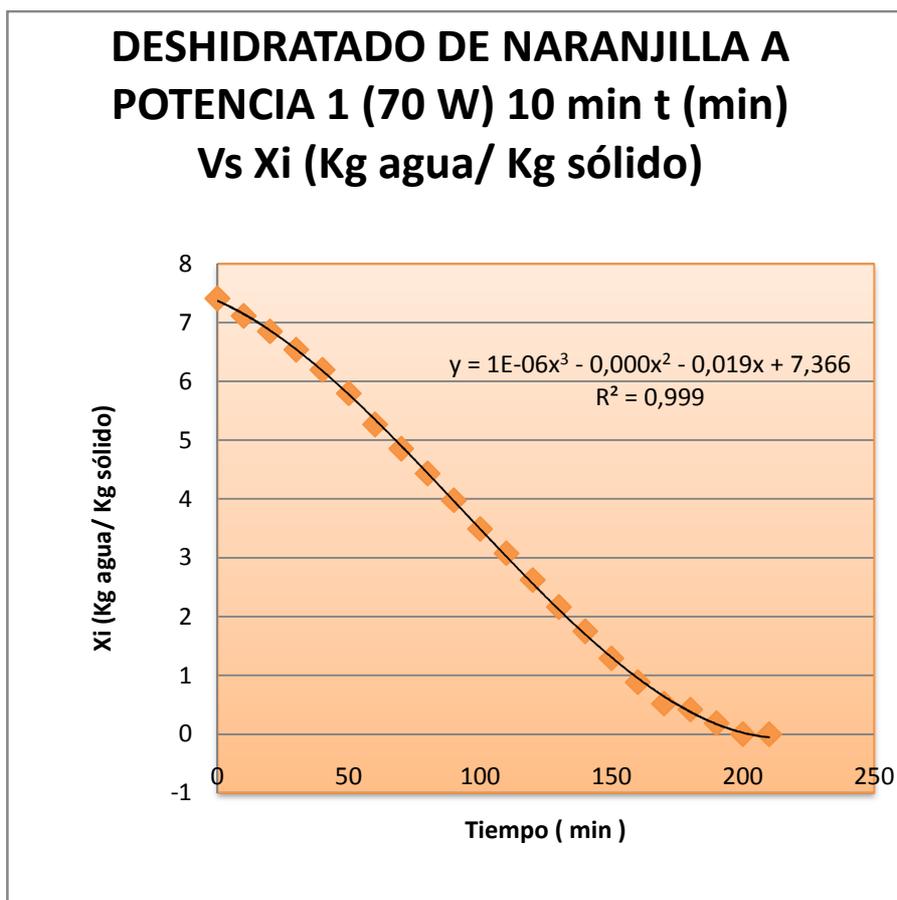


GRÁFICO No 2. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN MICROONDAS A POTENCIA 1 (70 W) A 10 min.

Para la potencia de 2 (140 W) con pesos tomados en intervalos de tiempo 5 min como se observa en el Cuadro No. 4 y Gráfico No. 3 a un tiempo de 95 minutos es decir a 1.58 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 105 minutos es decir 1.75 horas donde el producto deja de perder humedad.

CUADRO No 4. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA A POTENCIA 2 (140 W) A 5 MIN

t	P.a.	P.a.b	Xi
(min)	(g)	(g)	
0	197,75	220,25	7,41489362
5	189,45	211,95	7,06170213
10	180,65	203,15	6,68723404
15	171,25	193,75	6,28723404
20	160,4	182,9	5,82553191
25	152,25	174,75	5,4787234
+*30	146,35	168,85	5,22765957
35	133	155,5	4,65957447
40	122,35	144,85	4,20638298
45	109,5	132	3,65957447
50	99,2	121,7	3,2212766
55	91,15	113,65	2,8787234
60	79,3	101,8	2,37446809
65	69,95	92,45	1,97659574
70	56,85	79,35	1,41914894
75	47,05	69,55	1,00212766
80	39,05	61,55	0,66170213
85	29,5	52	0,25531915
90	25	47,5	0,06382979
95	23,6	46,1	0,00425532
100	23,55	46,05	0,00212766
105	23,5	46	0

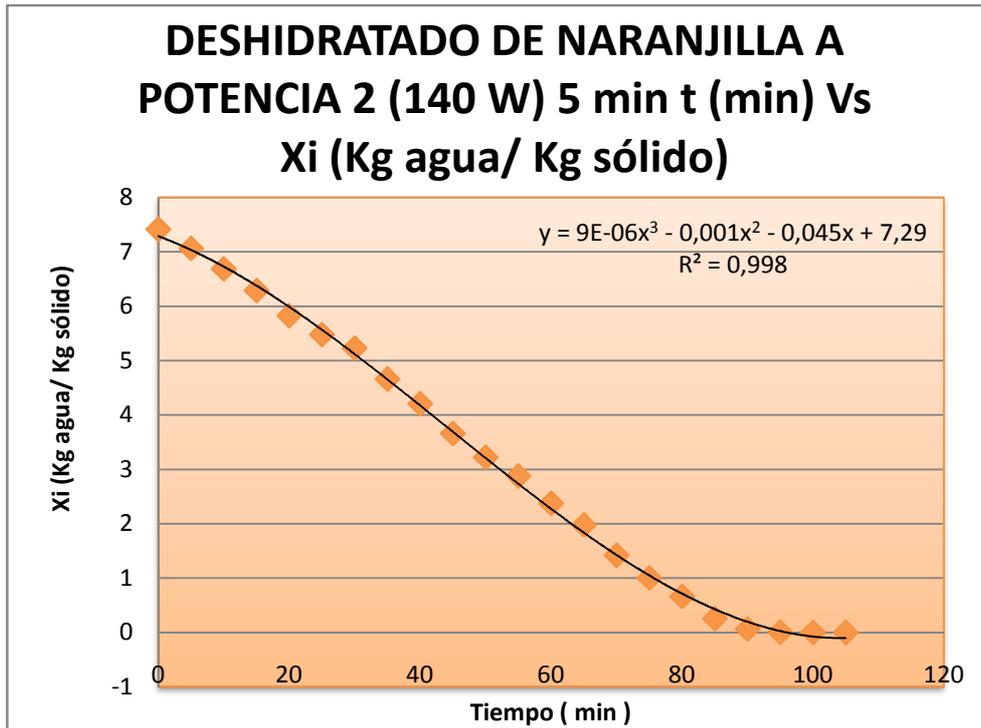


GRÁFICO No 3. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN MICROONDAS A POTENCIA 2 (140 W) A 5 MIN.

Para la potencia de 2 (140 W) con pesos tomados en intervalos de tiempo de 10min como se observa en el Cuadro No. 5 y Gráfico No. 4 a un tiempo de 70 minutos es decir a 1.16 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 90 minutos es decir 1.5 horas donde el producto deja de perder humedad.

CUADRO No 5. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA A POTENCIA 2 (140 W) A 10 min

t (min)	P.a. (g)	P.a.b. (g)	Xi
0	188,3	235,05	8,00956938
10	160,15	206,9	6,66267943
20	146,25	193	5,99760766
30	118,85	165,6	4,68660287
40	90,85	137,6	3,34688995
50	64,35	111,1	2,07894737
60	40,75	87,5	0,94976077
70	26	72,75	0,24401914
80	21,9	68,65	0,04784689
90	20,9	67,65	0

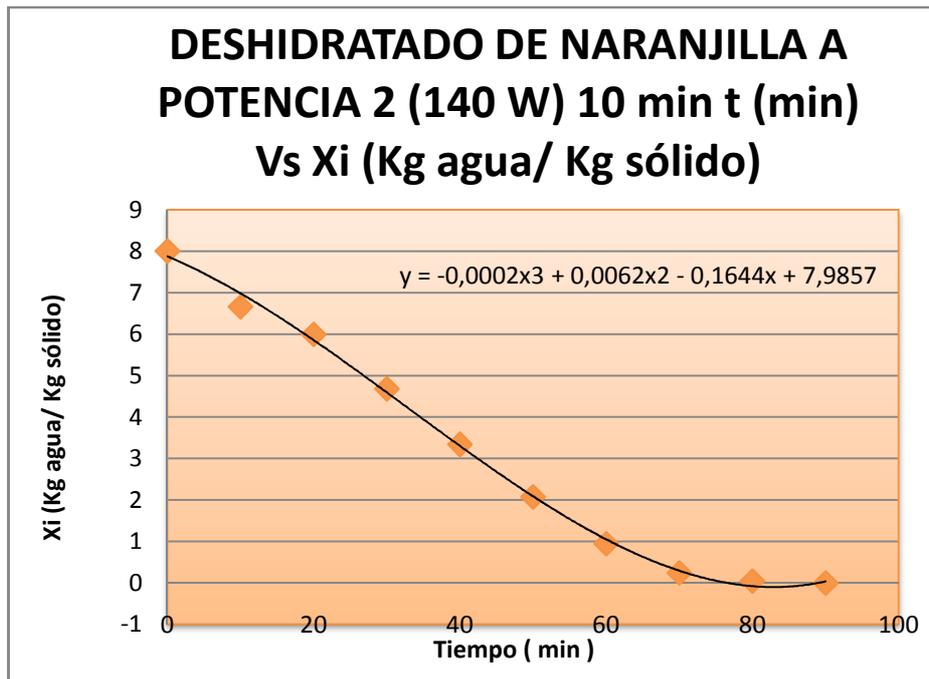


GRÁFICO No 4. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN MICROONDAS A POTENCIA 2 (140 W) A 10 min.

Para la potencia de 3 (210 W) con pesos tomados en intervalos de tiempo de 5 min como se observa en el Cuadro No. 6 y Gráfico No. 5 A un tiempo de 45 minutos es decir a 0.75 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 50 minutos es decir 0.83 horas donde el producto deja de perder humedad.

CUADRO No 6. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA A POTENCIA 3 (210 W) A 5 min

t (min)	P.a. (g)	P.a.b (g)	Xi
0	209,1	242,5	4,95726496
5	182,1	215,5	4,18803419
10	172,5	205,9	3,91452991
15	158,55	191,95	3,51709402
20	138,1	171,5	2,93447293
25	115,2	148,6	2,28205128
30	98,2	131,6	1,7977208
35	78,4	111,8	1,23361823
40	60,8	94,2	0,73219373
45	36,6	70	0,04273504
50	35,1	68,5	0

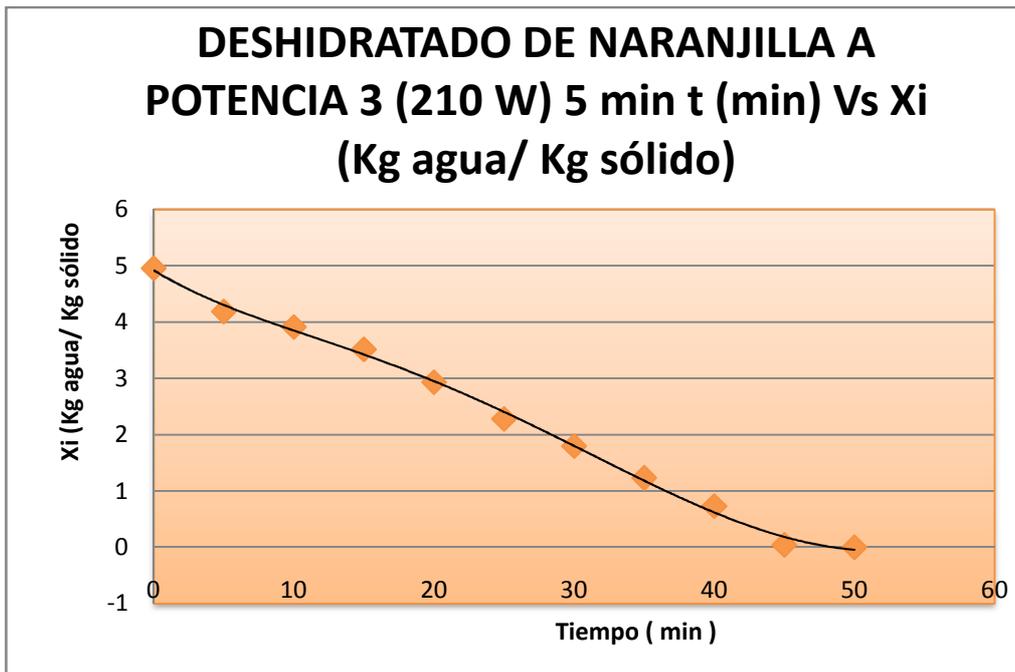


GRÁFICO No 5. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN MICROONDAS A POTENCIA 3 (210 W) A 5 min.

Para la potencia de 3 (210 W) con pesos tomados en intervalos de tiempo de 5 min como se observa en el Cuadro No. 7 y Gráfico No. 6 A un tiempo de 45 minutos es decir a 0.75 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 50 minutos es decir 0.83 horas donde el producto deja de perder humedad.

CUADRO No 7. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA A POTENCIA 3(210 W) A 10 min

t	P.a.	P.a.b	Xi
(min)	(g)	(g)	
0	179,55	226,1	9,23076923
10	153,2	199,75	7,72934473
20	121,7	168,25	5,93447293
30	80,95	127,5	3,61253561
40	42,7	89,25	1,43304843
50	19,7	66,25	0,12250712
60	17,55	64,1	0

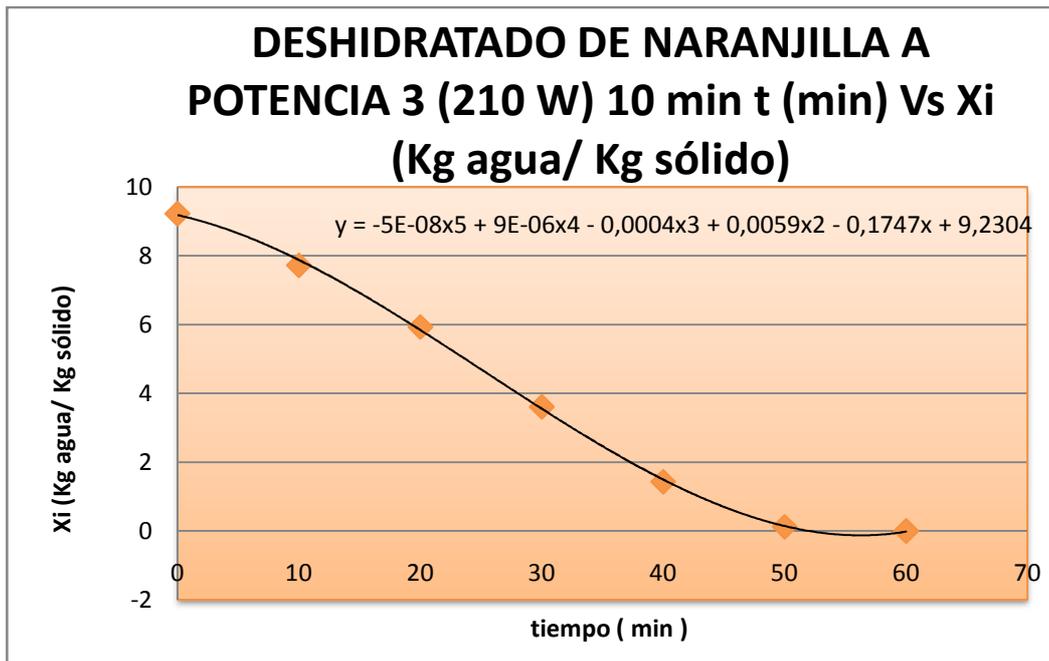


GRÁFICO No 6. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN MICROONDAS A POTENCIA 3 (210 W) A 10 min.

Como se evidencia en los cuadros anteriores, a las tres potencias a las que fue sometida la naranjilla, 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 70 W en pesos con intervalos de tiempo de 5 min el tiempo de secado es de 140 minutos que corresponde a 2.33 horas, mientras que a 70 W en pesos tomados en intervalos de tiempo de 10 min el tiempo es de 210 minutos es decir 3.5 horas, para la potencia 2 de 140 W con pesos tomados en intervalos de tiempo de 5 min el tiempo de secado fue de 105 min es decir 1.75 horas, en cambio para la misma potencia con pesos tomados en intervalos de tiempo de 10 min obtuvimos un tiempo de secado de 90 min es decir 1.5 horas, y para la última potencia 3 de 210 W A con pesos tomados en intervalos de tiempo de 5 min se obtuvo un tiempo de secado de 50 min es decir 0.83 horas y con la misma potencia con pesos tomados en intervalos de 10 min se obtuvo un tiempo de secado de 60 min es decir de 1 hora. Cabe recalcar que a estas tres potencias la naranjilla conservó sus características sensoriales. En los tres casos el peso final de la naranjilla varía notablemente al deshidratarlo, afectando la textura del mismo debido lógicamente a la pérdida de agua. Se puede notar que la deshidratación de la naranjilla en los pesos tomados en intervalos de tiempo de 10 min tiene mayor tiempo de secado que los tomados en intervalos de 5 min.

Se evidencia también que en los datos no se llega a la humedad determinada experimentalmente en cada deshidratado siendo en la potencia de 70 W 12.27%; en la de 140 W 15.64%; y en la de 210 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 DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA POR SECADOR DE BANDEJAS

Para la deshidratación se utilizó un secador de bandejas de capacidad de 3 Kg cada una .

Una vez que se lavaron las naranjilla y se retiró el peciolo, se pesó cada bandeja vacía y luego se colocaron en cada bandeja las naranjillas en rodajas hasta llenar la bandeja para luego tomar el peso de la bandeja + la naranjilla, se realizaron toma de pesos en intervalos de tiempo de 15 min a temperaturas de 60, 70 y 80 ° C hasta obtención de peso constante.

Se realizaron cálculos específicos para las tres temperaturas de secado (60, 70, 80° C) como son:

Cálculo de la humedad del sólido

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

Dónde:

X_i = Humedad del sólido

W_s = Peso del sólido

W_f = Peso final del sólido

Para la temperatura de 60° C con pesos tomados en intervalos de tiempo de 15 min como se observa en el Cuadro No. 8 y Gráfico No. 7 A un tiempo de 300 minutos es decir a 5 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 360 minutos es decir 6 horas donde el producto deja de perder humedad.

CUADRO No 8. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA A TEMPERATURA DE 60° C

t	p.a.	P.a.b	Xi
(min)	(g)	(g)	
0	248,245	1494,375	8,17048393
15	228,845	1474,975	7,45382342
30	213,97	1460,1	6,90432213
45	200,72	1446,85	6,41485039
60	186,995	1433,125	5,90783155
75	171,12	1417,25	5,32138899
90	156,645	1402,775	4,7866642
105	143,72	1389,85	4,30919837
120	132,07	1378,2	3,87883266
135	120,395	1366,525	3,44754341
150	108,92	1355,05	3,02364241
165	101,02	1347,15	2,73180643
180	92,42	1338,55	2,41411156
195	76,27	1322,4	1,81751016
210	62,895	1309,025	1,32342076
225	52,07	1298,2	0,92353158
240	43,595	1289,725	0,61045438
255	37,895	1284,025	0,39988918
270	31,92	1278,05	0,17916513
285	30,395	1276,525	0,1228297
300	27,995	1274,125	0,03417067
315	27,745	1273,875	0,02493535
330	27,62	1273,75	0,02031769
345	27,37	1273,5	0,01108238
360	27,07	1273,2	0

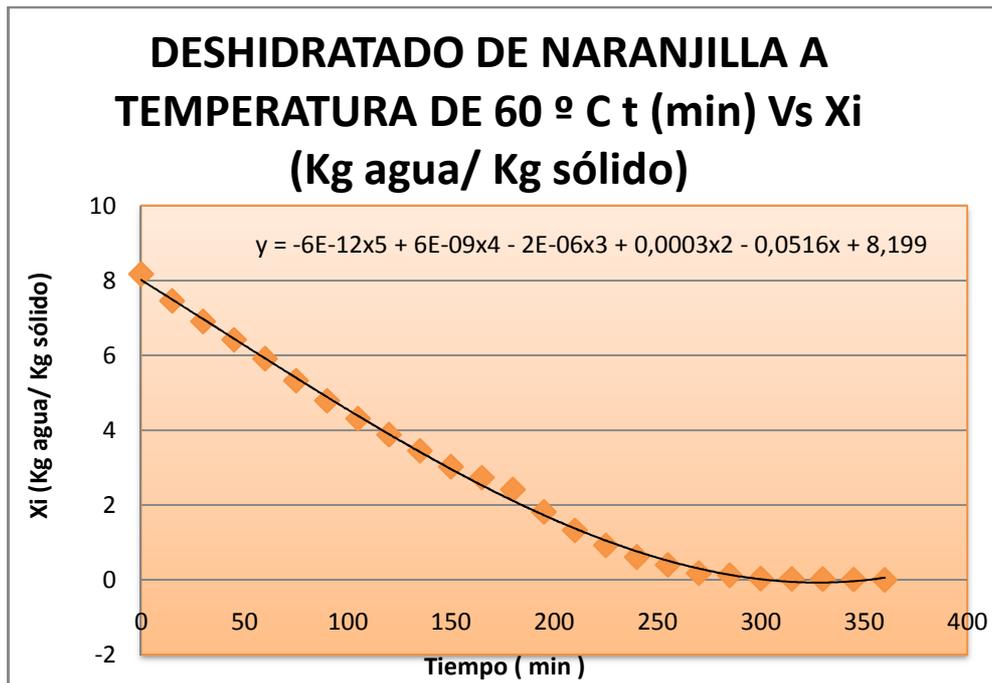


GRÁFICO No 7. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN SECADOR DE BANDEJAS A LAS TEMPERATURAS DE 60 ° C.

Para la temperatura de 70° C con pesos tomados en intervalos de tiempo de 15 min como se observa en el Cuadro No. 9 y Gráfico No. 8 A un tiempo de 240 minutos es decir a 4 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 300 minutos es decir 5 horas donde el producto deja de perder humedad.

CUADRO No 9. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA A TEMPERATURA DE 70°

t	P.a.	P.a.b	Xi
(min)	(g)	(g)	
0	268,475	1514,675	9,71756487
15	226,475	1472,675	8,04091816
30	205,925	1452,125	7,22055888
45	177,45	1423,65	6,08383234
60	154,825	1401,025	5,18063872
75	130,45	1376,65	4,20758483
90	107,8	1354	3,30339321
105	92,725	1338,925	2,70159681
120	78,15	1324,35	2,11976048
135	63,625	1309,825	1,53992016

150	50,05	1296,25	0,99800399
165	44,575	1290,775	0,77944112
180	40,825	1287,025	0,62974052
195	35,65	1281,85	0,42315369
210	33,125	1279,325	0,32235529
225	26,925	1273,125	0,0748503
240	25,825	1272,025	0,03093812
255	25,5	1271,7	0,01796407
270	25,225	1271,425	0,00698603
285	25,175	1271,375	0,00499002
300	25,05	1271,25	0

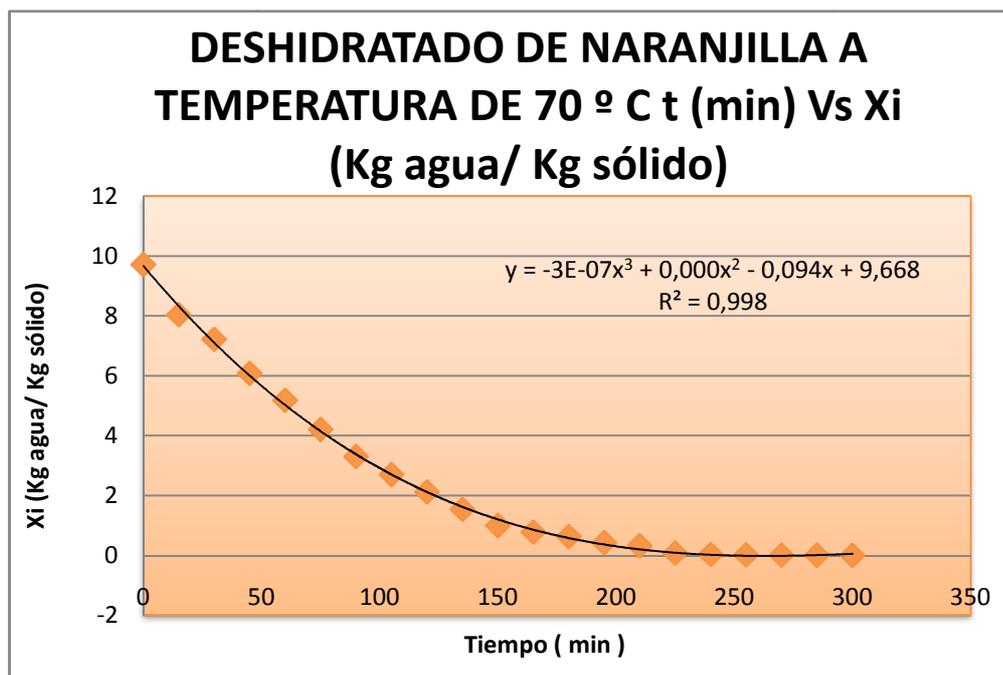


GRÁFICO Nº 8. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN SECADOR DE BANDEJAS A LAS TEMPERATURAS DE 70 ° C.

Para la temperatura de 80° C con pesos tomados en intervalos de tiempo de 15 min como se observa en el Cuadro No. 10 y Gráfico No.9 A un tiempo de 210 minutos es decir a 3.5 horas el peso de la naranjilla no tiene variación, manteniéndose constante, llegando a los 225 minutos es decir 3.75 horas donde el producto deja de perder humedad.

CUADRO No 10. RESULTADOS DEL TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA A TEMPERATURA DE 80° C

T (min)	P.a. (g)	Pab (g)	Xi
0	240,575	1487,075	7,90194265
15	209,575	1456,075	6,75485661
30	182,5	1429	5,75300648
45	161,525	1408,025	4,97687327
60	143,85	1390,35	4,32284921
75	125,175	1371,675	3,63182239
90	105,425	1351,925	2,90101758
105	93,375	1339,875	2,45513414
120	79,4	1325,9	1,93802035
135	76,525	1323,025	1,83163737
150	58,1	1304,6	1,14986124
165	47,975	1294,475	0,77520814
180	36,6	1283,1	0,35430157
195	29,55	1276,05	0,09343201
210	27,225	1273,725	0,00740056
225	27,025	1273,525	0

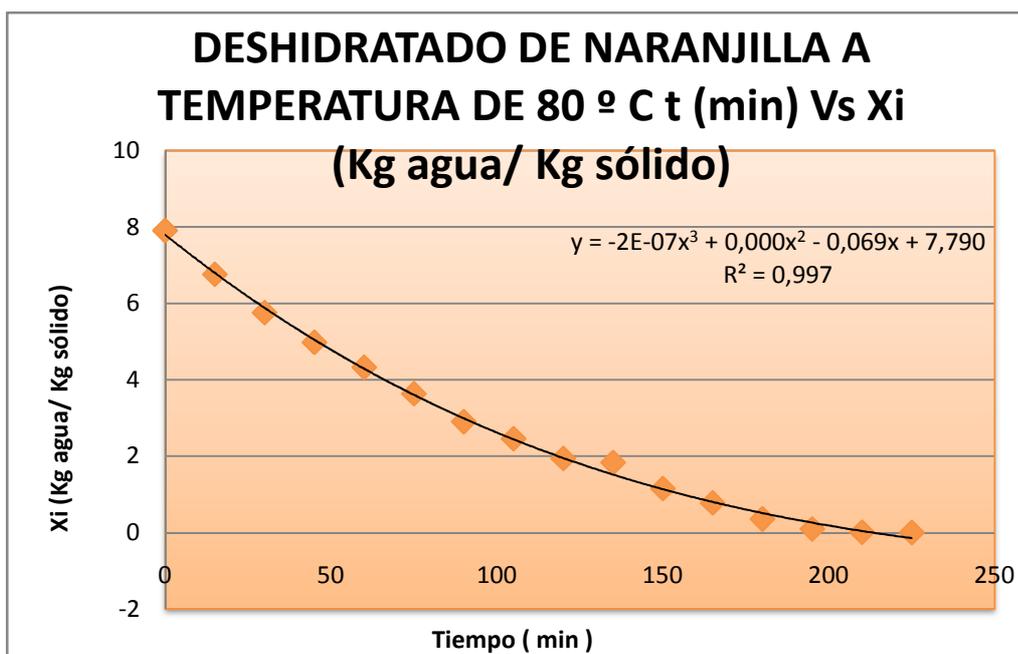


GRÁFICO No 9. CURVA DE DESHIDRATACIÓN DE LA NARANJILLA DESHIDRATADA EN SECADOR DE BANDEJAS A LAS TEMPERATURAS DE 80 ° C.

Como se puede observar en los cuadros de secado en bandejas a mayor temperatura es menor el tiempo de secado, se observa que a las temperaturas de 60, 70 y 80 ° C la naranjilla cambia ligeramente sus características sensoriales y por los efectos de temperatura en la deshidratación cambia su textura.

3.4 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C.

Obtenida la naranjilla deshidratada, se procedió a realizar el análisis de contenido de vitamina C en muestras deshidratadas a 70, 140 y 210 W de Potencia y Temperaturas de 60, 70 y 80° C.

CUADRO No 11. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C EN NARANJILLA DESHIDRATADA POR MICROONDAS A POTENCIAS 1 (70 W), 2 (140 W) Y 3 (210 W) CON UNA REPETICIÓN EN CADA UNA.

Sustancia	ppm	mg Vit C/g m.f (Muestra Fresca)	mg Vit C/100 g muestra fresca	% Humedad	mg Vit C/100 g m.s (muestra seca)
estándar	5				
estándar	5				
W1-5min1	0,296	0,07388	7,388	19	9,121
W1-5min1(Rep)	0,320	0,08012	8,012	18,3	9,806
W1-5min2	0,342	0,08559	8,559	17,9	10,425
W1-5min2 (Rep)	0,343	0,08573	8,573	18,7	10,545
W1-10min1	1,016	0,25388	25,388	18,49	31,147
W1-10min1(Rep)	1,030	0,25754	25,754	17,5	31,217
W1-10min2	1,013	0,25328	25,328	19	31,269
W1-10min2 (Rep)	1,036	0,25912	25,912	18,9	31,950
W2-5min1	0,288	0,07200	7,200	15,4	8,511
W2-5min1(Rep)	0,293	0,07327	7,327	14,7	8,590
W2-5min2	0,310	0,07738	7,738	15,7	9,179
W2-5min2 (Rep)	0,314	0,07862	7,862	15,3	9,282
W2-10min1	0,492	0,12305	12,305	10,7	13,779

W2-10min1(Rep)	0,480	0,11996	11,996	11,3	13,524
W2-10min2	0,466	0,11651	11,651	10,6	13,033
W2-10min2 (Rep)	0,470	0,11746	11,746	10,5	13,124
W3-5min1	0,215	0,05386	5,386	8,76	5,903
W3-5min1(Rep)	0,224	0,05593	5,593	8,345	6,102
W3-5min2	0,226	0,05643	5,643	8,3	6,153
W3-5min2 (Rep)	0,227	0,05674	5,674	8,54	6,204
W3-10min1	0,539	0,13479	13,479	6,54	14,422
W3-10min1(Rep)	0,511	0,12772	12,772	5,6	13,530
W3-10min2	0,506	0,12644	12,644	5,8	13,422
W3-10min2Rep)	0,556	0,13896	13,896	6,34	14,837

CUADRO No 12. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C EN NARANJILLA DESHIDRATADA POR SECADOR DE BANDEJAS A TEMPERATURAS DE 60, 70 Y 80 ° C CON UNA REPETICIÓN EN CADA UNA

Sustancia	ppm	mg Vit C/g m.f (Muestra Fresca)	mg Vit C/100 g muestra fresca	% Humedad	mg Vit C/100 g m.s (muestra seca)
T°1-60°C	1,305	0,32617	32,617	24,87	43,414
T°1-60°C(Rep)	1,300	0,32505	32,505	23,75	42,630
T°2-60°C	1,178	0,29449	29,449	24,8	39,161
T°2-60°C (Rep.)	1,216	0,30397	30,397	24,4	40,208
T°1-70°C	1,955	0,48867	48,867	21,06	61,904
T°1-70°C(Rep)	1,937	0,48415	48,415	21,06	61,331
T°2-70°C	1,883	0,47064	47,064	21,06	59,620
T°2-70°C (Rep.)	1,834	0,45851	45,851	21,456	58,377
T°1-80°C	1,632	0,40793	40,793	15,7	48,390
T°1-80°C(Rep)	1,594	0,39848	39,848	14,32	46,508
T°2-80°C	1,448	0,36209	36,209	14,2	42,201
T°2-80°C (Rep)	1,312	0,32800	32,800	14,089	38,180

CUADRO No 13. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C EN NARANJILLA FRESCA CON UNA REPETICIÓN

Sustancia	ppm	mg Vit C/g m.f (Muestra Fresca)	mg Vit C/100 g muestra	% Humedad	mg Vit C/100 g m.s (muestra seca)
Fresco	0,226	0,05643	5,643	92,5	75,236
fresco(Rep)	0,228	0,05699	5,699	92,5	75,993
Fresco	0,462	0,05774	5,774	92,5	76,992
Fresco (Rep.)	0,472	0,05904	5,904	92,5	78,726

Determinándose que el contenido de vitamina C de la naranjilla en base seca es de 76.74 mg Vit C/100g m.s en la naranjilla fresca dando un porcentaje de pérdida de 8.32%, siendo este valor el comparativo con las muestras deshidratadas a las diferentes potencias y temperaturas señaladas para obtener el porcentaje de Vitamina C de las muestras analizadas tomando en cuenta que la cantidad de Vit C para la naranjilla fresca es de 83.7 en bibliografía para la variedad estudiada.

Los resultados obtenidos para el contenido de vitamina C según las tablas para la naranjilla deshidratada en microondas a potencia 1 (70W) a 5 min el promedio de vitamina C es de 9,978 Vit C/100g m.s dando un porcentaje de pérdida de 88.08%, para la potencia 1 (70 W) a 10 min el promedio de vitamina C es de 31,4 mgVitC/100g m.s siendo está la potencia a la que existe mayor cantidad de Vitamina C en la muestra deshidratada con un porcentaje de pérdida de 62.5 %, para la potencia 2 (140 W) a 5 min la cantidad de promedio de Vitamina C fue de 8,8905 mgVitC/100g m.s con un porcentaje de pérdida de 89,4 %, para la potencia 2 (140 W) a 10 min la cantidad de vitamina C fue de 13.365 mgVitC/100g m.s con un porcentaje de pérdida de 84.03%, para la potencia 3 (210 W) a 5 min la cantidad promedio de Vit C obtenida es de 6.0905 mgVitC/100g m.s con un porcentaje de pérdida de 92.72 %, para la potencia 3 (210W) a 10 min la cantidad de Vit C encontrada es de 14.052 mgVitC/100g m.s con un porcentaje de pérdida de 83.21%. Como podemos darnos cuenta que la mayor pérdida de Vit C se dan en la naranjilla que fue deshidratada tomando intervalos de tiempo para controlar los pesos cada 5 min.

Los resultados obtenidos de vitamina C para la naranjilla deshidratada en secador de bandejas son: A temperatura de 60 ° C el promedio de vitamina C obtenido es de 41.353 mgVitC/100g m.s dando un porcentaje de pérdida de 50.59 %, a temperatura 70°C la cantidad promedio de vitamina C es de 60.308 mgVitC/100g m.s siendo esta la temperatura a la cual se obtiene mayor cantidad de vitamina C con un porcentaje de pérdida de 27.94% y a la temperatura de 80° C el promedio de vitamina C es de 43.8197 mgVitC/100g m.s dando un porcentaje de pérdida de 47.64 %. Por los datos obtenidos consideraremos que la mejor deshidratación que se obtuvo para la naranjilla en microondas será a la potencia 1 (70 W) con intervalos de tiempo de 5 min para la toma de pesos y a una temperatura de 70°C para la naranjilla deshidratada en secador de bandejas como lo muestra el cuadro N° 14.

CUADRO No 14. CONTENIDO DE VITAMINA C EN MUESTRAS ESTUDIADAS

NARANJILLA	VITAMINA C	
	(mg/100g)	
	Base Seca	% Pérdidas
Fresco	83.7	
Deshidratado A P1 (70 W) 5 min	9,978	88.08
Deshidratado a P1 (70 W) 10 min	31,4	62.5
Deshidratado a P2 (140W) 5 min	8,8905	89,4
Deshidratado a P2 (140 W) 10 min	13.365	84.03
Deshidratado a P3 (210 W) 5 min	6.0905	92.72
Deshidratado a P3 (210 W) 10 min	14.052	83.21
Deshidratado en Secador Bandejas a 60°C	41.353	50.59
Deshidratado en Secador Bandejas a 70°C	60.308	27.94
Deshidratado en Secador Bandejas a 80°C	43.8197	47.64

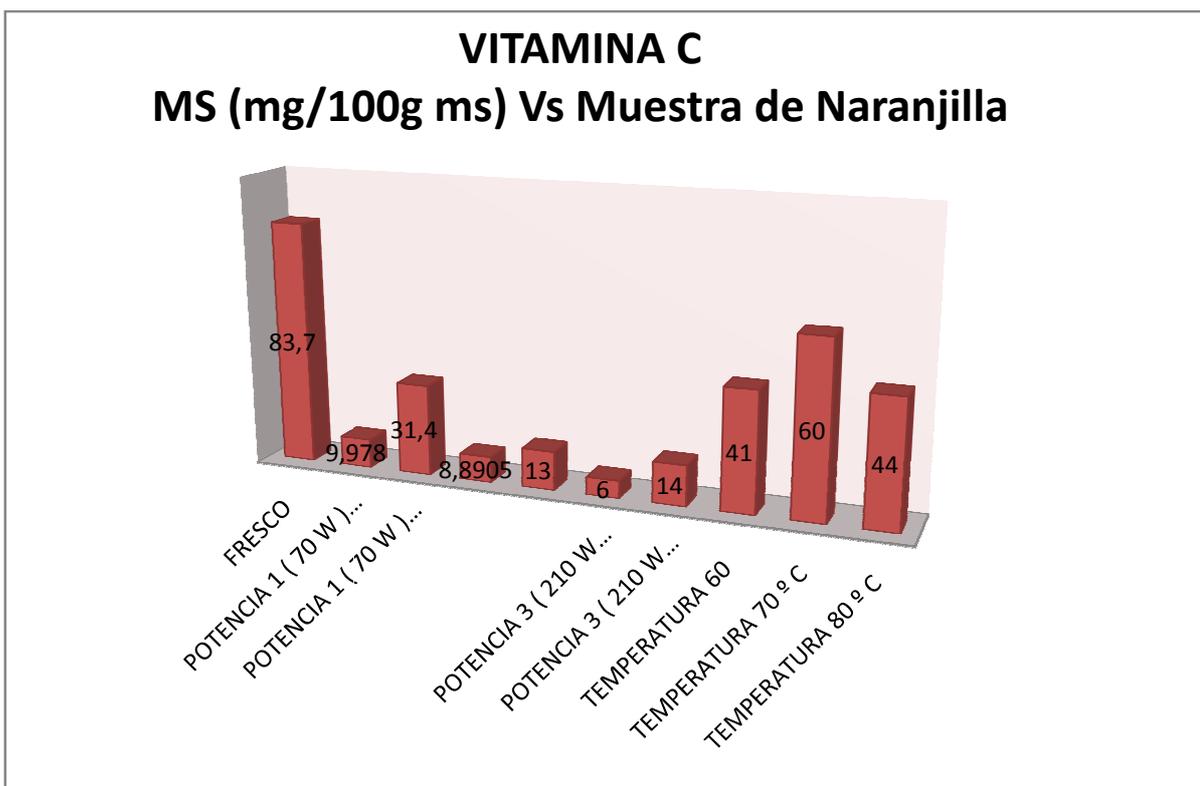


GRÁFICO No 10. RELACIÓN DE CONTENIDO DE VITAMINA C ENTRE NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADOS POR MICROONDAS Y SECADOR DE BANDEJAS

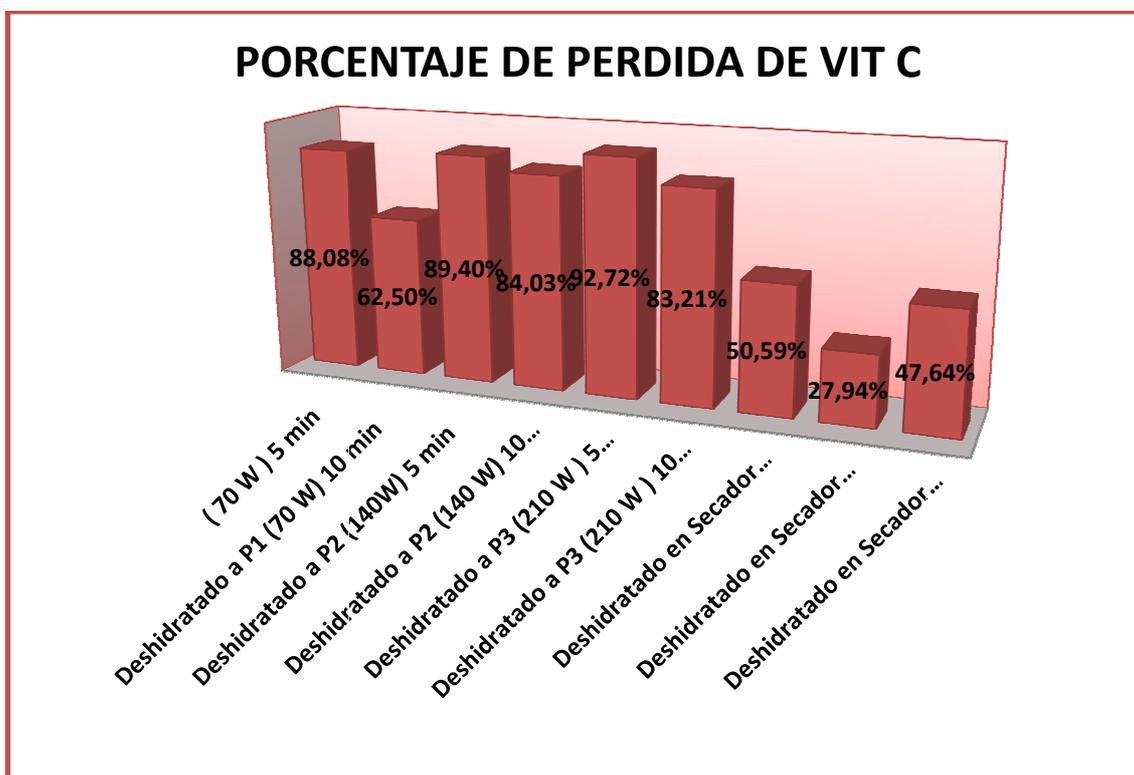


GRÁFICO No 11. PORCENTAJE DE PERDIDA DE VITAMINA C EN DESHIDRATADOS POR MICROONDAS Y SECADOR DE BANDEJAS.

CUADRO No 15. CONTENIDO DE VITAMINA C EN MUESTRAS SELECCIONADAS (NARANJILLA DESHIDRATA POR MICROONDAS A P1 A 10 min Y POR SECADOR DE BANDEJAS 70° C) PARA EL ESTUDIO FINAL POR SER LAS QUE TIENEN MAYOR CANTIDAD DE VITAMINA C

NARANJILLA	VITAMINA C (mg/100gms)	
	Base Seca	% Pérdidas
Fresco	83.7	
Deshidratado a P1 (70 W) 10 min	31,4	62.5
Deshidratado en Secador Bandejas a 70°C	60.308	27.94

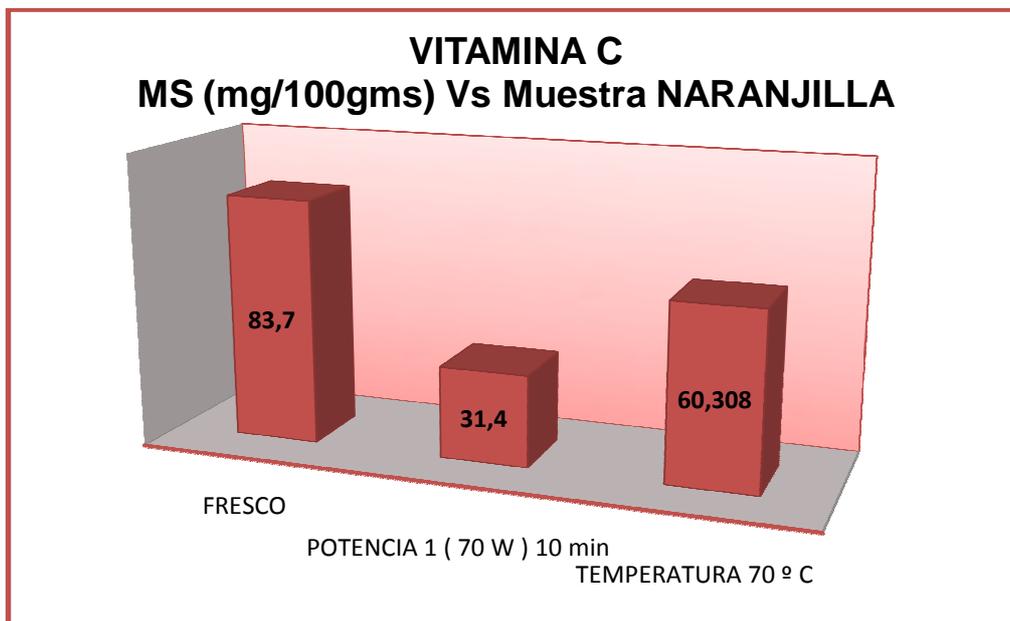


GRÁFICO N o 12. RELACIÓN DE CONTENIDO DE VITAMINA C ENTRE NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADOS A POTENCIA 1 (70 W) 10 min y Temperatura de 70 ° C

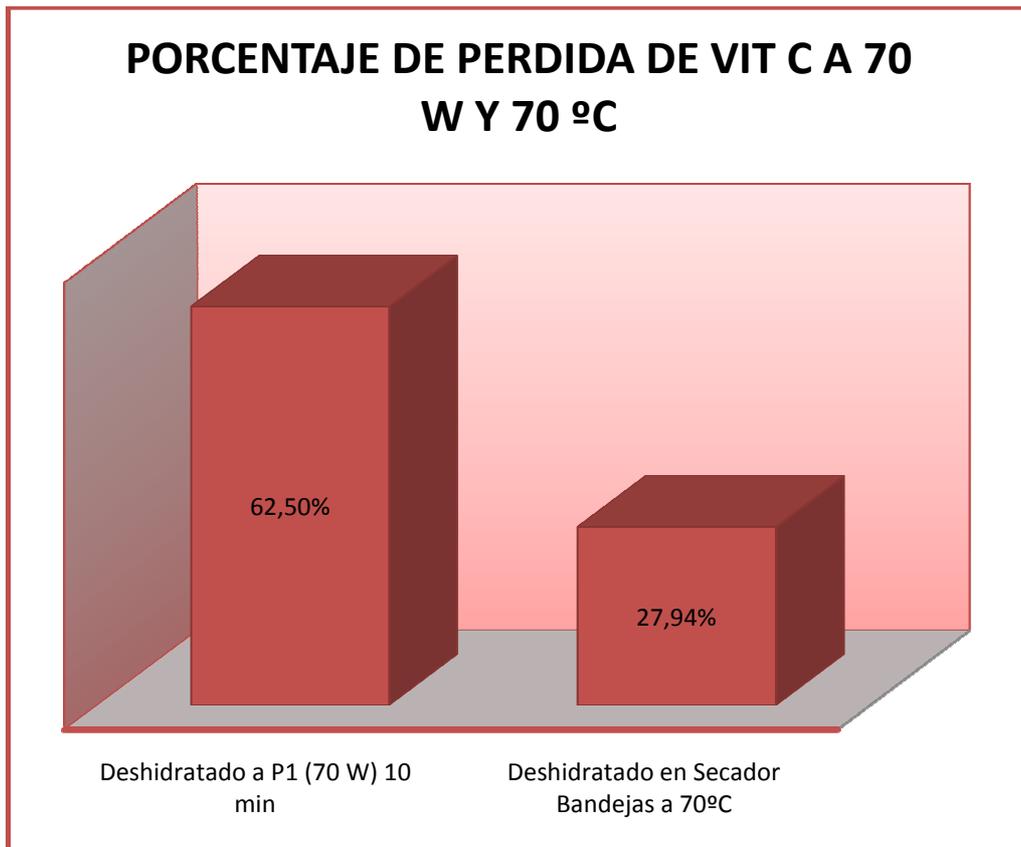


GRÁFICO No 13. PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE VITAMINA C DE DESHIDRATADOS CON MAYOR CONTENIDO DE VIT C 70 W 10 min Y 70 ° C

3.5 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA.

Todas las determinaciones tanto físicas como químicas se realizaron por duplicado tanto en la naranjilla fresca como en la naranjilla deshidratada a potencia 1 (70 W) 10 min, como en la deshidratada a temperatura 70° C; cuyos valores se encuentran expresados en peso seco.

CUADRO No 16. CONTENIDO NUTRICIONAL PROMEDIO EN MUESTRAS ESTUDIADAS.

PARÁMETROS	NARANJILLA		DESHIDRATADO	
	FRESCA	A		
		P ₁ (70W)10 min	T 2 (70 ° C)	
HUMEDAD (%)	87	21,06	18.49	
CENIZA (%)	0,95	6.64	5.81	
AZÚCARES TOTALES (%)	8.0	54.8	50.6	
AZÚCARES REDUCTORES (%)	4.8	35.7	39.6	
AZÚCARES NO REDUCTORES (%)	3.2	19.1	11	
GRASA (%)	0.17	0.25	0.22	
FIBRA (%)	2.6	10.55	14.65	
PROTEÍNA (%)	0.74	7.78	6.57	
pH	3.8	4.87	4.9	

3.5.1 DETERMINACIÓN DE pH

Como se aprecia en el Gráfico N° 14 se determinó un promedio de pH de 3.8 en la naranjilla fresca, 4.87 en el deshidratado en microondas y 4,9 en la naranjilla deshidratada en secador de bandejas, la diferencia es concordante ya que el uno está en su estado natural y los otros ya fueron sometidos 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 baja.

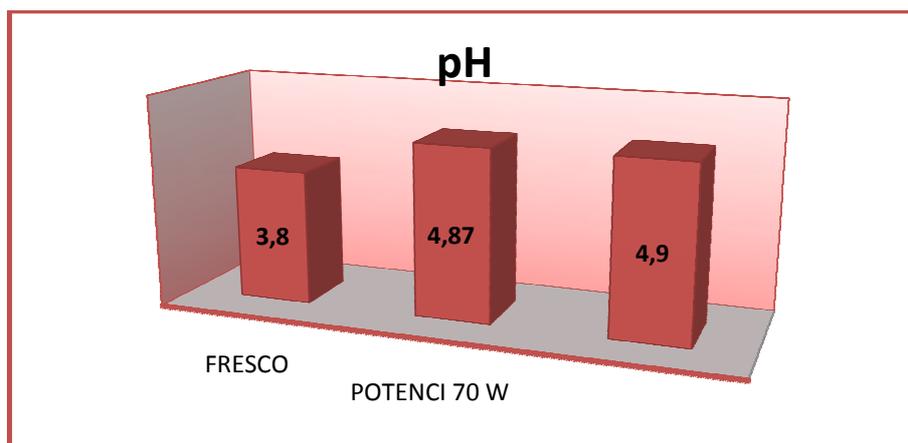


GRÁFICO No 14. RELACIÓN DE CONTENIDO DE pH EN LA NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) 10 min Y T DE 70°C

3.5.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Como se aprecia en el Gráfico No.15 se determinó un promedio de humedad de 87% en la naranjilla fresca, 21.06% y 18.49 % en el deshidratado por microondas y secador de bandejas respectivamente, en el Gráfico No.16 se determinó en base seca el promedio de humedad de 87 % en la frutilla fresca, 26.68% en el deshidratado en microondas y 22.66% en el deshidratado por secador de bandejas la diferencia es concordante ya que el uno está en su estado natural y los otros ya fueron sometidos 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.

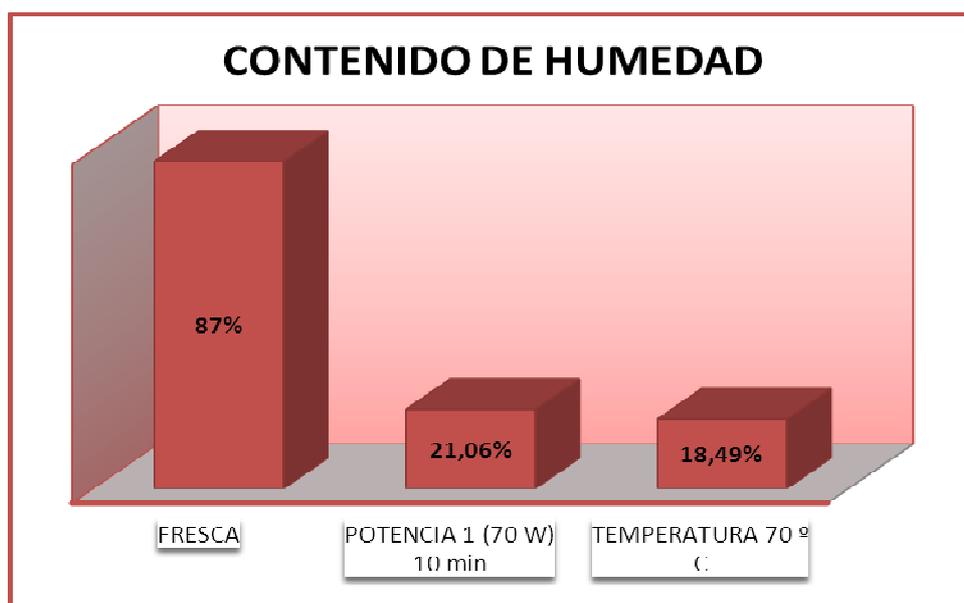


GRÁFICO No 15. RELACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y T 70 °C

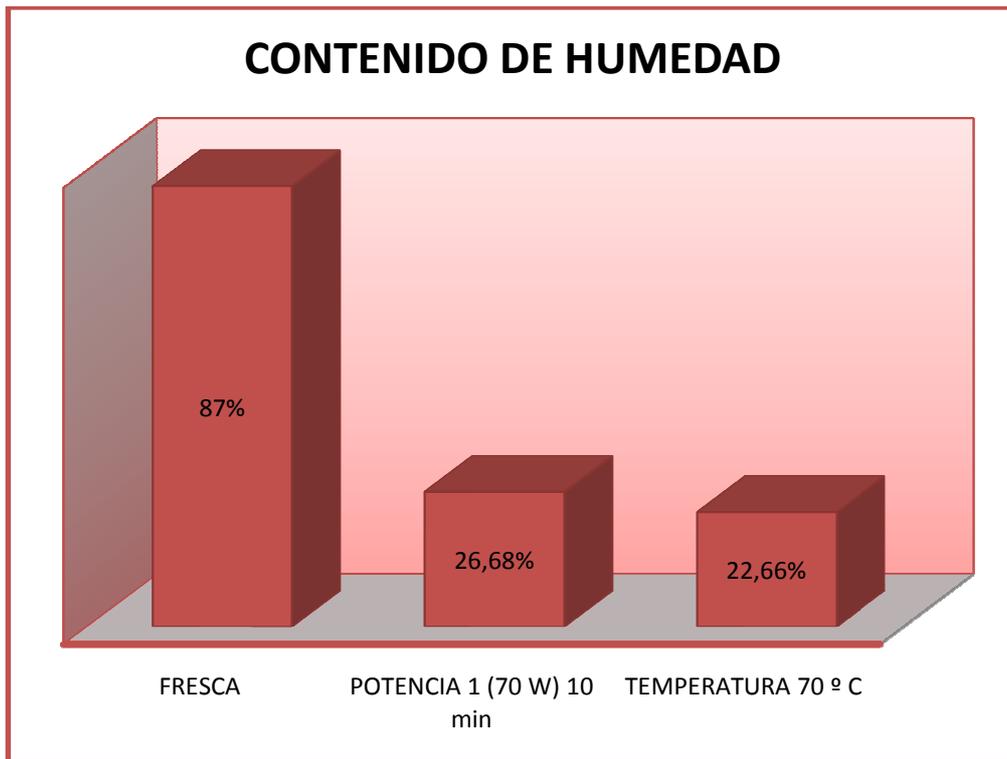


GRÁFICO No 16. RELACIÓN DE CONTENIDO DE pH EN LA NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) 10 min Y T DE 70°C (BASE SECA)

3.5.3 DETERMINACIÓN DE CENIZA

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio para la determinación de cenizas, se aprecia en el Gráfico No.17 que el porcentaje promedio de cenizas es menor en la naranjilla fresca (1 %) que en el deshidratado (6.64%) y (5.81) para microondas y secador de bandejas, en el Gráfico No.18 expresado en base seca el porcentaje de cenizas observando que el porcentaje promedio de cenizas es menor en la naranjilla fresca (7,31%) que en la deshidratada en microondas (8.41%) y secador de bandejas es de (7.13%).

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.

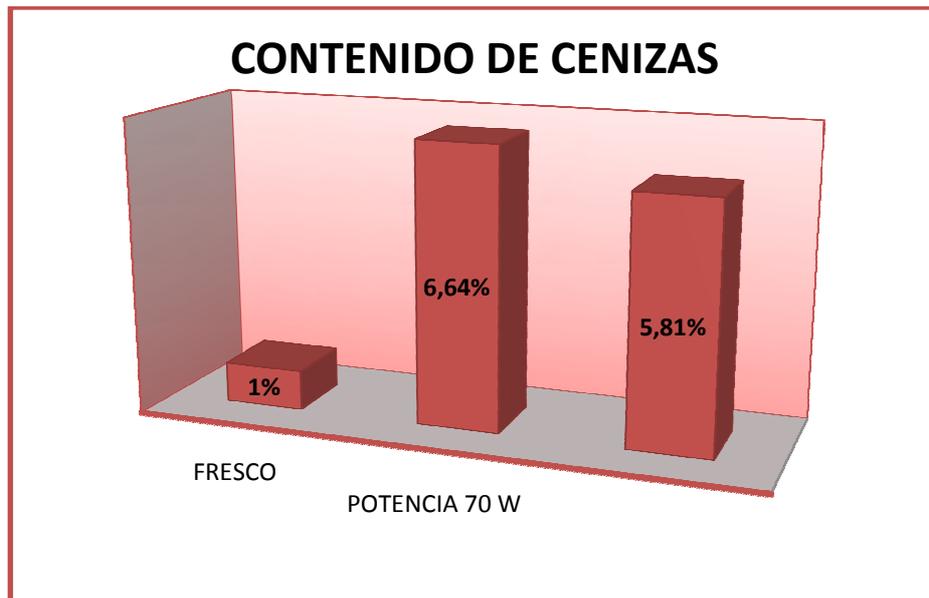


GRÁFICO No 17. RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZA EN LA NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P1 (70 W) Y A T 70 C.

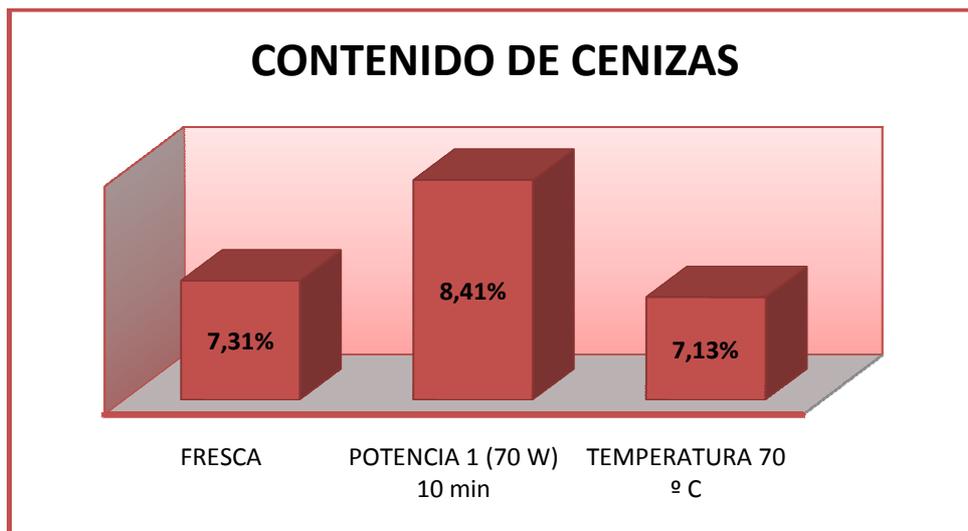


GRÁFICO No 18. RELACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZA EN LA NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P1 (70 W) Y A T 70 C (BASE SECA).

3.5.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio para la determinación de fibra, se observa en el Gráfico No.19 que el porcentaje promedio de fibra es mayor en el deshidratado que en el fresco siendo así 2.60%, 10.55% y (14.65) para microondas y secador de bandejas respectivamente.

En el Gráfico No.20 expresado en base seca observamos que el porcentaje promedio de la misma es mayor en el deshidratado que en el fresco siendo así 20 %, 13.36 % y 17.97% respectivamente. 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.

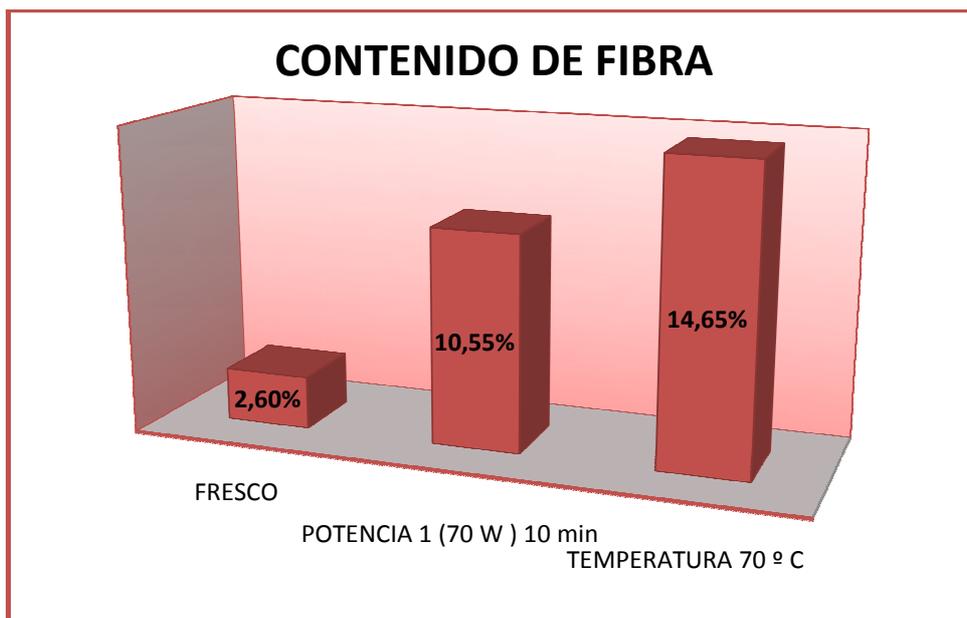


GRÁFICO No 19. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C.

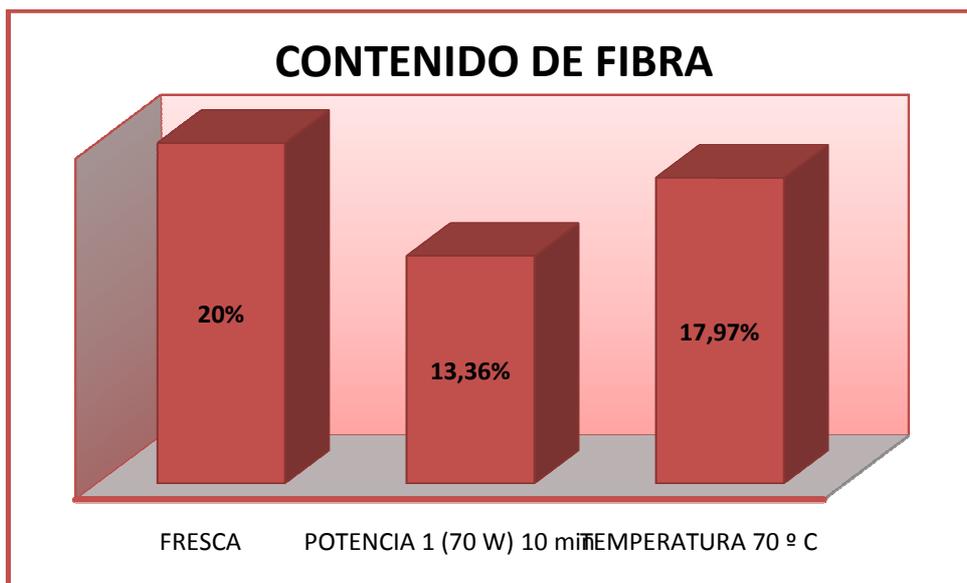


GRÁFICO No 20. RELACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C (BASE SECA).

3.5.5 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Como se observa en el Gráfico No.21 la proteína en la naranjilla fresca es de 0.74% mientras que en el deshidratado a 70 W es de 7.78% y a 70 ° C es de 6.57 %, este aumento se debe a que a medida que progresa la deshidratación el agua disminuye y los solutos se concentran. Gráfico No.22 el porcentaje de proteína en la naranjilla fresca es de 5.69 % y en la frutilla deshidratada el porcentaje es de 9,68% y 8.06 en microondas y bandejas respectivamente.

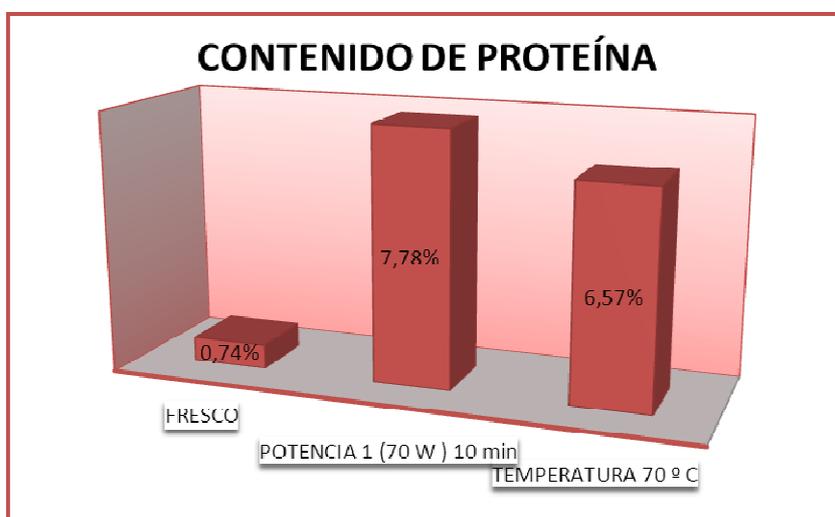


GRÁFICO No 21. RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C

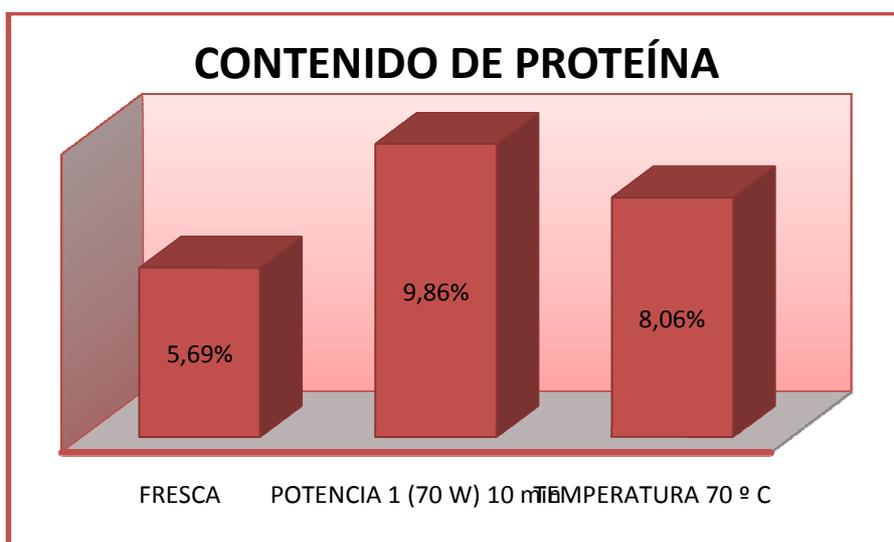


GRÁFICO No 22. RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C (BASE SECA)

3.5.6 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N° 23, que el porcentaje de azúcares totales aumenta en el deshidratado de 8.0% a 54.8% en microondas y 50.6 % en secador de bandejas, el porcentaje de azúcares reductores va de 4.8% a 33.7% en microondas y 39.6 % en secador de bandejas y el porcentaje de azúcares no reductores va de 3.2% a 19.1% en microondas y 11 % en secador de bandejas.

El porcentaje de azúcares es mayor en el deshidratado que en la naranjilla 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 afectando de esta manera a la textura de la naranjilla que al deshidratarse se torna crujiente.

El gráfico N° 24, nos muestra el porcentaje de azúcares totales, reductores y no reductores expresados en base seca.

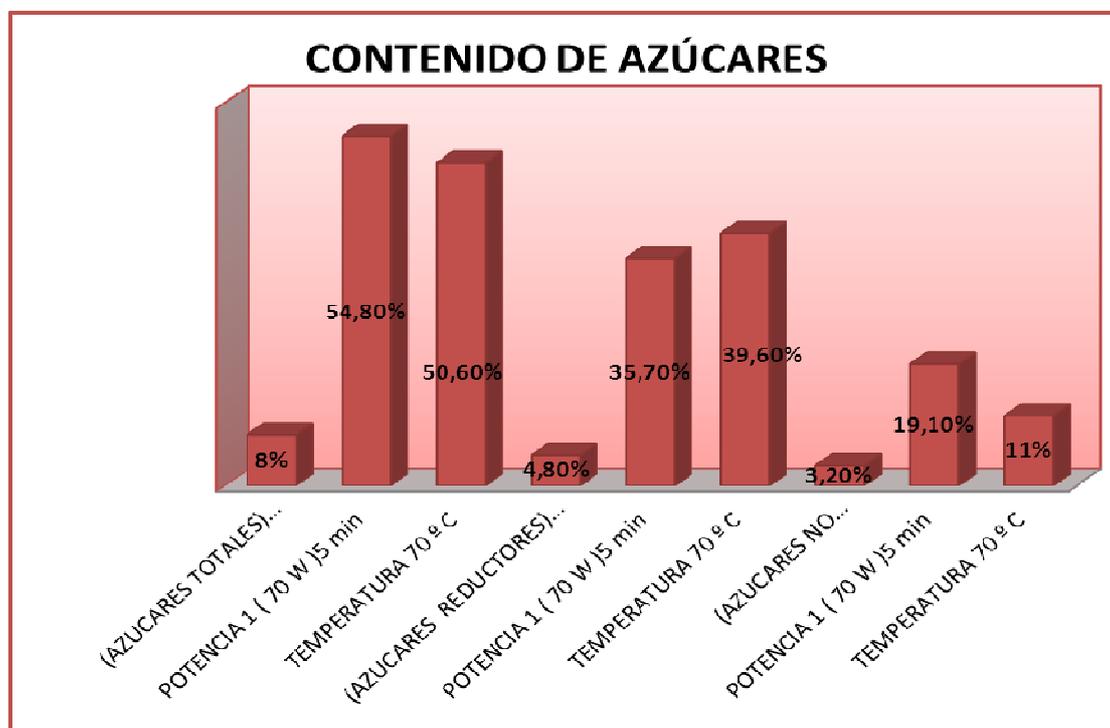


GRÁFICO No 23. RELACIÓN DE CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES, AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 °C

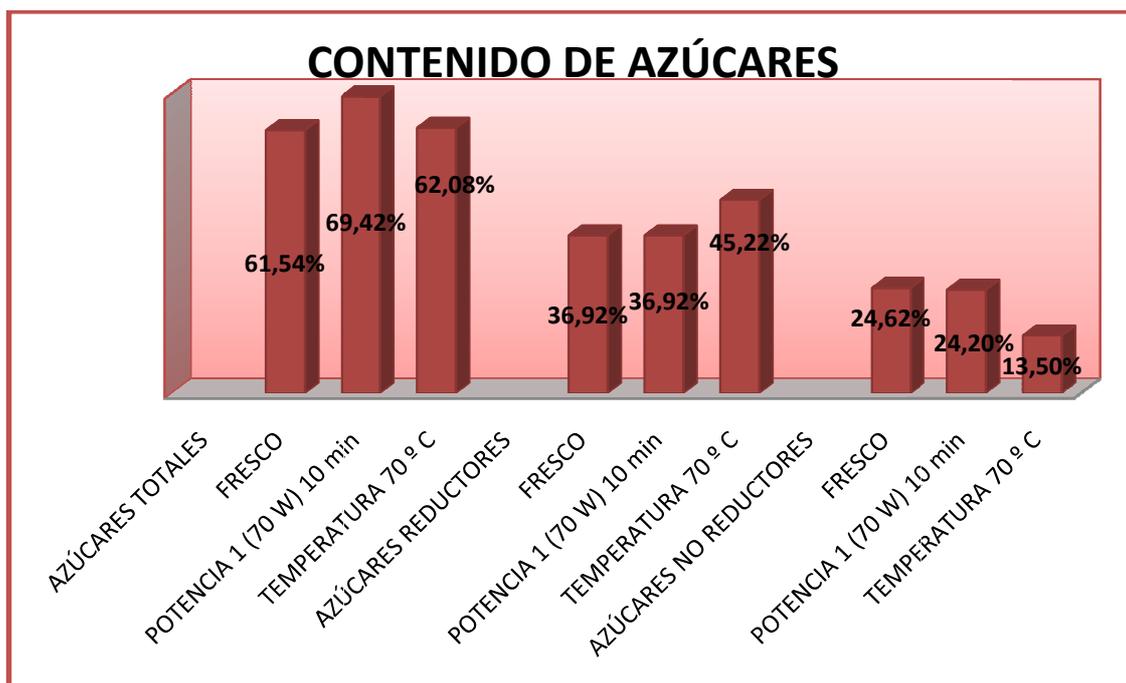


GRÁFICO No 24. RELACIÓN DE CONTENIDO DE AZÚCARES TOTALES, AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C (BASE SECA).

3.5.7 DETERMINACIÓN DE GRASAS

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio se puede apreciar en el gráfico N° 25, que el porcentaje de grasas aumenta en el deshidratado de 0.17% a 0.25% en microondas y 0.22% en secador de bandejas, el porcentaje de grasas.

El porcentaje de grasas es mayor en el deshidratado que en la naranjilla fresca, debido a que las grasas son insolubles en agua y con pérdida de humedad esto se concentra y aumentan su contenido.

En el gráfico N ° 26 en muestra seca tenemos 1.31 %, 0.32% y 0.27% para muestra fresca, deshidratada en microondas y secador de bandejas respectivamente y se observa que los porcentajes de grasa disminuyen debido a que al ser estas insolubles mientras se va perdiendo humedad en la deshidratación de la naranjilla estas se van haciendo solubles y con la acción del calor son desechadas juntamente con el agua.

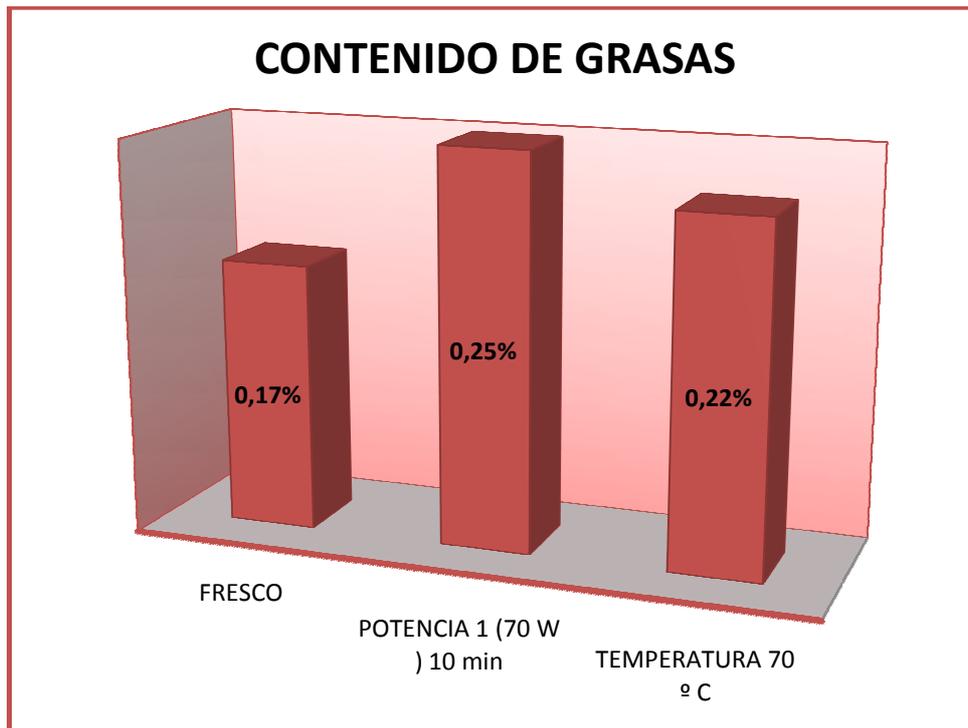


GRÁFICO No 25. RELACIÓN DE CONTENIDO DE GRASAS, EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C

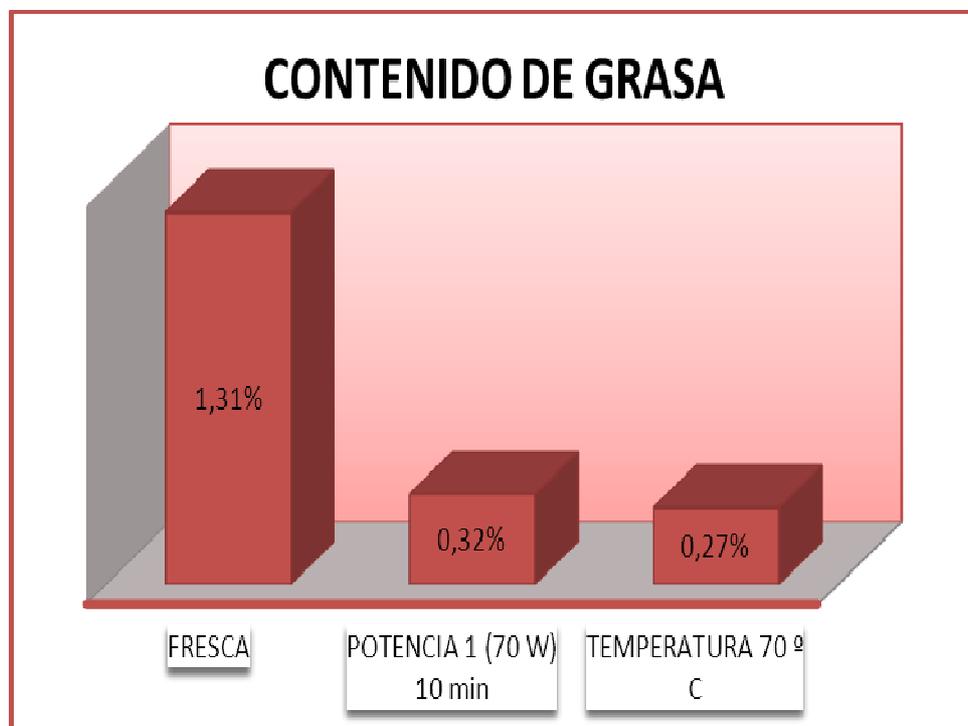


GRÁFICO No 26. RELACIÓN DE CONTENIDO DE GRASAS, EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C (BASE SECA)

3.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA

Este análisis se efectuó por duplicado tanto en la naranjilla fresca como en la deshidratada a P 1 (70 W) 10 min y a temperatura de 70 ° C que fueron los que reportaron menos pérdida de vitamina C.

CUADRO No 17. CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS) EN MUESTRAS ESTUDIADAS.

MUESTRAS	HONGOS	
	MOHOS UPC/gramo	LEVADURAS UPC/gramo
Naranjilla fresca	-	300
Deshidratada a P 1 (70 W) 10 min	-	20
Deshidratada a T 2 70 ° C	-	-

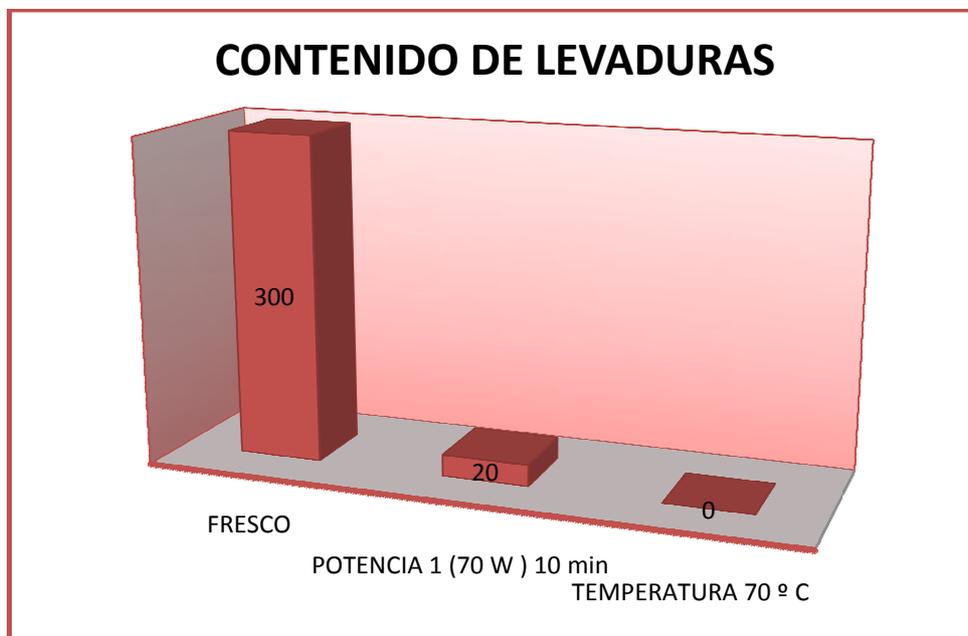


GRÁFICO No 27. RELACIÓN DE CONTENIDO DE LEVADURAS EN NARANJILLA FRESCA Y DESHIDRATADA A P 1 (70 W) Y TEMPERATURA DE 70 ° C.

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 y al contener la naranjilla deshidratada en microondas mayor porcentaje de humedad permitió el crecimiento de levaduras pero que de acuerdo a las normas técnicas esta está dentro de los límites de aceptación.

La naranjilla deshidratada en secador de bandejas a 70 ° C es más aceptable por que tiene mayor cantidad de vitamina C que es nuestro indicador utilizado por ser el más sensible a las condiciones ambientales y a la temperatura, aunque la naranjilla deshidratada en microondas presenta mayores porcentajes de proteínas, ceniza, azúcares y grasa.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó mediante un análisis proximal tanto la naranjilla fresca como la deshidratada, 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 1 de 70 W con intervalos de tiempos de 10 min para la toma de pesos con un tiempo de deshidratado de 210 minutos para microondas y un tiempo de deshidratado de 300 minutos para secador de bandejas a 70° C, dado que a esta potencia y temperatura se conservan de mejor manera la vitamina C que es nuestro indicador de eficiencia utilizado como referencia en nuestro trabajo de investigación, dándonos como resultado un porcentaje de pérdida de Vitamina C de 62.5% para microondas y 27.94 % en secador de bandejas. La vitamina C es afectada por las condiciones ambientales como son: el oxígeno, el aire, la luz, etc. Por lo que las mejores condiciones para deshidratado en microondas es tomando pesos en intervalos de 10 minutos porque se mantiene menos expuesto a las condiciones atmosféricas y en el secador de bandejas intervalos de 15 min.
3. Del análisis comparativo entre la naranjilla fresca y la naranjilla deshidratada se demuestra que no existen grandes variaciones entre las mismas, por lo que el deshidratado a 70 W y a 70° C conserva su aporte nutricional. Siendo mejor el deshidratado de secador de bandejas a 70°C por contener mayor concentración de Vitamina C siendo esta de 60.308mg/100g ms .

4. El proceso de deshidratación en microondas y en secador de bandejas conserva las características organolépticas en grado óptimo, manteniéndose el valor nutritivo en la naranjilla deshidratada identificándose una mayor concentración de color en la naranjilla deshidratada en microondas que en la deshidratada por secador de bandejas.
5. El contenido de levaduras es de 300UPC/g en la naranjilla fresca y de 20 UPC/g en la naranjilla deshidratada por microondas y por deshidratación por bandejas hay ausencia, la deshidratación se hace en forma rápida y notoria, debido a la disminución de la actividad del agua y un pH menos ácido minimiza la aparición de hongos aumentando de esta manera el tiempo de vida útil de la naranjilla conservando el valor nutritivo hasta un tiempo mayor a tres meses que se ha permitido visualizar.
6. Con los resultados de todo el análisis realizado y los datos obtenidos haciendo una comparación entre la naranjilla fresca y los deshidratados en microondas y bandejas se llegó a la conclusión de que la naranjilla deshidratada en secador de bandejas a 70 ° C es la más adecuada porque contiene mayor concentración de vitamina C y conserva los valores nutritivos óptimos sin mayor pérdida de los mismos.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

1. Se debe tomar en cuenta el tamaño de las naranjillas 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 naranjilla 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 utilizar para la deshidratación los equipos, materiales y reactivos en las mejores condiciones para minimizar errores en los resultados obtenidos sobre todo para el análisis de vitamina C ya que esta es bastante sensible al calor y a las condiciones atmosféricas.
5. Se recomienda el consumo de naranjillas deshidratadas ya que ayudaría a tener una mejor calidad de vida pues presenta propiedades medicinales, porque contiene alto porcentaje de vitamina C, hierro que le dan propiedades diuréticas y tónicas, por lo que es preciso ampliar los estudios respecto a esta investigación.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

Se realizó la evaluación nutricional de la naranjilla (*Solanum quitoense Lam*) fresca y deshidratada por microondas y secador de bandejas, teniendo como indicador de eficiencia del proceso de deshidratación, el contenido de Vitamina C con la finalidad de reducir al máximo la pérdida de nutrientes.

Para determinar las condiciones óptimas de deshidratación se aplicó dos métodos uno por deshidratación en microondas con tres tratamientos a potencias de 70, 140 y 210 W y la otra en secador de bandejas a temperaturas de 60,70 y 80 °C. Se estableció que el tiempo de deshidratación se ve influenciado por la potencia y la temperatura, es así que el tiempo óptimo de deshidratación en microondas fue P1 (70 W) con intervalos de calentamiento de 10 min en la que la naranjilla se secó a 210 minutos presentando una concentración de 31,4 mg/100g de vitamina C, consecuentemente el tiempo óptimo de deshidratación por secador de bandejas fue a 70° C en un tiempo de 300 minutos presentando una concentración de 60,308 mg/100g de vitamina C. Tomando en cuenta que la naranjilla fresca tiene una concentración de 83,7mg/100g de Vitamina C comprándolo con nuestros deshidratados tenemos un porcentaje de pérdida de Vitamina C de 62.5 % para microondas A 70 W y 27.94 % para secador de bandejas a 70° C.

En los parámetros nutricionales obtenidos hay una marcada diferencia entre el producto fresco y los deshidratados, existe menor contenido de agua (humedad) siendo 87 % para la naranjilla fresca, 27.68 % para microondas y 22.66 % para secador de bandejas garantizando una conservación óptima de los nutrientes, el contenido de cenizas en base seca es de 7.31 % en la naranjilla fresca, 8.41 % para microondas y 7.13 % para secador de bandejas, mostrando un ligero incremento en la concentración de minerales, en el caso de la fibra la concentración de solutos en el deshidratado es mayor esto es 13.36 % para

microondas y 17.97 % por secador de bandejas, de igual manera sucede con la proteína con un valor de 9.86 % para microondas y 8.06 % para secador de bandejas, el porcentaje de azúcares 61.54 % para la naranjilla fresca, 69.42 % para microondas y 62.08 % para secador de bandejas observándose un ligero incremento de azúcares en los deshidratados, el contenido de grasa disminuye de 1.31 % en la naranjilla fresca a 0.32 % para microondas y 0.27 % para secador de bandejas. Se realizó el análisis microbiológico de hongos (mohos y levaduras), para naranjilla fresca y deshidratada en microondas a potencia de 70 W y secador de bandejas a 70°C observándose que en la naranjilla fresca existe 300 UPC/gramo de levaduras, en la deshidratada por microondas 20 UPC/gramo y en secador de bandejas ausencia de levaduras.

En los dos métodos de deshidratación analizados es recomendable utilizar el secador de bandejas a 70°C que presenta mayor concentración de vitamina C conservando sus propiedades nutritivas. Se prevé que el consumo de naranjillas deshidratadas ayudaría a tener una mejor calidad de vida ya que presenta propiedades medicinales y nutritivas, pues tiene un alto contenido de vitamina C, por lo que se recomienda ampliar los estudios respecto a esta investigación.

CHAPTER VI

6. SUMMARY

It was carried out the nutritional evaluation of the fresh green orange (*Solanum quitoense Lam*) and dehydrated by microwaves and dryer of trays, having as indicator of efficiency from the process of dehydration, the content of Vitamin C with the purpose of reducing to the maximum the loss of nutritious.

To determine the good conditions of dehydration, two methods were applied, one for dehydration in microwaves with three treatments to powers of 70, 140 and 210 W and the other one in dryer of trays to temperatures of 60, 70 and 80 ° C. It settled down that. The time of dehydration is influenced by the power and the temperature, it is so the good time of dehydration in microwaves it was P1 (70 W) with intervals of heating of 10 minutes where the green orange dried of to 210 minutes giving a concentration of 31,4 mg/100 g of Vitamin C, consequently the good time of dehydration for dryer of trays was in a time to 70 ° C of 300 minutes giving a concentration of 60,308 mg/100g of Vitamin C. Considering that the fresh green orange has a concentration of 83,7 mg/100g of Vitamin C comparing it with our dehydrated we have a percentage of loss of Vitamin C of 62,5% for microwaves to 70 W and 27,94% for dryer of trays 70°C.

Into the obtained nutritional parameters there is a great difference between the fresh product and the dehydrated ones, there is smaller content of water (humidity) being 87% for the fresh green orange, 27,68% for microwaves and 22,66% for dryer of trays guaranteeing a good conservation of the nutrients, the content of ash in dry base is of 7,31% in the fresh green orange, 8,41% for microwaves and 7,13% for dryer of trays , showing a slight increment in concentration of minerals, in the case of the fiber the solutes concentration in the dehydrated one is bigger, this is 13,36% for microwaves and 17,97% for dryer of trays, in the same way happens with the protein with a value of 9,86% for microwaves and 8,06% for dryer of trays, the percentage of sugars is 61,54%

for the fresh green orange, 69,42% for microwaves and 62,08% for dryer of trays being observed a slight increment of sugars in the dehydrated ones, the content of fat decreases of 1,31% in the fresh green orange to 0,32% for microwaves and 0,27% for dryer of trays. It was carried out the microbiological analysis of mushrooms (molds and yeasts), for fresh green orange and dehydrated in microwaves to power of 70 W and dryer of trays to 70°C being observed that the fresh green orange 300 UPC/ grams of yeasts exists, in the dehydrated one for microwaves 20 UPC/grams and in dryer of trays absence of yeasts. In the two analyzed methods of dehydration it is advisable to use the dryer of trays at 70°C that shows up bigger vitamin C concentration, conserving their nutritious estates.

You foresee that the consumption of dehydrated green orange would help to have a better quality of life for that presents medicinal and nutritious estates, because it has a high Vitamin C content, that's why it is recommended to enlarge the studies regarding this investigation.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALVARADO, Juan de Dios.** Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos. Radio Comunicaciones, Ambato- Ecuador, 1996. pp. 420-423, 501-507.
2. **ANDERSEN, O. M.** et al. Colour Stability of Anthocyanin's in Aqueous Solutions at Various pH Values. *Food Chem*, USA, 2005. Vol (89). pp. 427.
3. **ASTIASARÁN, I.** Alimentos Composición y Propiedades. 2. ed. México D.F, Mc Graw – Hill Interamericana, 2000. pp. 298.
4. **ARTHEY, d y ASHURST, p.** Procesado de Frutas. Barcelona, Acribia, 1997. pp. 23-26
5. **BERISTIAN, C. y otros.** Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Pineapple Rings. *Int.J.Food.Sci.Technology*, E.E.U.U, S. ed, 2001. pp. 576-578.
6. **BRAVERMAN, J.B.S.** Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. México DF, México, El Manual Moderno, 1980. Vol (1). pp. 39, 135-138.
7. **BRAVERMAN, J.B.S.** Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. México DF, México, El Manual Moderno, 1980. Vol (1). pp. 39, 135-138.
8. **BRENMAN, J.G. y Colab.** Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. 2. ed. Zaragoza- España, Acribia, 2005. pp 318-352.

9. **CABEZAS ,M.** Evaluación Nutritiva y Nutraceútica de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) Deshidratada a Tres Temperaturas por el Método de secador de Bandejas. Tesis Bioquímico-Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2009. pp. 33-46.
10. **CAIZA, K.** 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. 2007. pp. 65-70.
11. **CAPELO, R.** Diseño y Construcción de un Secador de Bandejas a Gas para Deshidratar Hojuelas de Manzana. Tesis (Ingeniero-Químico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. 2008. pp 88-109.
12. **CHEFTEL.** Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos.1976. Henri-Acribia, Tomo I, 1976. pp 30-31,37-38.
13. **COMITÉ AGROINDUSTRIAL DE CALDAS.** Perfil de Oportunidad del Cultivo de Lulo. Corporación para el Desarrollo de Caldas, 1996. pp. 22-35
14. **DE LA RÚA, A.** La Fruta Seca. Colombia, PRINTER Latinoamericana Ltda, 2003. pp. 95.
15. **DESROSIER, N.** Conservación de Alimentos. 2. ed. México D.F, Continental, 1991. pp. 157.
16. **FRAZIER, W.** Microbiología de los Alimentos. 3ª. ed. Madrid-España, Acribia S.A, 1978. pp. 3.

- 17. FREIRE, R.** Deshidratación de Tres Variedades de Cebolla Puerro. Colorada y Perla Utilizando el Proceso de Industrialización de Carbonato de Calcio con el Diseño de un Deshidratador y la Implementación de un Laboratorio en la Empresa Cementasa. Tesis Ingeniero-Químico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. 2002. pp. 14-16.
- 18. LUCERO, O.** Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos. Riobamba. Xerox, 2005. pp. 74-75.
- 19. MACAS, M.** Evaluación Nutricional del Tomate (*Lycopersium esculentum*) Deshidratado. Tesis Bioquímico-Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2002. pp. 23-38.
- 20. WILEY, Robert C.** Frutas y Hortalizas Mínimamente Procesadas y Refrigeradas. Zaragoza- España, Acribia, 1997. pp. 54-63
- 21. YAUCEN, S.** Elaboración 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. 2007. pp. 56-61.

INTERNET

22. ACIDEZ

<http://es.wikipedia.org/wiki/Acidez>
20090726

23. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DEL GANADO

<http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/SanMiguel/pdfs/apuntes/Nutrici%C3%B3n%20animal%20texto%202006.pdf>
20090621

24. ALIMENTOS

<http://www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml>
20090515

25. ALIMENTOS

http://books.google.com.ec/books?id=cUEt038sq90C&pg=PA188&lpg=PA188&dq=proceso+de+secado+de+alimentos&source=bl&ots=geordhiRCj&sig=KsIpsC4x5NUh79Xwj8wz_285oeo&hl=es&ei=OxUxSrXJOIu1twf0tsnQBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8#PPA10,M1
20090312

26. ANÁLISIS BROMATOLOGICO

http://74.125.47.132/search?q=cache:eJysNJbX4cIJ:kogi.udea.edu.co/talleres/ClinicaA/Trabajos%2520clinica/Grupo%25201/ANALISIS%2520BROMATOLOGICO.ppt+concepto+%2B+analisis+bromatologico&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec&lr=lang_es
20090606

27. ANÁLISIS SENSORIAL

http://es.wikibooks.org/wiki/An%C3%A1lisis_Sensorial_de_Alimentos/Conceptos_generales_del_an%C3%A1lisis_sensorial
20090711

28. ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

http://es.wikibooks.org/wiki/An%C3%A1lisis_Sensorial_de_Alimentos
20090805

29. ANÁLISIS DE VARIANZA

http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_varianza
20090702

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

<http://www.monografias.com/trabajos7/anva/anva.shtml>
20090930

30. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

<http://www.seh-lelha.org/anova.htm>
200090622

31. AROMA Y OLOR

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/capitulo01/03.html
20090925

32. CLASIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES

<http://depa.pquim.unam.mx/sensorial/clasificacion.html>
20090909

33. COLOR Y APARIENCIA

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/capitulo01/04.html
20090728

34. CONSUMO DE NARANJILLA:

<http://www.explored.com.ec/>

20091222

35. CROMATOGRAFÍA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa>
20090615

36. CROMATOGRAFÍA DE ALTA EFICIENCIA

http://www.quiminet.com/ar1/ar_%2518%253CH%25D0%25F2%25E89%25D9.htm
20090613

CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICACIA

http://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa_l%C3%ADquida_de_alta_resoluci%C3%B3
20090504

37. CULTIVO DE NARANJILLA:

http://www.ecuaquimica.com.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=28&tit=Naranjilla&lang
2010/01/05

38. DESHIDRATACIÓN

<http://www.conasi.eu/content/pdfs/articulos/deshidratar.pdf>
20090711

39. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS:

<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc>
2007/12/08

40. DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS (AD-9) SERGIO FUSTERO CARRERAS”:

<http://www.conquismania.cl/especial/word/deshidrataciondealimentos.doc>
2008/01/08

41. DESHIDRATRACIÓN DE FRUTAS:

<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/frutas%20naranjillas.html>
2007/12/20

42. EMPLEO EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN FRUTAS

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrudes/p3.htm>
20090420

43. ESTABILIDAD DE LOS PIGMENTOS CAROTENOIDES EN LOS ALIMENTOS:

http://www.alanrevista.org/ediciones/2004.2/estabilidad_pigmentos_carotenoides_alimentos.asp
2007/11/03

44. EXPORTACIONES DE NARANJILLA:

<http://www.hoy.com.ec/wp-content/uploads/2009/09/dinnaranjillas.jpg>
2009/09/12

45. FRUTAS DESHIDRATADAS:

<http://html.rincon del vago.com/generalidades de las frutas deshidratadas.html>
2008/01/09

46. FRUTAS DESHIDRATADAS POR ÓSMOSIS

<http://clasificados.grippo.com.ar/cgi-local/negocios.pl?read=432866>
20090810

47. FRUTAS TROPICALES

www.frutastropicalesyconversacionescondios.com

20090615

48. FUNCIONAMIENTO DE LOS MICROONDAS:

[http:// revista.consumer.es/web/es/20030401/alimentación.htm](http://revista.consumer.es/web/es/20030401/alimentación.htm).

2008/03/25

49. GUÍA DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR DESHIDRATACIÓN:

www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc

2007/12/04

50. HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

<http://www.relaq.mx/RLQ/tutoriales/cromatografia/hplc.htm>

20090624

51. 11.-HORNO DE MICROONDAS:

http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_de_fondo_de_microondas

2009/04/25

52. LA POTENCIAS DEL MICROONDAS:

<http://www.elenganchef.com/2007/09/12lapotenciadel.microondas>.

2008/03/22

53. LA RADIACIÓN INFRARROJA APLICADA A LA DESHIDRATACIÓN:

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=89621>

2000/12/19

54. LAS VITAMINAS

<http://vitaminas.org.es/vitamina-c>
20090421

55. LO ÚLTIMO EN NUTRICIÓN

<http://www.agora.org.do/publicaciones/guias/download/guayaba.pdf>
20090326

56. LULO O NARANJILLA:

[http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/frutas/naranja/iica](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/frutas/naranja/iica.htm)
.htm.

20070529

57. MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS

<http://www.textoscientificos.com/quimica/cromatografia>
2009081

58. MICROONDAS:

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

20070529

59. MODELOS DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA

http://www.hrc.es/bioest/Anova_6.html
20090616

60. MOHOS Y LEVADURAS

<http://www.doschivos.com/trabajos/biologia/66.htm>
20090821

61. MOHOS Y LEVADURAS

[http://www.telefonica.net/web2/carlosmartinezanton/pdf/7.%20Hongos%](http://www.telefonica.net/web2/carlosmartinezanton/pdf/7.%20Hongos%20y%20levaduras.pdf)
20y%20levaduras.pdf

20090729

62. NARANJILLA:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/463>.

2009/11/28

63. NARANJILLA DESHIDRATADA

<http://www.mercanet.cnp.go.cr/> <http://www.todaymarket.com>.

2009/12/03

64. pH

http://www.cerveceroscaseros.com.ar/Ph_y_acidez_%20Mauricio_Wagner.pdf

2009/05/23

65. ORÍGENES DE LA DESHIDRATACIÓN

joana.duenyas@conasi.biz

2009/09/24

66. ORIGEN DE LA NARANJILLA:

http://www.aphis.usda.gov/ppq/manuals/port/pdf_files/20Fruits_and_Vegetables.pdf

2009/02/10

67. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS:

<http://www.monografias.com/trabajos68/proceso-deshidratacion-frutas/proceso-deshidratacion-frutas.shtml>.

2002/09/23

68. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DESHIDRATADOS:

<http://www.monografias.com/trabajos15/deshidratación/deshidratación.shtml>.

2000/02/27

69. PRODUCCIÓN DE NARANJILLA:

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/iniap-busca-alternativa-para-mayor-produccion-de-naranjilla-302354-302354.html>.

2010/01/23

70. PROPIEDADES DE LA VITAMINA C

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

20090524

71. PRUEBAS SENSORIALES

<http://dcfernandezmudc.tripod.com/pruebas.htm>

20090817

72. SABOR Y GUSTO

<http://sazonado.blogspot.com/2005/06/sabor-y-gusto-parte-1-umami.html>

20090914

73. TECNOLOGÍA DE IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS

http://www.sagangea.org/hojared_radiacion/paginas/Radiaci%F3n_de_alimentos.html.

20090406

74. TEXTURA

http://es.wikibooks.org/wiki/An%C3%A1lisis_Sensorial_de_Alimentos/Conceptos_generales_del_an%C3%A1lisis_sensorial

20090426

75. VITAMINA C:

<http://www.nutrinfo.com/pagina/info/vitc0.html>.

20080312

76. Vitamina C:

<http://www.zonadiet.com/nutricion/vitc.htm>.

20080312

77. SABOR Y GUSTO

<http://sazonado.blogspot.com/2005/06/sabor-y-gusto-parte-1-umami.html>

20090914

78. VITAMINA C – ÁCIDO ASCORBICO

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

20090524

VITAMINA C

http://es.wikipedia.org/wiki/Vitamina_C

20090716

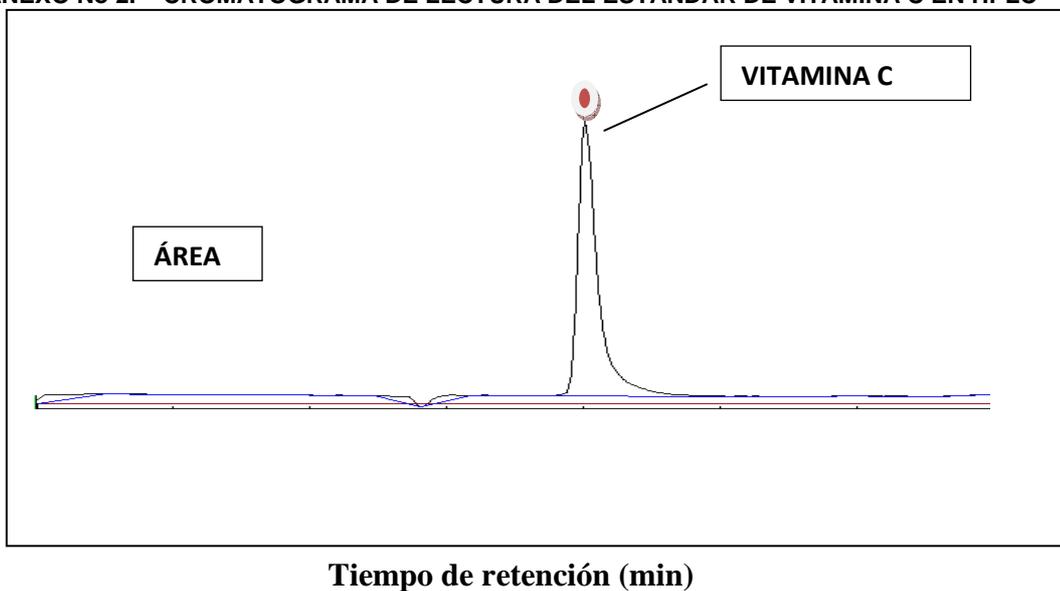
CAPÍTULO VIII

8.1 ANEXOS

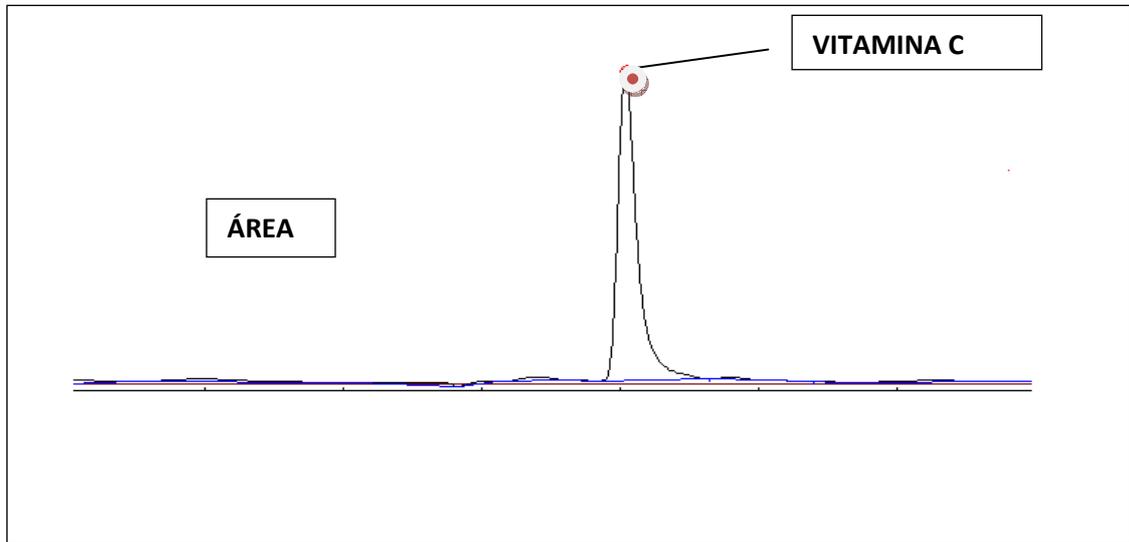
ANEXO Nº1 DETERMINACIÓN DE pH NTE INEN 389.

- 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 reposos 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 No 2. CROMATOGRAMA DE LECTURA DEL ESTÁNDAR DE VITAMINA C EN HPLC

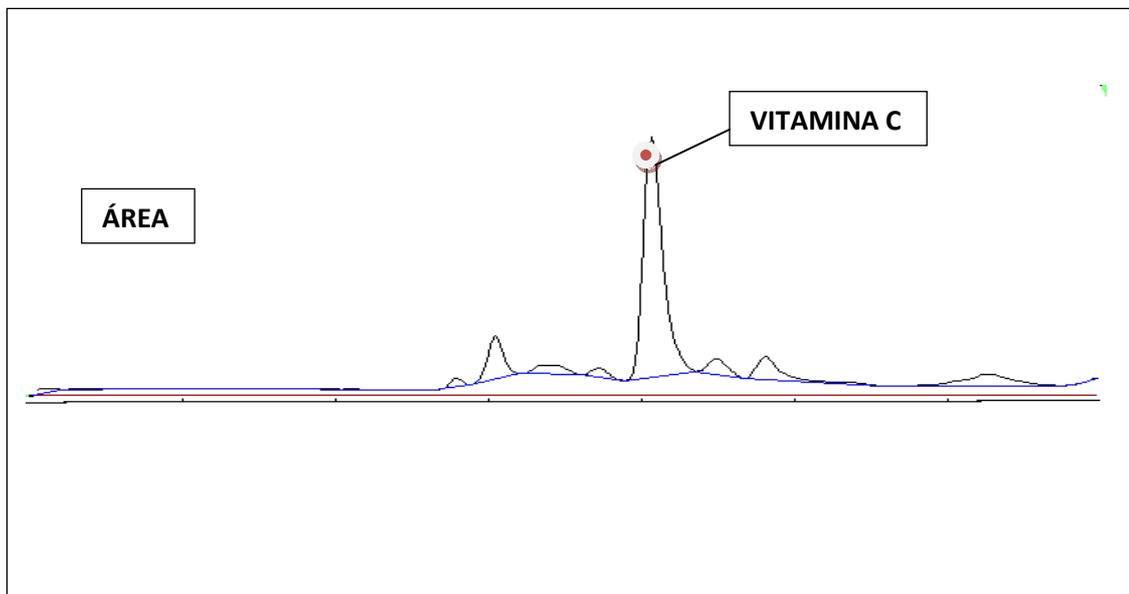


ANEXO No 3. CROMATOGRAMA DE VITAMINA C EN HPLC DE LA NARANJILLA FRESCA



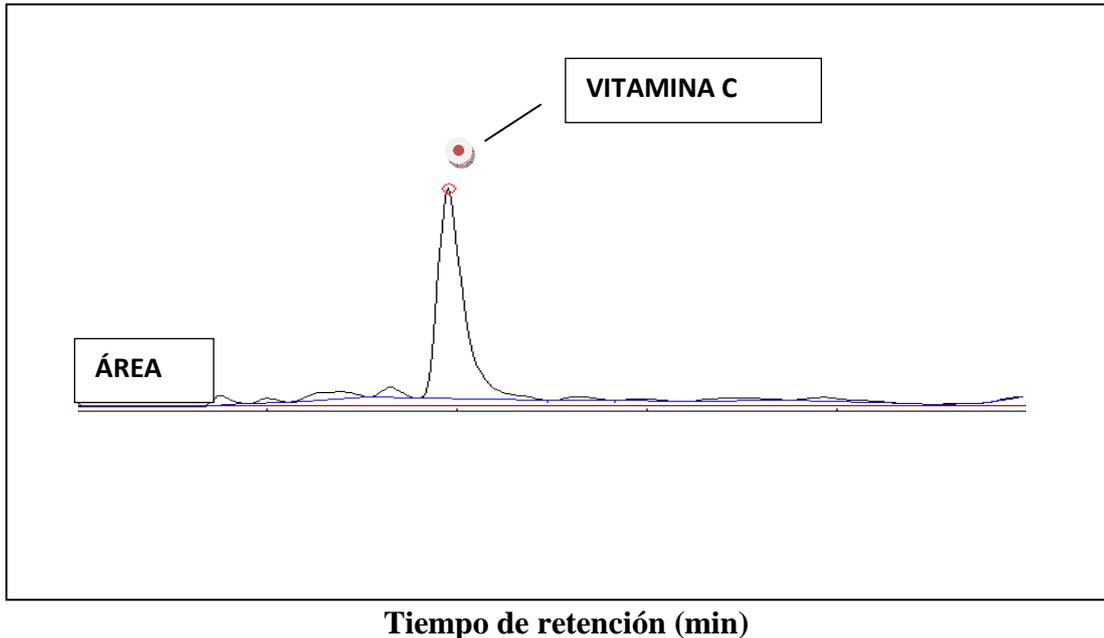
Tiempo de retención (min)

ANEXO No 4. CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA DESHIDRATADA EN MICROONDAS A70 W



Tiempo de retención (min)

ANEXO No 5. CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MUESTRA DESHIDRATADA EN SECADOR DE BANDEJAS A 70° C



ANEXO No 6. 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 fundida y templada 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°C por 5 días.
- Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo.

ANEXO No 7. FOTOGRAFÍAS DE COSECHA DE NARANJILLA PARA EL ESTUDIO DE DESHIDRATACION EN LA HACIENDA EL NARANJILLAL RÍO NEGRO.



CULTIVO DE NARANJILLA



HACIENDA EL NARANJILLAL "RÍO NEGRO"



COSECHA DE NARANJILLAS

ANEXO Nº 8 FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE NARANJILLA EN MICROONDAS.



CORTE DE LA NARANJILLA



INICIO DE DESHIDRATACIÓN



TERMINO DE LA DESHIDRATACIÓN



NARANJILLA DESHIDRATADA

ANEXO Nº 9 FOTOGRAFÍAS DE PROCESO DE DESHIDRATACION DE NARANJILLA EN SECADOR DE BANDEJAS.



CORTE DE NARANJILLA



INICIO DE DESHIDRATACIÓN



FIN DE LA DESHIDRATACIÓN

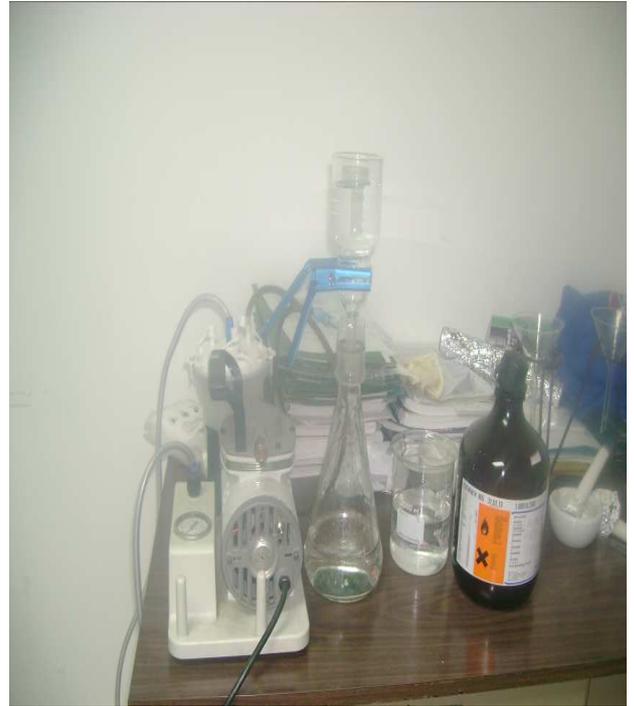


NARANJILLA DESHIDRATADA

ANEXO Nº 10 FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE VITAMINA C HPLC.



MATERIALES UTILIZADOS PARA DETERMINACION VIT C



PREPARACIÓN DE REACTIVOS



PREPARACIÓN DE MUESTRAS



LECTURA DE VIT C EN HPLC

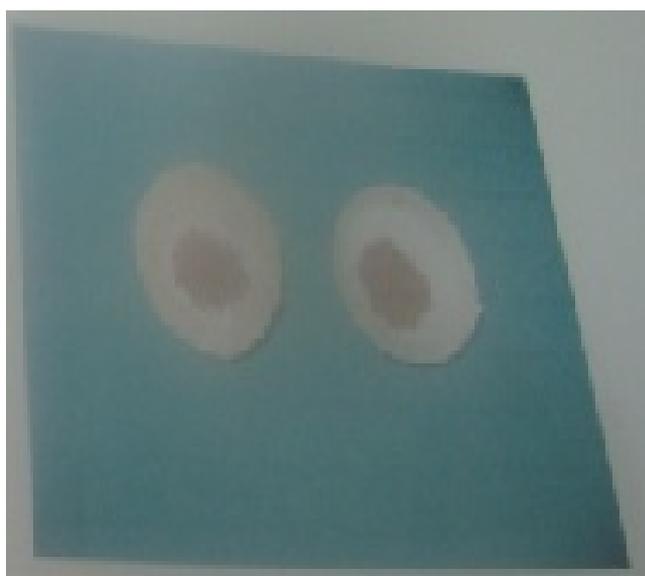
ANEXO No 11. FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL DESHIDRATADO



LAB. ALIMENTOS FAC CIENCIAS



REACTIVOS UTILIZADOS PARA EL ANALISIS



DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



DETERMINACIÓN DE CENIZAS



DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA



DETERMINACIÓN DE AZÚCARES



DETERMINACIÓN DE FIBRA