



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“EVALUACIÓN NUTRITIVA Y NUTRACEÚTICA DE LA MORA DE
CASTILLA (*Rubus glaucus*) DESHIDRATADA A TRES POTENCIAS POR EL
MÉTODO DE MICROONDAS”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR

VERÓNICA PAULINA VILLARROEL BADILLO

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

DEDICATORIA

A todas las personas que me brindaron apoyo, a mis padres quienes depositaron en mi su confianza, alegría y soporte en mi trajinar, a mis hermanas, compañeras y compañeros por estar conmigo en todo momento.

A los estudiantes de la Escuela de Bioquímica y Farmacia esperando que esta investigación sea de de gran ayuda.

AGRADECIMIENTO

Por ser mi fortaleza, a Dios.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanas, que supieron ser un significativo soporte a lo largo de mi vida.

Al Doctor Carlos Pilamunga por prestarme desinteresadamente su asesoría y orientación en la presente investigación, al Ing. Mario Villacrés, distinguido docente miembro del tribunal y colaborador del presente trabajo.

Y a todas aquellas personas amigas/os que formaron parte elemental en el transcurso de mi caminar.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN NUTRITIVA Y NUTRACEÚTICA DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*) DESHIDRATADA A TRES POTENCIAS POR EL MÉTODO DE MICROONDAS”, de responsabilidad de la Señorita egresada Verónica Paulina Villarroel Badillo, 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 | ----- | ----- |
| Ing. Mario Villacrés MIEMBRO DEL TRIBUNAL | ----- | ----- |
| BQF. Fausto Contero MIEMBRO DEL TRIBUNAL | ----- | ----- |
| Tc. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN | ----- | ----- |
| NOTA DE TESIS | ----- | |

Yo, Verónica Paulina Villarroel Badillo 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

VERÓNICA PAULINA VILLARROEL BADILLO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|------|---|
| A | área |
| Ab | absorvancia |
| g | gramos |
| h | hora |
| min | minutos |
| INEN | Instituto Ecuatoriano de Normalización |
| INNE | Instituto Nacional de Nutrición Ecuatoriana |
| Kg | Kilogramo |
| L | Litro |
| Ms | Masa seca |
| min | minutos |
| mg | miligramo |
| mL | mililitro |
| mm | milímetro |
| NTE | Norma Técnica Ecuatoriana |
| % | porcentaje |
| Pa | peso de mora en gramos |
| Pb | peso de bandeja en gramos |
| pH | potencial de Hidrógeno |

| | |
|----------|-----------------------------------|
| p | promedio |
| t | tiempo |
| T | total |
| μ | media muestral |
| UPC | unidades propagadoras de colonias |
| σ | varianza |
| W | velocidad de secado |
| Xi | humedad inicial del producto |
| Xf | humedad final del producto |
| Wc | velocidad de secado crítico |
| Watts | Unidad de potencia del microondas |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

1 MARCO TEÓRICO..... 15

1.1 MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus Benth*) 15

1.1.1 ORIGEN 15

1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA 16

1.1.3 TAXONOMÍA 17

1.1.4 SABOR..... 18

1.1.5 CULTIVO..... 19

1.1.6 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO..... 19

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1.1.7 | VARIEDADES..... | 20 |
| 1.1.8 | COMPOSICIÓN NUTRICIONAL | 21 |
| 1.1.9 | PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LAS MORAS | 22 |
| 1.1.10 | USOS CULINARIOS..... | 23 |
| 1.2 | ANTOCIANOS | 24 |
| 1.2.1 | IDENTIFICACIÓN Y CONTROL | 25 |
| 1.2.2 | ACCIONES | 26 |
| 1.3 | ÁCIDO L- ASCÓRBICO (VITAMINA C)..... | 28 |
| 1.3.1 | CARACTERÍSTICAS..... | 29 |
| 1.3.2 | FUNCIÓN | 29 |
| 1.4 | DISMINUCIÓN DE LA HUMEDAD DE LOS ALIMENTOS (deshidratación) | 31 |
| 1.4.1 | EFFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS | 32 |
| 1.4.2 | MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS..... | 33 |
| 1.5 | SECADO POR MICROONDAS..... | 39 |
| 1.5.1 | VENTAJAS DE LA DESHIDRATACIÓN POR MICROONDAS | 39 |
| 1.6 | CURVAS FUNDAMENTALES DE SECADO..... | 40 |
| 1.7 | ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS..... | 42 |
| 1.7.1 | MUESTREO..... | 43 |
| 1.7.2 | PREPARACIÓN DE LA MUESTRA..... | 44 |
| 1.7.3 | ANÁLISIS DE HUMEDAD | 44 |
| 1.7.4 | ANÁLISIS DE PROTEÍNAS..... | 46 |
| 1.7.5 | ANÁLISIS DE GRASA | 49 |
| 1.7.6 | ANÁLISIS DE FIBRA | 51 |
| 1.7.7 | ANÁLISIS DE CENIZAS..... | 53 |
| 1.7.8 | CENIZAS TOTALES | 53 |
| 1.7.9 | DETERMINACIÓN DE pH..... | 55 |

| | | |
|-------------|--|---------------|
| 1.8 | MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS | 55 |
| 1.9 | MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS | 56 |
| 1.9.1 | CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICACIA | 57 |
| 1.10 | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | 58 |
| 1.10.1 | LEVADURAS Y MOHOS..... | 58 |
| 1.11 | PRUEBAS ESTADÍSTICAS | 59 |
| 1.11.1 | ANÁLISIS DE VARIANZAS “ADEVA” | 59 |
| 1.11.2 | PRUEBA DE COCHRAN | 60 |
| 2 | <i>PARTE EXPERIMENTAL</i>..... | - 62 - |
| 2.1 | LUGAR DE INVESTIGACIÓN | - 62 - |
| 2.2 | MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS..... | - 62 - |
| 2.2.1 | MATERIAL VEGETAL | - 62 - |
| 2.2.2 | EQUIPOS | - 62 - |
| 2.2.3 | REACTIVOS..... | - 65 - |
| 2.2.4 | MEDIOS DE CULTIVO | - 66 - |
| 2.3 | MÉTODOS..... | - 66 - |
| 2.3.1 | FASE EXPERIMENTAL..... | - 66 - |
| 2.3.2 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | - 83 - |
| 3 | <i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>..... | - 84 - |
| 3.1 | EVALUACIÓN SENSORIAL..... | - 84 - |
| 3.2 | DESHIDRATACIÓN DE LA MORA | - 84 - |
| 3.3 | VELOCIDAD DE SECADO | - 95 - |

| | | |
|-----|---|---------|
| 3.4 | DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS Y VITAMINA C. | - 101 - |
| 3.5 | ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA MORA FRESCA Y DESHIDRATADO | - 103 - |
| 3.6 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | - 103 - |
| 4 | <i>CONCLUSIONES</i> | - 108 - |
| 5 | <i>RECOMENDACIONES</i> | - 109 - |
| 6 | <i>RESUMEN</i> | - 110 - |
| 7 | <i>SUMMARY</i> | - 111 - |
| 8 | <i>BIBLIOGRAFÍA</i> | - 112 - |
| 8.1 | <i>BIBLIOGRAFIA DE INTERNET</i> | - 114 - |
| 9 | <i>ANEXOS</i> | 122 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------|---|----|
| TABLA No. 1 | Taxonomía de la Mora | 18 |
| TABLA No. 2 | Tabla de composición de Alimentos. ICBF. Sexta edición, 1992. INCAP y FAO..... | 21 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|---------------|---|-----|
| CUADRO No. 1 | Resultado de evaluación sensorial de mora fresca y deshidratada | 83 |
| CUADRO No. 2 | Resultados de tiempo de proceso de deshidratación de la mora a potencia 1, intervalos de 5 minutos..... | 84 |
| CUADRO No. 3 | Resultados de tiempo de proceso de deshidratación de la mora a potencia 1; 10 min..... | 86 |
| CUADRO No. 4 | Resultados de tiempo de proceso de deshidratación de la mora a potencia 2; 5 min..... | 88 |
| CUADRO No. 5 | Resultados de tiempo de proceso de deshidratación de la mora a potencia 2; 10 min..... | 89 |
| CUADRO No. 6 | Resultados de tiempo de proceso de deshidratación de la mora a potencia 3; a intervalos de 5 min..... | 91 |
| CUADRO No. 7 | Resultados de tiempo de proceso de deshidratación de la mora a potencia 3; a intervalos de 10 min..... | 92 |
| CUADRO No. 8 | Resultado de la velocidad de secado vs humedad de la mora a potencia 1; a intervalos de 5 min..... | 94 |
| CUADRO No. 9 | Resultado de la velocidad de secado vs humedad de la mora a potencia 1; a intervalos de 10 min. | 95 |
| CUADRO No. 10 | Resultado de la velocidad de secado vs humedad de la mora a potencia 2; a intervalos de 5 min..... | 96 |
| CUADRO No. 11 | Resultado de la velocidad de secado vs humedad de la mora a potencia 2; a intervalos de 10 min..... | 97 |
| CUADRO No. 12 | Resultado de la velocidad de secado vs humedad de la mora a potencia 3; a intervalos de 5 min..... | 98 |
| CUADRO No. 13 | Resultado de la velocidad de secado vs humedad de la mora a potencia 3; a intervalos de 10 min..... | 99 |
| CUADRO No. 14 | Contenido de antocianos y vitamina c en muestras analizadas..... | 100 |
| CUADRO No. 15 | Contenido nutricional de mora fresca y muestra seleccionada..... | 102 |
| CUADRO No. 16 | Análisis estadístico por medio de la prueba de Cochran en muestras estudiadas de acuerdo al porcentaje de pérdidas de cada uno de los deshidratados (70, 140, 210 W)..... | 103 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|-----------------|--|-----|
| GRÁFICO No. 1 | Curva de secado de la mora potencia 1, intervalo de 5 min | 86 |
| GRÁFICO No. 2. | Curva de secado de la mora potencia 1 intervalo de 10 min | 87 |
| GRÁFICO No. 3. | Curva de secado de la mora potencia 2; intervalos de 5 min | 89 |
| GRÁFICO No. 4 | Curva de secado de la mora potencia 2; intervalos de 10 min | 90 |
| GRÁFICO No. 5. | Curva de secado de la mora potencia 3; intervalos de 5 min | 92 |
| GRÁFICO No. 6. | Curva de secado de la mora potencia 3; intervalos de 10 min | 93 |
| GRÁFICO No. 7. | Velocidad de secado vs contenido de humedad. Potencia 1 a intervalos de 5 min..... | 95 |
| GRÁFICO No. 8. | Velocidad de secado vs contenido de humedad. Potencia 1 a intervalos de 10 min..... | 96 |
| GRÁFICO No. 9. | Velocidad de secado vs contenido de humedad. Potencia 2 a intervalos de 5 min..... | 97 |
| GRÁFICO No. 10. | Velocidad de secado vs contenido de humedad. Potencia 2 a intervalos de 10 min..... | 98 |
| GRÁFICO No. 11. | Velocidad de secado vs contenido de humedad. Potencia 3 a intervalos de 5 min..... | 99 |
| GRÁFICO No. 12. | Velocidad de secado vs contenido de humedad. Potencia 3 a intervalos de 10 min..... | 100 |
| GRÁFICO No. 13 | Relación de contenido de Antocianos en mora fresco y deshidratados a 70,140, y 210 W | 101 |
| GRÁFICO No. 14 | Relación de contenido de Vitamina C en mora fresco y deshidratados a 70,140, y 210 W | 101 |
| GRÁFICO No. 15. | Análisis de Cochran de la potencia 1..... | 103 |
| GRÁFICO No. 16 | Análisis de Cochran de la potencia 2..... | 104 |
| GRÁFICO No. 17 | Análisis de Cochran de la potencia 3..... | 104 |
| GRÁFICO No. 18 | Análisis de Cochran de los tiempos (5 y 10 min) empleados para la deshidratación de la potencia 3 (210W) | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| FIGURA No. 1 | Estructura química de los Antocianos..... | 23 |
| FIGURA No. 2 | Estructura del L- ácido Ascórbico..... | 27 |
| FIGURA No. 3 | Curva de Humedad en el Tiempo..... | 39 |
| FIGURA No. 4 | Curva de Velocidad de secado vs Humedad..... | 40 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | | |
|------------------|--|----|
| FOTOGRAFÍA No. 1 | Mora de castilla (<i>Rubus glaucus B</i>)..... | 16 |
| FOTOGRAFÍA No. 2 | Tarta de moras..... | 22 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | |
|-------------|---|-----|
| ANEXO No. 1 | Cromatograma del estándar de Vitamina C | 122 |
| ANEXO No. 2 | Cromatograma de la mora fresca de Vitamina C | 122 |
| ANEXO No. 3 | Cromatograma de la muestra de Vitamina C deshidratada a potencia 3(210W), 10 minutos de tiempo | 123 |
| ANEXO No. 4 | Fotografías de la investigación realizada..... | 123 |

INTRODUCCIÓN

Todos los alimentos en estado natural tienen vida útil relativamente corta y su descomposición puede verse favorecida por la acción de insectos, hongos microscópicos y bacterias, además de factores ambientales como temperatura elevada, humedad, rayos del sol y sustancias que se encuentran en el aire, viéndose alteradas sus propiedades, al grado de que su consumo resulta dañino para la salud.(27)(28) Ésta es la razón por la que desde tiempos remotos el ser humano se ha preocupado por desarrollar diferentes métodos de conservación destinados a mantener sus provisiones en buen estado y disponer de ellas en cualquier temporada del año, sobre todo en época de carestía(28).

En este sentido, la deshidratación o desecación fue uno de los primeros sistemas que la humanidad utilizó con tal fin, el cual consiste en eliminar la mayor cantidad posible de agua de un alimento, utilizando para ello condiciones controladas de temperatura, humedad y circulación de aire, de modo que permite obtener producto compacto, liviano, de buen sabor y olor, fácil de transportar y resistente a golpes y embates del ambiente. (28)

Se sabe que, durante la Edad Media (años 476 a 1453, aproximadamente), frutos deshidratados como durazno, uva, ciruela o higo formaban parte de la comida tradicional de las familias del “viejo continente”, sin olvidar que en la América prehispánica se utilizaban técnicas de secado al sol o con ayuda del fuego para preparar granos, semillas y frutos que debían transportarse a ciudades lejanas. (28)

En el mercado no existe una gran variedad de frutas y verduras deshidratadas, por lo que hay un gran potencial a explotar, en este caso estudiamos más a fondo el tema, principalmente frutas, como la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada en

microondas contribuyendo así con otro tipo de técnicas innovadoras y accesibles al hogar de los consumidores, prolongando el período de vida útil de estos alimentos, sin necesidad de procesos como enlatados o refrigeración. (71)

Por lo que con esta investigación se ayudó a determinar el potencial nutritivo y nutracéutico de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada en microondas, siendo los factores de eficiencia y eficacia la vitamina C y los antocianos. La búsqueda por alcanzar dichos objetivos se realizó tomando en cuenta tres Potencias 70, 140 y 210W, dándonos los siguientes valores de tiempo de secado a intervalos de 5 y 10 min. Para potencia 1: 125 y 160 min, Potencia 2: 70 y 80 min. y Potencia 3: 45 y 70 min respectivamente.

Esta labor permitió plantear el nivel óptimo de deshidratado, con ayuda de los tratamientos estadísticos planteados, tomando como resultado la potencia más adecuada que conserva características propias, sensoriales y nutritivas. Gracias a la deshidratación sabemos que se puede exportar frutas a otras regiones, y así disfrutar su sabor especialmente nuestras favoritas durante todo el año, beneficiándonos de sus bondades y nutrientes aún fuera de temporada. (71). Aportando en cierta forma para la industria alimenticia, principalmente de nuestro Ecuador.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus Benth*)

1.1.1 ORIGEN

La mora de Castilla *Rubus glaucus* fue descubierta por Hartw y descrita por Benth. Es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador. (2) El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal. Se encuentran diseminadas en casi todo el mundo excepto en las zonas desérticas. Las especies más conocidas son *Rubus idaeus* (frambuesa), *Rubus occidentalis* (mora cultivada) y *Rubus folius* (zarzamora), las cuales se cultivan en la zona templada. Cerca del 90% del consumo se destina al procesamiento y sólo el 10% se consume como fruta de mesa. Esta última forma de consumo, sin embargo, tiende a aumentar por el creciente interés de los consumidores hacia las frutas y los vegetales frescos y naturales.(2) Desde 1840 se iniciaron trabajos para obtener variedades con mejores características, las cuales se establecieron principalmente en los Estados Unidos y desde entonces se han generado nuevas variedades en las zonas templadas. Existen en la actualidad especies del género *Rubus* con espinas y sin espinas con variedades de porte erecto y semierecto. La primera variedad reportada se encuentra la Dorchester y luego la Snyder, en 1851. Este producto se encuentra distribuido a nivel mundial, aunque la producción comercial está ubicada en las zonas templadas y en tierras altas del trópico (38).

1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es una planta de vegetación perenne, de porte arbustivo semierecto, conformada por varios tallos espinosos que pueden crecer hasta tres metros. Las hojas tienen tres folíolos, ovoides de 4 a 5 centímetros de largo con espinas ganchudas. Los tallos son espinosos con un diámetro entre 1 a 2 centímetros y de 3 a 4 metros de longitud. Tanto los tallos como las hojas están cubiertas por un polvo blanquecino. Los peciolo también tienen espinas, de color blanco y son de forma cilíndrica. En la base de la planta se encuentra la corona de donde se forman los tallos la cual está conformada por una gran cantidad de raíces superficiales. El sistema radicular es profundo, puede llegar a profundizar más de un metro dependiendo del suelo y el subsuelo (38).

Las inflorescencias se presentan en racimos terminales aunque en ocasiones se ubican en las axilas de las hojas. La fruta es esférica o elipsoidal de tamaño variable, 1,5 a 2.5 cm. en su diámetro más ancho, de color verde cuando se están formando, pasando por un color rojo hasta morado oscuro cuando se maduran. El fruto, es una baya formada por pequeñas drupas adheridas a un receptáculo que al madurar es blanco y carnosos y hace parte del mismo (38).



FOTOGRAFÍA 1: MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus B*)

El color varía conforme la mora va madurando, comenzando en un tono blanco verdoso pasando al rojo para finalmente llegar al negro o púrpura oscuro. Aunque no siempre es así, ya que existe alguna que otra excepción como es el caso de la mora que da la especie *morus alba*, que del verde pasa al blanco y a partir de ahí no varía de color, o como las moras de los pantanos (*Rubus chamaemorus*), ya que el fruto maduro de esta especie es de un color amarillo dorado. (54)

Las hojas: Son compuestas, trifoliadas, de pecíolo blancuzco, cilíndrico y cubierto de espinas, que también se hallan en los nervios, en la cara inferior de la lámina. Los folíolos son ovoides, de 5 a 12 cm. de largo, acuminados y aserrados, verde oscuros en el haz, y blanquecinos en el envés. (4)

Las flores: Son hermafroditas, ubicadas en racimos, de unos 30 cm de largo que se distribuyen a lo largo de la rama o al final de la misma. El tamaño es de unos 2 cm. de diámetro, con 5 sépalos persistentes, el cáliz tiene 5 pétalos son ovados, de color blanco o rosados, los estambres son numerosos, separados, y se disponen en series sobre las bases del receptáculo. Los estilos son filiformes, simples, cada pistilo tiene un ovario que da origen a un pequeño fruto carnoso llamado drupa. (50)

El fruto: Es un agregado de drupas adheridas al receptáculo floral común, que se desarrollan independientes cada una, en conjunto parecen un cono de 1 a 2.5 cm de longitud, de color rojo oscuro en la madurez, y púrpura cuando están sobremaduros, ácidos, las partes carnosas y jugosas son el epicarpio y el mesocarpio; el endocarpio es una porción lignificada, dura y envuelve a la semilla, en cada drupa madura existe una semilla. La maduración de los frutos no es uniforme por cuanto la floración no es homogénea. (50)

1.1.3 TAXONOMÍA

En la tabla N°1 podemos distinguir la taxonomía de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth.*)

TABLA N°1 TAXONOMÍA DE LA MORA

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| REINO | Vegetal |
| Clase | Angiospermae |
| Subclase | Dicotyledoneae |
| Orden | Rosae |
| Familia | Rosaceae |
| Género | Rubus, se destaca Rubus Glaucus. (38) |

1.1.4 SABOR

Los sabores de las diferentes moras son dispares. Si bien pueden encontrarse algunas similitudes, las moras de las distintas especies presentan sabores característicos y peculiares que son apreciados dentro de la amplia gama de las frutas. El generalizado sabor agradable de las moras varía calificativamente en el gusto de cada uno, no obstante puede decirse que la mora es una baya que sabe bien.

No así, especial atención merece la mora de *Morus alba*, que suele resultar sosa o incluso insípida, nada que ver con las moras de *Morus nigra* y *Morus rubra*, que presentan un mejor sabor, mucho más valorado por los comensales. (54)

Se describen los sabores más significativos, y se obvian el resto por no tener un valor apreciable. Teniendo en cuenta que se explica el sabor de la fruta madura:

Algunas de las moras más agradables al gusto son, por un lado las de *Morus nigra* y *Morus rubra* (ya mencionadas anteriormente), que presentan un fresco e intenso sabor agridulce, por otro lado las moras de *Rubus ulmifolius* y *Rubus fruticosus*, que presentan un agradable sabor intenso pero suave, dulce con pequeños matices ácidos. (54)

Los antocianos le dan el color a la mora, y junto con el ácido oxálico y el ácido málico son responsables de su sabor (63)

1.1.5 CULTIVO

Las moras, aunque proceden de especies botánicas básicamente silvestres, pueden ser cultivadas, de hecho se cultivan en diversas zonas a lo largo de toda la geografía mundial con la intención de aprovechar el fruto, aunque a veces se cultiven también especies de género *Morus* con otros fines. Existen multitud de especies de moras, pero es posible que tan sólo tengan valor comercial unas nueve de ellas, que básicamente son del género *Rubus*, en ocasiones y comúnmente se cultivan hibridaciones. (54)

La mora presenta tres etapas de desarrollo. La primera, en la que se obtienen las nuevas plantas ya sea en forma sexual o asexual. Una segunda o de formación y desarrollo vegetativo, donde se conforma la planta y una tercera etapa, la productiva que se inicia a los ocho meses después del trasplante y se mantiene constante durante varios años.

De acuerdo con el método de propagación utilizado, la obtención de una nueva planta, puede tomar de 10 hasta 30 días, desde el momento en que se realiza la propagación asexual. Posteriormente se inicia la etapa de vivero que puede tomar entre 45 y 60 días para que estén listas las plantas para el trasplante a sitio definitivo. Contando desde el momento del trasplante, a los ocho meses se inicia la producción, la cual se va incrementando hasta estabilizarse en el mes 18. Se presentan uno o dos picos bien marcados de cosecha dependiendo de los periodos de lluvia en cada zona. Se estima una vida útil de 12 a 15 años dependiendo del manejo que se le dé. (5) (3)

1.1.6 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

La mora de Castilla se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica ricos en fósforo y potasio. Se debe mantener una relación calcio, magnesio, potasio Ca: Mg: K 2:1:1 ya que junto con el boro son responsables de una mayor o menor resistencia a las enfermedades. Deben presentar buen drenaje tanto

interno como externo, ya que es un planta altamente susceptible al encharcamiento, se adapta bien a pH ácido entre 5,2 y 6,7 siendo 5,7 el óptimo. (4)

El tipo de suelo donde se desea establecer un cultivo de mora, debe estar provisto de buen drenaje o construir canales que eviten la acumulación de agua en el suelo. La disponibilidad de agua debe ser suficiente, al igual que el contenido de materia orgánica y tener un contenido de arcilla medio, sin que los suelos sean excesivamente arcillosos como para permitir encharcamiento ni tan arenosos que no retengan la humedad suficiente para las plantas. (45) (2)

En los casos de insuficiencia de agua, los frutos que se producen son de mala calidad, no crecen, no desarrollan un color agradable y contiene poca dulzura. Como las raíces de la planta profundizan a más de un metro es importante que el perfil de suelo no presente capas endurecidas (Hardpan), que impidan el normal desarrollo del sistema radicular. En cuanto a condiciones climáticas este cultivo se desarrolla en alturas comprendidas entre los 1.500 y los 2.400 m.s.n.m., con temperaturas entre los 11 °C y los 18 °C, y precipitación de 1.500 a 2000 mm anuales. (13) (12)

1.1.7 VARIEDADES

Existen varias especies de *Rubus* cultivadas como son: *R. floridundus*, *R. figantus*, *R. adenotrichas*, *R. notingensis*, *R. poephyromallus*, *R. urticaefolius* (zarzamora) y la de mayor importancia en nuestro país *R. glaucus* con sus principales variedades: Brazos y Mora de Castilla.(39) Se la cultiva en forma comercial en muchos países a lo largo de todo el continente como son Estados Unidos, México, Guatemala, Panamá, Colombia, Perú y Chile. En Ecuador se la cultiva en varias provincias siendo las principales Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. (37)

La mora es una antofita, dicotiledónea perteneciente al orden rosales y a la familia rosácea, con más de 20 especies silvestres reportadas en nuestro país y algunas no clasificadas todavía. Como planta es un arbusto perenne de crecimiento indeterminado,

rastrero o semierecto, cuyas hojas son de color verde de diferentes tonalidades, con número de foliolos variable, generalmente lanceolado y con envés pubescente. (37)

La variedad conocida como mora de Castilla *Rubus glaucus*, es la que más se cultiva en el país y la presenta mayor consumo interno y externo. Los frutos son de forma larga y cónica, con un color morado brillante. Se encuentra sembrada entre los 2000-3200 m.S.N.M. Los frutos son grandes. Como ya se mencionó es la variedad más comercial. (66)(61)

1.1.8 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Mora de Castilla

Porción: 100 g,

Comestible: 90 %

Pulpa, sin semillas

TABLA 2: TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS. ICBF. SEXTA EDICIÓN, 1992. INCAP Y FAO. (8)

| Factor Nutricional | | |
|---------------------------|------|----|
| Acido Ascórbico | 8 | mg |
| Agua | 92.8 | g |
| Calcio | 42 | mg |
| Calorías | 23 | . |
| Carbohidratos | 5.6 | g |
| Cenizas | 0.4 | g |
| Fibra | 0.5 | g |
| Fósforo | 10 | mg |
| Grasa | 0.1 | g |
| Hierro | 1.7 | mg |
| Niacina | 0.3 | mg |
| Proteínas | 0.6 | g |
| Riboflavina | 0.05 | mg |
| Tiamina | 0.02 | mg |

Las moras son frutas con bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos. Sin embargo son muy ricas en vitamina C como se observa en la tabla 2, aportan también fibra, potasio, hierro y calcio (estos dos últimos de menor calidad que los de origen animal), taninos (sustancias con acción astringente) y diversos ácidos orgánicos.(63)

1.1.9 PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LAS MORAS

- Refiriéndonos al valor nutricional de las moras podemos decir que:
- Esencialmente ricas en **vitamina C** y otros cítricos.
- Son utilizadas para el mejoramiento del tránsito intestinal debido a sus cantidades de **fibra**.
- Aportan además **calcio, hierro, potasio, ácidos orgánicos** y **taninos** de acción astringente. También las hojas de la planta de mora se utiliza en gárgaras y combatir anginas (68)
- Uno de los puntos fuertes de las moras es su gran cantidad de aporte de pigmentos naturales como los **carotenoides** y los **antocianos** que servirán como antioxidantes para nuestro organismo.(18)
- Las cantidades de **potasio** que contiene ayudarán a la generación y transmisión del impulso nervioso así como también a personas con grandes actividades musculares.
- Contienen **bajo contenido calórico** por lo que pueden ser ingeridas en dietas (76)

1.1.10 USOS CULINARIOS



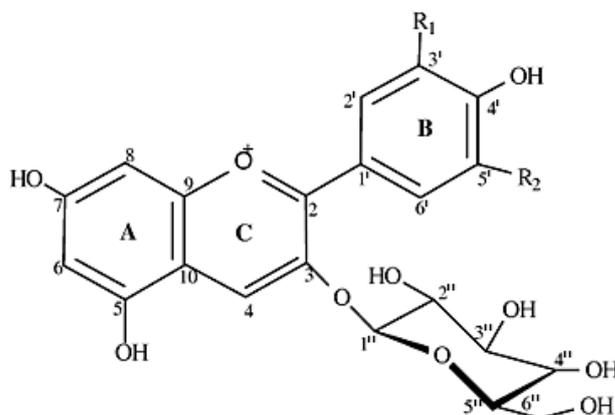
FOTOGRAFÍA 2: TARTA DE MORAS.

Las moras, como frutas comestibles que son, pueden ingerirse al natural, frescas tal cual las da el árbol o la planta, siendo este su uso culinario más sencillo. Es una fruta básicamente silvestre (aunque también se cultiva), y la facilidad de encontrarla en campos o bosques, la convierte en un manjar común y ocasional. Multitud de especies animales, desde pájaros a roedores, tienen en su dieta todo tipo de moras, y el ser humano no es una excepción. (54)

Las moras también pueden ser procesadas e incluidas en la cocina de muy diversas formas, muy utilizadas como elemento decorativo para todo tipo de platos como se puede apreciar en la Fotografía 2, además, a nivel industrial multitud de productos la incluyen a su antojo, ya sean yogures, tartas, licores, batidos, helados, gelatinas, etc.

Se ha convertido en una fruta muy popular en pastelería ya sea para la preparación de postres, mermeladas, jaleas y, a veces, zumos, vinos y licores. No obstante, esta no es la única especie usada en la cocina, de hecho se hacen confituras con todos los tipos posibles de moras. (54)

1.2 ANTOCIANOS



Dp (1, $R_1=OH$, $R_2=OH$); Cy 3-glu (3, $R_1=OH$, $R_2=H$); Pg 3-glu (5, $R_1=H$, $R_2=H$); Pn 3-glu (6, $R_1=OCH_3$, $R_2=H$); Mv 3-glu (7, $R_1=OCH_3$, $R_2=OCH_3$).

FIGURA N°1 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS ANTOCIANOS (1)

Los Antocianos, son pigmentos naturales pertenecientes al grupo de los flavonoides, se encuentran presentes en numerosos alimentos, frutos, flores y verduras, especialmente en uvas tintas y vinos, siendo por tanto un constituyente común en la dieta humana. Su uso como colorantes reviste un gran interés debido a sus características y a sus propiedades, principalmente el poder antioxidante. La búsqueda de nuevas fuentes de pigmentos antociánicos constituye, hoy día, una línea de investigación prioritaria en varios proyectos científicos. Este hecho permitirá sin duda que surjan nuevas materias primas de fácil obtención, con un elevado contenido de pigmentos y un coste de producción bajo. (1).

En la figura N°1 observamos su estructura, es de tipo cíclico engloban a los pigmentos rojos, violetas y azules de las plantas. y al hidrolizarse en el estómago se convierte en antocianidina pasando a ser incoloros, a pesar de que los antocianos de partida resultan altamente coloreados. Estos poseen nombres de derivados de las frutas de partida. Han sido identificados más de 16 antocianos, pero los más conocidos son los de la naranja

(cianidina y delphinidina) y los de la uva (malvidina, peonidina, delphinidina, cianidina, petunidina y pelargonidina). (57)

En el caso concreto de las antocianinas se produce el efecto betacrómico, que consiste en que al cambiar la acidez, es decir el pH, se pasa del rojo anaranjado en condiciones ácidas, como el de la pelargonidina ($R, R'=H$), al rojo intenso-violeta de la cianidina ($R=OH, R'=H$) en condiciones neutras, y al rojo púrpura-azul de la delphinidina ($R, R'=OH$), en condiciones alcalinas. Willstätter fue el primero en describir el cambio de color de las antocianinas. (21)

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

Además son hidrosolubles, por lo que su incorporación en sistemas acuosos alimentarios es fácil. Aparte de las propiedades colorantes, también poseen las antioxidantes; antineoplásticas, protectoras de radiación, vasotónicas, vasoprotectoras, antiinflamatorias, protectoras quimio y hepato. (31)(32) El contenido de antocianinas depende del clima y es mayor en áreas muy soleadas. Así es promisorio su futuro en sericultura tropical.

1.2.1 IDENTIFICACIÓN Y CONTROL

Son sólidos cristalizables, solubles en agua, solubles en alcohol e insolubles en disolventes polares (acetato de etilo). Las agliconas también son insolubles en disolventes apolares por lo que se extraen con alcohol no miscible con agua (amílico o iso amílico). El color cambia con el pH, rojo en medio ácido, azul en medio básico. (32)

1.2.2 ACCIONES

Las principales indicaciones de las antocianidinas o antocianos

- Para mujeres con sensibilidad cíclica de pechos

La experiencia clínica ha revelado un efecto en la reducción de la sensibilidad y dolor de pechos **premenstrual**. Los efectos positivos suelen notarse al cabo de un mes de su uso en forma concentrada.

- Para afectados por retención de líquidos no-médica

La principal causa de la retención de líquidos es la filtración desde los pequeños capilares hacia los tejidos. Las investigaciones científicas muestran que las **antocianidinas** pueden reforzar y reparar de forma efectiva estos capilares permeables.

- Para mejorar la vitalidad de la piel

Las antocianidinas ayudan a fortalecer y conservar el colágeno del cuerpo, de tal manera que estos compuestos naturales se incluyen con frecuencia en cremas para mejorar la elasticidad de la **piel**.

- Para el bienestar de los ojos

Las antocianidinas pueden ayudar a fortalecer los capilares frágiles y a mejorar la micro circulación ocular.

- Para vista cansada por usuarios de ordenadores

Los estudios han demostrado que las antocianidinas pueden reducir la vista cansada y mejorar la visión de contraste en personas que utilizan monitores, en solo 6 semanas.

- Para lesiones deportivas y dolores musculares

Las antocianidinas pueden inhibir metabolitos inflamatorios. Por lo tanto, los profesionales de la salud lo utilizan con frecuencia en **dolores musculares**.

- Para personas con estornudos estacionales

Las antocianidinas inhiben la liberación de histamina; la sustancia que causa molestias ente los afectados por estornudos estacionales.

- Para una adecuada circulación

Las antocianidinas mejoran de forma notable el estado de los **vasos sanguíneos**, por lo que son muy útiles para casi cualquier problema vascular, especialmente de las piernas, mejorando la circulación en estos casos.

- Para el bienestar del corazón

Las antocianidinas con una fuente rica en OPCs; antioxidantes fisiológicamente activos tanto en ambientes corporales acuosos como lipídicos. Este efecto único hace que su capacidad antioxidante general sea más elevada que la de las **vitaminas C y E**, y por lo tanto totalmente apropiada para personas con riesgo cardiovascular.

- Como fuentes de antioxidantes vegetales

Un multivitamínico rico en antioxidantes es una buena opción para el cuidado preventivo de la salud. Sin embargo, para maximizar las defensas antioxidantes, se deberían añadir antioxidantes vegetales como las antocianidinas, cuya **capacidad antioxidante** general es más elevada que la de antioxidantes conocidos como las vitaminas C y E. (56)

1.3 ÁCIDO L- ASCÓRBICO (VITAMINA C)

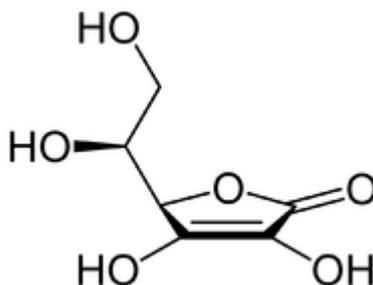


FIGURA N°2 ESTRUCTURA DEL L- ÁCIDO ASCÓRBICO

El **ácido ascórbico** es un ácido de azúcar con propiedades antioxidantes sensible al calor. Su aspecto es de polvo o cristales de color blanco-amarillento. Es soluble en agua. El enantiómero L- del ácido ascórbico se conoce popularmente como vitamina C. El nombre "ascórbico" procede del prefijo *a-* (que significa "no") y de la palabra latina *scorbuticus* (escorbuto), una enfermedad causada por la deficiencia de vitamina C. (26)

El ácido ascórbico tiene una estructura de lactona como se aprecia en la figura N°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 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. (25)

1.3.1 CARACTERÍSTICAS

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

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

Se absorbe en intestino en un 90%. Las dietas ricas en zinc o pectina pueden disminuir la absorción, en tanto que ésta puede aumentar por sustancias en extracto cítrico natural. Si la ingesta de vitamina C es muy alta (por ejemplo suplementos de 12 g), la absorción es sólo del 16%. Las cantidades ingeridas mayores del nivel de saturación de los tejidos se eliminan por orina. (25)

1.3.2 FUNCIÓN

En humanos, la vitamina C es un potente antioxidante, actuando para disminuir el estrés oxidativo; un substrato para la ascorbato-peroxidasa, así como un cofactor enzimático para la biosíntesis de importantes bioquímicos. Esta Vitamina actúa como agente donador de electrones para 8 diferentes enzimas:

- Tres enzimas participan en la hidroxilación del colágeno. Estas reacciones adicionan grupos hidroxilos a los aminoácidos prolina o lisina en la molécula de colágeno (vía prolín-hidroxilasa i lisi-hidroxilasa), con ello permiten que la molécula de colágeno asuma su estructura de triple hélice.

De esta manera la vitamina C se convierte en un nutriente esencial para el desarrollo y mantenimiento de tejido de cicatrización, vasos sanguíneos, y cartílago. (24)

- Dos enzimas son necesarias para la síntesis de carnitina. Esta es necesaria para el transporte de ácidos grasos hacia la mitocondria para la generación de ATP.

- Las tres enzimas remanentes tienen funciones en:

- Participación en la biosíntesis de norepinefrina a partir de dopamina, a través de la enzima dopamina-beta-hidroxilasa.

- Otra enzima adiciona grupos amida a hormonas peptídicas, incrementando enormemente su estabilidad.

- Otra modula el metabolismo de la tirosina.

Los tejidos biológicos que acumulan más de 100 veces el nivel sanguíneo de vitamina C, son las glándulas adrenales, pituitaria, timo, cuerpo lúteo, y la retina. Aquellas con 10 a 50 veces la concentración presente en el plasma incluyen el cerebro, bazo, pulmón, testículos, nódulos linfáticos, mucosa del intestino delgado, leucocitos, páncreas, riñón y glándulas salivares. (24)

La vitamina C ayuda al desarrollo de dientes y encías, huesos, cartílagos, a la absorción del hierro, al crecimiento y reparación del tejido conectivo normal (piel más suave, por la unión de las células que necesitan esta vitamina para unirse), a la producción de colágeno (actuando como cofactor en la hidroxilación de los aminoácidos lisina y prolina), metabolización de grasas, la cicatrización de heridas. Su carencia ocasiona el escorbuto, también resulta esta vitamina un factor potenciador para el sistema inmune aunque algunos estudios ponen en duda esta última actividad de la vitamina C.

Los Glóbulos blancos contienen 20 a 80 veces más vitamina C que el plasma sanguíneo, y la misma fortalece la capacidad citotóxica de los neutrófilos (glóbulos blancos).

La Vitamina C es esencial para el desarrollo y mantenimiento del organismo, por lo que su consumo es obligatorio para mantener una buena salud. (24)

La vitamina C sirve para:

- Evitar el envejecimiento prematuro (proteger el tejido conectivo, la "piel" de los vasos sanguíneos).
- Facilita la absorción de otras vitaminas y minerales.
- Antioxidante.
- Evita las enfermedades degenerativas tales como arteriosclerosis, cáncer, enfermedad de Alzheimer.
- Evita las enfermedades cardíacas
- Desde los descubrimientos de Linus Pauling se aseveraba que la vitamina C reforzaba el sistema inmune y prevenía la gripe, pero investigaciones realizadas en los 1990 parecen refutar esta teoría y, en todo caso, han demostrado que el consumo en exceso (a diferencia de lo preconizado por Pauling y sus seguidores) de suplementos de vitamina C son poco recomendables, porque, entre otras cosas, un consumo excesivo puede provocar alteraciones gastrointestinales. (24)

1.4 DISMINUCIÓN DE LA HUMEDAD DE LOS ALIMENTOS (deshidratación)

La disminución del contenido de agua es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la preservación de los alimentos aumentando su vida útil, por lo que se podrán conservar en perfectas condiciones durante un mayor periodo de tiempo.

Para ello se emplean diversos métodos como la evaporación, secado, crioconcentración o liofilización. (73)

En este sentido, la deshidratación o desecación fue uno de los primeros sistemas que la humanidad utilizó con tal fin, el cual consiste en eliminar la mayor cantidad posible de agua de un alimento, utilizando para ello condiciones controladas de temperatura, humedad y circulación de aire, de modo que permite obtener producto compacto, liviano, de buen sabor y olor, fácil de transportar y resistente a golpes y embates del ambiente. (28)

Se sabe que, durante la Edad Media (años 476 a 1453, aproximadamente), frutos deshidratados como durazno, uva, ciruela o higo formaban parte de la comida tradicional de las familias del “viejo continente”, sin olvidar que en la América prehispánica se utilizaban técnicas de secado al Sol o con ayuda del fuego para preparar granos, semillas y frutos que debían transportarse a ciudades lejanas. (28)

El agua es el principal componente de la mayoría de los alimentos no procesados mientras que en los procesados se reduce para conseguir, menor perecibilidad. (40)

1.4.1 EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS

- Textura: Principal causa de alteración de la calidad de los alimentos deshidratados. Se producen tensiones internas que producen roturas y distorsiones permanentes en las células. La superficie del alimento adquiere un aspecto arrugado y se produce endurecimiento superficial (acortezamiento \Rightarrow alimento seco en la superficie y húmedo en su interior).
- Redistribución de solutos: a medida que el agua se va eliminando los solutos se desplazan hacia la superficie del alimento. (41) (52)
- Pérdida de aroma por evaporación de compuestos volátiles. También por oxidación de pigmentos, vitaminas y lípidos durante el almacenamiento (baja actividad del agua). Por ejemplo, en la leche en polvo la oxidación de lípidos da lugar a un aroma a rancio (δ -lactosas). La oxidación durante el almacenamiento puede reducirse

mediante el almacenamiento a baja temperatura, preservando los antioxidantes naturales del alimento y/o adicionando antioxidantes sintéticos (por ejemplo, ácido ascórbico o ácido cítrico en las frutas).

- Cambio de color por oxidación de carotenos, vitaminas y lípidos.
- Valor nutritivo: los cambios se deben al pre-tratamiento empleado, a la temperatura del proceso de deshidratación y a las condiciones de almacenamiento. En general, si el proceso de deshidratación es correcto se producen pocas alteraciones en las vitaminas. (41)(52)

1.4.2 MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS

Secado solar de alimentos

El secado solar de alimentos puede estar enfocado a aquellos que viven en lugares remotos, donde tienen abundantes cosechas durante el verano, las que están condenadas a una rápida descomposición si no se tiene un método simple y económico para preservarlas. (48)

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

La luz directa del sol no es aconsejable, en el caso de las frutas se oxidan rápidamente, pierden su color natural y obtienen un mal aspecto, las atacan los insectos o los pájaros por lo que el producto se contamina, en el caso de los vegetales; el producto se pone amarillo y pierde propiedades. (19)(49)

Evaporación

La evaporación consiste en la eliminación del agua de un alimento por ebullición. El agua tiene el punto de ebullición en 100°C a presión atmosférica (101.325 Pa) en tanto

que los solutos contenidos en ella tienen un punto de ebullición superior por lo que si se somete al alimento a temperaturas por encima del punto de ebullición del agua y por debajo del punto de ebullición de los solutos, se consigue disminuir el contenido de agua del alimento y concentrarlo. (40)

Con la evaporación se consiguen las siguientes ventajas:

- Aumento de la vida útil del alimento por reducción de su actividad de agua.
- Cambio del aroma y color del alimento (puede ser deseable pero también en ocasiones indeseable).
- Concentración de los alimentos antes de someterlos a congelación, esterilización, etc. reduciendo su forma y peso con lo que las siguientes operaciones serán más baratas. Igualmente el transporte será más barato dado que en un viaje se puede transportar mayor cantidad de alimento, que luego puede ser rehidratado. (40)

Como medio de calefacción se utiliza vapor de agua dado que se puede transportar fácilmente de un sitio a otro y porque al condensar cede su calor latente de vaporización que es alto (unas 540 Kcal / Kg.).

La evaporación se utiliza por ejemplo en los zumos, leche, azúcar, etc. En el caso del azúcar, se extrae líquido de la remolacha mediante agua caliente y seguidamente se concentra el azúcar diluido en el agua mediante evaporación. Finalmente por concentración del soluto, el azúcar cristaliza.

La concentración de los alimentos por evaporación suele ser más barata que por otros métodos pero tiene el inconveniente de que al aplicarse alta temperatura, se pierden propiedades nutritivas, y organolépticas (sabores, aromas, colores diferentes al original, etc.). (40)

Deshidratación en secador 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 particulados o amontonados en

repisas, en el caso de objetos grandes. La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, utilizando la circulación de grandes volúmenes de gas caliente, o indirecta, utilizando repisas, serpentines de calefacción o paredes refractarias en el interior de la cubierta (20)

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 (4-20). 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.

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 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.

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. (20) (4)

Crioconcentración

Es la concentración del alimento por congelación. Consiste en la cristalización fraccionada del agua en hielo y eliminación posterior por separación mecánica o lavado en columna.

Por este método se consigue eliminar agua del alimento sin dañar las propiedades nutritivas y organolépticas del alimento pero como contrapartida el coste de la operación es superior a otros métodos y la capacidad de producción es inferior.

El coste elevado se debe a los costes de refrigeración y los costes de instalaciones y funcionamiento. Por ello este método es de uso limitado y tan solo se emplea para productos de alto valor añadido como zumos, café aceite, vinagres de sidra o vino y en tratamientos previos a la liofilización. (40)

Liofilización

Al igual que en el caso de la crioconcentración, este sistema para disminuir la actividad de agua de los alimentos presenta la ventaja de no alterar las propiedades nutritivas y organolépticas del alimento tratado pero como contrapartida los gastos del proceso son mayores dado que para llevarlo a cabo se ha de aplicar congelación, vacío y los gastos de instalaciones son mayores.

Por lo tanto este proceso también se empleará en alimentos con alto valor añadido como café, champiñones, hierbas aromáticas, zumos de fruta, carnes, mariscos, especias, etc.

Los gastos de la liofilización suelen ser unas cuatro veces mayores que en el caso de la deshidratación convencional pero a cambio se producen cambios mínimos en el alimento tanto a nivel de olores y aromas, de color, de pérdida de nutrientes, cambios estructurales de textura y se puede aplicar en prácticamente todos los alimentos aunque por su coste se aplica sólo sobre unos pocos.

Al rehidratar el alimento, se devuelven prácticamente en su totalidad las propiedades primitivas y únicamente hay que tener especial cuidado en el alimento liofilizado frente a la oxidación ya que son susceptibles de oxidarse evitando este evento por medio de un envasado los alimentos en atmósferas de gases inertes.

Una vez el alimento se ha liofilizado hay que preservarlo del oxígeno, como ya hemos dicho antes, y de golpes ya que es muy frágil. (40)

Deshidratación en general

La deshidratación es la operación mediante la cual se pierde la gran mayoría del agua presente en el alimento.

Por este mecanismo se inhiben, por disminución de la actividad de agua y no por la temperatura que se alcanza el alimento, enzimas y microorganismos. Es un proceso más barato que la liofilización y crioconcentración y se consiguen mayores rendimientos. Algunos alimentos que se someten a este tratamiento son el azúcar, café, la leche, las legumbres, nueces, papaya manzanas, banana etc.

Se puede llevar a cabo por ejemplo sometiendo el alimento a corriente de aire caliente o por contacto con superficies calientes. Para determinar los resultados finales que se van a obtener según las propiedades del aire que va a recorrer el alimento, se emplean los diagramas psicométricos.

Existen multitud de sistemas de deshidratación como deshidratadores de aire caliente (de tolva, de bandejas, de lecho fluidificado, etc.), intercambiadores de calor, o deshidratadores de superficie caliente (de rodillos, o banda sin fin). (40)

Algunos de los más utilizados son:

- **Secado por aspersion.** Es el más común en la industria; consiste en extraer el agua mediante la aplicación de aire muy caliente y es eficaz para obtener leche en polvo, café soluble y otros productos. Algunas frutas y hortalizas también son

conservadas por este método el cual difícilmente requiere de esfuerzos humano si se realiza naturalmente(28)(16)

- **Secador de tambor.** El alimento se extiende en cierta superficie plana dentro de cámara especial que eleva la temperatura de sus paredes con ayuda de vapor, sin que éste entre en contacto con el producto. Se usa para procesar frutas, verduras, leche y jugos. (28)
- **Secado al vacío.** Similar a la liofilización, sólo que el alimento no se congela. Ideal para jugo de jitomate y de frutas cítricas.(28)
- **Secador de cabina o compartimiento.** La temperatura del aire al interior de un horno se eleva con ayuda de fuentes como combustión de gas. Adecuado para frutas, cereales y vegetales. (28)
- **Secado por microondas.** El secado con microondas principalmente en las frutas favorece el incremento del color y se asegura que no será afectado por el oscurecimiento enzimático(44)

VENTAJAS DE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS

- Son pequeños, ligeros y fáciles de transportar.
- No requieren mucho espacio para almacenarse.
- Conservan gran parte de su sabor, color, consistencia y aspecto durante mucho tiempo.
- Sólo requieren mantenerse en lugar fresco o refrigerarse a partir de que se rehidratan para su consumo.
- Están disponibles en cualquier temporada.
- Son buena opción para personas con poco tiempo libre.
- Ideales para quienes practican excursionismo, senderismo, montañismo y demás actividades recreativas al aire libre. (28)

1.5 SECADO POR MICROONDAS

1.5.1 VENTAJAS DE LA DESHIDRATACIÓN POR MICROONDAS

1. Rapidez

Las recetas las realiza en un tiempo mucho más corto del que se necesita con el horno tradicional. (61)

2. 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. (61)

3. Sabores más naturales

Al cocerse los alimentos con su propia agua, no pierden ninguno de sus componentes y presentan sabores más naturales. (61)

4. 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. (61)

5. 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. (61)

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. (46)

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. (46)

1.6 CURVAS FUNDAMENTALES DE SECADO

La cinética de secado de un material no es más que la dependencia de la humedad del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo o variables relacionadas con este, como la propia humedad o las dimensiones del equipo. (70)

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

A partir de las curvas de cinética de secado (x vs t , dx/dt vs x), que deben ser obtenidas a nivel de laboratorio, puede tenerse una idea del tiempo de secado, del consumo de energía, del mecanismo de migración de humedad y de la influencia que tienen en la velocidad de secado las variables del proceso tales como: temperatura, humedad de entrada, etc.(70)

Por todo esto es que determinar las curvas de secado constituye uno de los objetivos fundamentales de este trabajo.

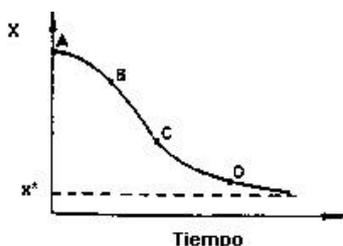


FIGURA 3. CURVA DE HUMEDAD EN EL TIEMPO.

Curvas de régimen de secado.

Se puede obtener abundante información si se convierten los datos a regímenes de secado, y se lleva a un gráfico en función del contenido de humedad.

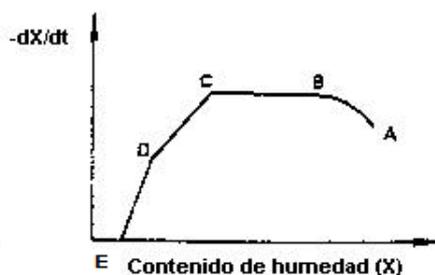


FIGURA 4. CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO vs HUMEDAD.

Generalmente se pueden apreciar dos partes notorias de la curva de régimen de secado: un período de régimen constante y uno de caída de régimen, aunque teóricamente existen o se pueden apreciar tres etapas del proceso o períodos de secado. (70)

Etapas A-B: Es una etapa de calentamiento (o enfriamiento) inicial del sólido normalmente de poca duración en la cual la evaporación no es significativa por su intensidad ni por su cantidad. En esta etapa el sólido se calienta desde la temperatura ambiente hasta que se alcance el equilibrio entre el enfriamiento por evaporación y la absorción de calor de los gases. (70)

Etapas B-C: Es el llamado primer período de secado o período de velocidad de secado constante; donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. En este período el sólido tiene un comportamiento no higroscópico. Durante este período la temperatura del sólido se mantiene igual a la de bulbo húmedo del gas, ya que se mantiene el equilibrio alcanzado al final de la etapa de calentamiento. (70)

Etapas C-E: Es el segundo período de secado o período de velocidad de secado decreciente; donde se evapora la humedad ligada del material y predominan las

condiciones internas o las características internas y externas simultáneamente. En estas condiciones el sólido tiene un comportamiento higroscópico. Durante el período, la temperatura del material sobrepasa la de bulbo húmedo debido a que el descenso de la velocidad de secado rompe el equilibrio térmico que mantiene estable la temperatura y una parte considerable del calor se emplea en un calentamiento del sólido. Ahora la humedad deberá ser extraída del interior del material con el consiguiente incremento de la resistencia a la evaporación. (70)

Este período de velocidad decreciente puede dividirse en dos partes, con diferentes comportamientos de la velocidad de secado, la cual decrece cada vez más al disminuir la humedad del sólido. Esto implica dos modelos de secado diferente en dicha zona.

Un parámetro muy importante a determinar en la materia a secar es la humedad a la cual se cambia del primero al segundo período, llamada humedad crítica. Esta depende del tipo de la materia y de la relación de secado en el primer período. (70)

La forma de la curva de secado en el segundo período varía en dependencia de las características del material a secar. Existen curvas típicas de cuerpos capilar-porosos con grandes superficies específicas y de pequeñas superficies específicas así como de cuerpos coloidales. (70)

1.7 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS

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. (35)

Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones del analista. Los resultados obtenidos en las determinaciones de cenizas y contenido de agua están muy influidos por la temperatura y el tiempo de calentamiento. Cualquier error cometido en las determinaciones de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. (35)

1.7.1 MUESTREO

El valor de los resultados de un análisis químico sobre una muestra de laboratorio bien preparada dependerá de que tan representativa es la muestra del lote, serie, paquete o consignación de un alimento en particular del cual fue tomada y de la clase de información química que se necesita. Los productos comestibles y los ingredientes de alimentos son materiales en realidad heterogéneos, por lo que es difícil obtener una sola muestra absolutamente representativa para el análisis de laboratorio. El problema puede ser disminuido seleccionando, ya sea al azar o en forma planeada, varias muestras del lote. Estas muestras pueden ser analizadas individualmente para obtener resultados de los cuales puede calcularse la composición media del lote o en ciertos casos las muestras se mezclan para dar una sola, que es representativa, de la cual se toma una muestra para el análisis de laboratorio. (29)

El proceso de muestreo es una de las facetas de la estadística y la mayor parte de las obras sobre estadística incluyen capítulos que describen los principios matemáticos elementales involucrados.

Debido a las dificultades prácticas y a los aspectos económicos de un muestreo completamente estadístico y la variación natural en la composición de los productos alimenticios, el análisis de alimentos a menudo se efectúa sobre muestras escogidas al azar. (29)

1.7.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

A fin de obtener resultados analíticos precisos, la muestra de laboratorio debe ser tan homogénea como sea posible dentro de los límites del método analítico usado, para que los análisis duplicados coincidan lo más posible. El método de homogeneización dependerá del tipo de alimento que se está analizando. Se dispone de varios aparatos electromecánicos para reducir el tamaño de partículas de los alimentos y para mezclar íntimamente los productos alimentarios. Los picadores de carne, ralladores, mezcladores, homogeneizadores para alimentos secos, húmedos o mojados y los variados tipos de molinos para polvos, son piezas indispensables del equipo de un laboratorio alimentario. Todos los instrumentos mecánicos producen calor, por lo que se tendrá sumo cuidado de no alterar la composición de la muestra, por la pérdida de humedad debida al sobrecalentamiento del equipo. Los alimentos secos necesitan reducirse a polvo grueso por medio de un molino mecánico y después mezclarse íntimamente con una cuchara o espátula. (29)

Los alimentos sólidos húmedos, por ejemplo, los productos cárnicos, son homogeneizados mejor moliéndolos que picándolos. Los alimentos fluidos son emulsionados mejor en una licuadora. Los aceites y grasas son preparados con facilidad por calentamiento suave y mezclado. (29)

1.7.3 ANÁLISIS DE HUMEDAD

1.7.3.1 HUMEDAD

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que

la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos. (29)

1.7.3.2 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Hay muchos métodos para la determinación del contenido de humedad de los alimentos, variando en su complicación de acuerdo a los tres tipos de agua y a menudo hay una correlación pobre entre los resultados obtenidos. Sin embargo, la generalidad de los métodos da resultados reproducibles, si las instrucciones empíricas se siguen con fidelidad y pueden ser satisfactorios para uso práctico.

Los métodos pueden ser clasificados como por secado, destilación, por métodos químicos e instrumentales. (29)

1.7.3.3 MÉTODOS POR SECADO

Estos incluyen las mediciones de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella. Aunque tales métodos son usados frecuentemente debido a que dan resultados exactos cuando se consideran sobre una base relativa, hay que tener en mente que el resultado obtenido puede no ser una medición verdadera del contenido de agua de la muestra. Por ejemplo, los aceites volátiles pueden perderse a temperatura de secado como 100°C. En algunos alimentos (por ejemplo, cereales) solamente una parte del agua que contienen se pierde a esta temperatura. El resto (agua combinada o adsorbida) es difícil de eliminar y parece estar asociada a las proteínas presentes. La proporción de agua libre perdida aumenta al elevar la temperatura, por lo que es importante comparar únicamente los resultados obtenidos cuando se usan las mismas condiciones de secado. Además, si es posible que se efectúe alguna descomposición, como sucede en los alimentos que tienen una proporción elevada de azúcares, es aconsejable usar una temperatura de secado más baja, por ejemplo, 70° C y aplicar al vacío. (29)

En la fabricación de alimentos se pueden utilizar procedimientos rápidos para determinar humedad usando estufas desecadoras especiales que trabajan a temperaturas altas. Otras

estufas tienen lámparas secadoras de radiación infrarroja y tienen además una balanza de lectura directa. Los hornos de microondas pueden utilizarse para la determinación de humedad en el laboratorio en forma rápida. (29)

1.7.4 ANÁLISIS DE PROTEÍNAS

1.7.4.1 PROTEÍNAS Y SU NECESIDAD

Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida.

Las proteínas constituyen gran parte del cuerpo animal; lo mantienen como unidad y lo hacen funcionar. Se las encuentra en toda célula viva. Ellas son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangre; de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas. (29)

Desde un punto de vista químico, las proteínas son polímeros grandes. Son poliamidas y los monómeros de los cuales derivan son los ácidos alfa-aminocarboxílicos. Una sola molécula proteínica contiene cientos, e incluso miles, de unidades de aminoácidos, las que pueden ser de unos 20 tipos diferentes. El número de combinaciones diferentes, es decir, el número de moléculas proteínicas distintas que pueden existir, es casi infinito. Es probable que se necesiten decenas de miles de proteínas diferentes para formar y hacer funcionar un organismo animal; este conjunto de proteínas no es idéntico al que constituye un animal de tipo distinto. (29)

Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. Los organismos adultos que tienen su peso estabilizado están en equilibrio dinámico, en el que sus proteínas se degradan y se regeneran continuamente, aunque su composición permanece constante. Para ello debe existir en la dieta un suministro regular y continuo de proteínas. (29)

1.7.4.2 PROCEDIMIENTO DE KJELDAHL

Aunque se ha modificado durante años, el procedimiento básico de **Kjeldahl** mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno orgánico. En consecuencia, es incluido entre los métodos oficiales estatuidos y es aprobado por las organizaciones internacionales. Además, los resultados obtenidos mediante el método de Kjeldahl se usan para calibrar los métodos físicos y los automáticos. (29)

Se han empleado muchos catalizadores. Se ha considerado que el más efectivo es el mercurio en forma de óxido mercúrico; así como el selenio, que es casi tan efectivo como aquél, pero ambos tienen riesgos tóxicos y problemas para desecharlos. Además, el mercurio forma complejos con el amoníaco en el líquido de digestión que requieren la adición de tiosulfato de sodio para romper esos complejos y liberar el amoníaco. (79)

También se ha conseguido reducir el tiempo de digestión por adición de sulfato de sodio o de potasio que elevan la temperatura de digestión. Los catalizadores metálicos se pueden obtener en forma de tableta muy convenientes, compuestas en una base de sulfato de potasio. Tradicionalmente, el amoníaco liberado del líquido de digestión hecho alcalino se destila a una cantidad de ácido diluido normal, que finalmente es titulado con álcali normal para dar el contenido en nitrógeno orgánico en la muestra. Ahora es más popular destilarlo a una solución de ácido bórico al 4 % y titular directamente al amoníaco con ácido sulfúrico normal. (29)

1.7.4.3 FUNDAMENTO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS

Según lo descrito en el procedimiento, la muestra se disuelve en ácido sulfúrico concentrado y se calienta con la finalidad de que la materia carbonosa se libere en forma de CO_2 , los minerales se sulfaten y el nitrógeno se transforme en sulfato de amonio. (79)

Como catalizador se utiliza CuSO_4 , puede usarse sales de Hg, Zr, Se, pero éstos dos últimos son muy caros y el Hg es tóxico. El K_2SO_4 sirve como elevador de la

temperatura de ebullición (no es catalizador), por cada 10°C de elevación de la temperatura, la velocidad de la reacción se duplica. (29)

El ataque finaliza cuando la solución se torna de un color verde-esmeralda límpido. En este proceso de digestión o ataque de la muestra, se libera en la digestión la grasa, fibra, carbohidratos presentes en la muestra en forma de CO₂; la parte oxigenada de la proteína también se libera, sólo queda la parte nitrogenada de la proteína. Al final del ataque, se tiene en la solución H₂SO₄ sobrante, sales sulfatadas de los minerales disueltas, y el sulfato de amonio. (29)

En el proceso de destilación, se añade al balón de Kjeldahl 500 ml. de agua con la finalidad de diluir al ácido sulfúrico remanente, a la vez que el sulfato de potasio, sulfato de cobre y sulfato de amonio disueltos precipiten, dejando libre en la parte superior el H₂SO₄ sobrante; es decir hay formación de dos fases. Luego se añaden algunas granallas de zinc con la finalidad de evitar la ebullición tumultuosa creando núcleos de vaporización. Inmediatamente después de este paso se adiciona la soda cáustica por los bordes del balón, para evitar una reacción violenta con el ácido sulfúrico remanente y el (NH₄)₂SO₄. La adición de la soda neutraliza la acción del ácido sulfúrico sobrante, favorece la liberación del amoníaco en forma de NH₄OH que será recibido en el vaso erlenmeyer que contiene la solución de ácido bórico. (29)

Inicialmente, al producirse el calentamiento desaparecen las dos fases, se forma una solución de color celeste-oscuro, luego al ebullición se torna color marrón debido a la presencia de un complejo cúprico, que desaparece a medida que se libera el amoníaco. El amoníaco es captado por la solución de H₃BO₃, que forma un complejo estable, esto se observa debido al cambio de color que experimenta la solución de ácido bórico, rojo a amarillo, producido por el amoníaco y que alcaliniza la solución progresivamente, a medida que es captado por el ácido bórico; esto es visible gracias al indicador rojo de metilo, pudiéndose usar otro indicador según el rango de viraje. (29)

Posteriormente, se determina por titulación con HCl 0,1 N hasta cambio de color, en este caso, amarillo a rojo-grosella, el volumen gastado de ácido y se procede con los cálculos.

Este método de análisis es aplicable a todo tipo de alimento en general. Si el alimento ha sido enriquecido con úrea, la expresión del resultado es engañosa. (29)

1.7.5 ANÁLISIS DE GRASA

1.7.5.1 GRASA

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores (mantequilla, por ejemplo).

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. Se encuentran lípidos, tanto en vegetales como en los animales. Muchos vegetales acumulan considerables cantidades de lípidos en los frutos y semillas. Los animales tienen grasa en las diferentes partes de su cuerpo, especialmente entre la piel y los músculos, en la médula de los huesos y alrededor de las vísceras. (79)

Hay lípidos sólidos, denominados grasas, y líquidos denominados aceites. El término grasa se emplea para aquellas mezclas que son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, en tanto que el término aceite se aplica a mezclas que son líquidas a temperatura ambiente. (29)

Existen diferentes familias o clases de lípidos, pero las propiedades distintivas de todos ellos derivan de la naturaleza hidrocarbonada de la porción principal de su estructura.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando:

- 1) Como componentes estructurales de las membranas,

- 2) Como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico,
- 3) Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos, y
- 4) Como componentes de la superficie celular relacionados con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos.

Algunas sustancias clasificadas entre los lípidos poseen una intensa actividad biológica: se encuentran entre ellas algunas de las vitaminas y hormonas. (29)

Aunque los lípidos constituyen una clase bien definida de biomoléculas, veremos que con frecuencia se encuentran combinados covalentemente o mediante enlaces débiles, con miembros de otras clases de biomoléculas, constituyendo moléculas híbridas tales como los glucolípidos, que contienen lípidos y glúcidos, y las lipoproteínas que contienen lípidos y proteínas. En estas biomoléculas las propiedades químicas y físicas características de sus componentes están fusionadas para cumplir funciones biológicas especializadas. (29)

1.7.5.2 DETERMINACIÓN DE LA GRASA

1.7.5.2.1 FUNDAMENTO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS

Se considera grasa al extracto etéreo que se obtiene cuando la muestra es sometida a extracción con éter etílico. El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los esteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos. (29)

El extractor utilizado en el siguiente método es el Soxhlet. Es un extractor intermitente, muy eficaz, pero tiene la dificultad de usar cantidades considerables de disolvente. El equipo de extracción consiste en tres partes: el refrigerante, el extractor propiamente dicho, que posee un sifón que acciona automáticamente e intermitente y, el recipiente colector, donde se recibe o deposita la grasa. (29)

El mecanismo es el siguiente: al calentarse el solvente que se encuentra en el recipiente colector, se evapora ascendiendo los vapores por el tubo lateral "a" se condensan en el refrigerante y caen sobre la muestra que se encuentra en la cámara de extracción "b" en un dedal o paquetito. El disolvente se va acumulando hasta que su nivel sobrepase el tubo sifón "c", el cual se acciona y transfiere el solvente cargado de materia grasa al recipiente colector. Nuevamente el solvente vuelve a calentarse y evaporarse, ascendiendo por el tubo lateral "a" quedando depositado el extracto etéreo en el recipiente colector. El proceso se repite durante el tiempo que dure la extracción en forma automática e intermitente y así la muestra es sometida constantemente a la acción del solvente. (29)

1.7.6 ANÁLISIS DE FIBRA

1.7.6.1 FIBRA CRUDA

"Fibra cruda" es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos 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. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean, por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez. (29)

Es difícil definir la fibra con precisión. Al terminar debe asociarse estrictamente con indigestibilidad.

La fibra debería considerarse como una unidad biológica y no como una unidad química. La pared celular de las plantas tiene una estructura compleja compuesta de celulosa y hemicelulosa, pectina, algo de proteína, sustancias nitrogenadas lignificadas, ceras, cutina y componentes minerales. Este material se divide a su vez en sustancias insolubles

de la matriz, que incluyen la lignina, celulosa y hemicelulosa, y las más solubles como la pectina, ceras y proteína, que se pueda extraer. (29)

La pared celular de las células vegetales, contiene la mayor parte del material resistente a las enzimas del tracto gastrointestinal de los mamíferos. Aunque este material pueda digerirse parcialmente por la microflora intestinal, raramente la digestión es total.

La fibra también le da las propiedades físicas a los alimentos, y generalmente baja la densidad calórica de los alimentos. (29)

1.7.6.2 FIBRA DIETÉTICA

El papel de la fibra indigerible o alimento o forraje indigesto en la dieta en el mantenimiento de salud, es ahora considerado tan importante nutricionalmente como los niveles de nutrimentos absorbibles en los alimentos. Los métodos empíricos para determinar el contenido en fibra cruda son de uso limitado porque los resultados pueden representar tan poco como 1/7 de la fibra dietética total de ciertos alimentos. La fibra dietética puede ser definida como constituida por todos los componentes de los alimentos que no son rotos porque las enzimas del conducto alimentario humano para formar compuestos de masa molecular menor, capaces de ser absorbidos al torrente sanguíneo. Estos incluyen hemicelulosas, sustancias pépticas, gomas, mucílagos, celulosa, lignina y polisacáridos tecnológicamente modificados tales como la carboximetilcelulosa. Debe hacerse notar que algunas de estas sustancias no tienen estructura fibrosa y son solubles. Se han desarrollado diferentes métodos para la estimación de la fibra dietética. Dado que no es posible determinar los muchos componentes complejos individualmente de la fibra dietética, los métodos de uso práctico representan un compromiso entre la separación completa y su determinación y la aproximación empírica de fibra cruda. (29)

1.7.6.3 DETERMINACIÓN DE LA FIBRA

La fibra "cruda" o "bruta" es el residuo orgánico lavado y seco que queda después de hervir sucesivamente la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluidos.

Aplicable a los alimentos vegetales, alimentos mixtos. No es aplicable a los alimentos de origen animal. (29)

1.7.7 ANÁLISIS DE CENIZAS

1.7.8 CENIZAS TOTALES

Se denomina así a la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero tenemos que observar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura). (29)

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos. Es muy difícil determinarlos tal y como se presentan en los alimentos, la incineración pasa a destruir toda la materia orgánica, cambia su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. Algunos elementos como el azufre y los halógenos pueden no ser completamente retenidos en las cenizas, pudiéndose volatilizar. (29)

Los minerales o sales de minerales cumplen en el organismo funciones plásticas y reguladoras. Cumplen la función plástica, el calcio, fósforo y el magnesio, formando

parte del esqueleto, cartílagos, dientes, etc., el Fe en la hemoglobina, C, H, O en grasas y glúcidos, el N en las proteínas. Pequeñísimas cantidades de Cu, Mn, Co y otros minerales también cumplen funciones plásticas.

La función reguladora que cumplen los minerales se expresa en la regulación de la presión osmótica a través de las membranas celulares, mantienen la reacción alcalina, neutra o ácida de los tejidos, activan los procesos enzimáticos de la absorción y metabolismo, intervienen en la función del sistema nervioso regulando la excitabilidad y contractibilidad muscular. (29)

El calcio tiene como primera función la coagulación sanguínea, luego la osificación de los huesos y dientes, el 98 % de los huesos está formado por el calcio bajo la forma de compuestos insolubles, el 2 % se encuentra en los tejidos blandos y fluídos. En el desarrollo y crecimiento tiene que ver con la longevidad, aumenta con la energía de las contracciones del corazón, modela la excitabilidad muscular. Si ingresa en cantidades grandes se guarda en los huesos y si es menor su ingreso se movilizan las reservas para contrarrestar su deficiencia. (29)

El fósforo se absorbe fácilmente orgánica e inorgánicamente, las 3/4 partes se encuentran en esqueletos y dientes, la otra parte en las nucleoproteínas, fosfolípidos y humores. En forma de fosfato tricálcico insoluble y trifosfato de Mg en huesos y dientes, como fosfato ácido de sodio y fosfato básico de sodio cumplen una acción importante en el equilibrio ácido-base. Favorece la formación de glúcidos y grasas. (29)

Una regla general: alimentos pobres en proteínas, pero ricos en glúcidos contienen más calcio que fósforo; los alimentos grasos contienen igual calcio y fósforo, los alimentos proteicos contienen menos calcio y más fósforo.

El magnesio se moviliza unido a las proteínas en la sangre, es un alimento que disminuye con la edad, su función más importante es la de activar las enzimas, estimula el crecimiento y tiene acción descalcificante. Una deficiencia de magnesio afecta el metabolismo del calcio, sodio y potasio. (29)

1.7.9 DETERMINACIÓN DE 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. (14)

1.8 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. (22)

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).

1.9 MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS

La **cromatografía** es un método de separación para la caracterización de mezclas complejas, la cual tiene aplicación en todas las ramas de la ciencia y la física. Es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes.

Las técnicas cromatográficas son muy variadas, pero en todas ellas hay una fase móvil que consiste en un fluido (gas, líquido o fluido supercrítico) que arrastra a la muestra a través de una fase estacionaria que se trata de un sólido o un líquido fijado en un sólido. Los componentes de la mezcla interactúan en distinta forma con la fase estacionaria. De este modo, los componentes atraviesan la fase estacionaria a distintas velocidades y se van separando. Después de que los componentes hayan pasado por la fase estacionaria, separándose, pasan por un detector que genera una señal que puede depender de la concentración y del tipo de compuesto. (60)

Hay varios tipos de cromatografía. Los más importantes son:

- Cromatografía en columna: que puede ser líquida o de gases.
- Cromatografía líquida (HPLC).
- Cromatografía de gases.
- Cromatografía en papel.
- Cromatografía en capa fina. (22)

1.9.1 CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICACIA

La **Cromatografía líquida de alta eficacia** o *High performance liquid chromatography* (HPLC) es un tipo de cromatografía en columna utilizada frecuentemente en bioquímica y química analítica. También se la denomina a veces **Cromatografía líquida de alta presión** o *High pressure liquid chromatography* (HPLC), aunque esta terminología se considera antigua y está en desuso. El HPLC es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica.

En la *HPLC isocrática* el compuesto pasa por la columna cromatográfica a través de la fase estacionaria (normalmente, un cilindro con pequeñas partículas redondeadas con ciertas características químicas en su superficie) mediante el bombeo de líquido (fase móvil) a alta presión a través de la columna. La muestra a analizar es introducida en pequeñas cantidades y sus componentes se retrasan diferencialmente dependiendo de las interacciones químicas o físicas con la fase estacionaria a medida que adelantan por la columna. El grado de retención de los componentes de la muestra depende de la naturaleza del compuesto, de la composición de la fase estacionaria y de la fase móvil. El tiempo que tarda un compuesto a ser eluido de la columna se denomina tiempo de retención y se considera una propiedad identificativa característica de un compuesto en una determinada fase móvil y estacionaria. La utilización de presión en este tipo de cromatografías incrementa la velocidad lineal de los compuestos dentro la columna y reduce así su difusión dentro de la columna mejorando la resolución de la cromatografía. Los disolventes más utilizados son el agua, el metanol y el acetonitrilo. El agua puede contener tampones, sales, o compuestos como el ácido trifluoroacético, que ayudan a la separación de los compuestos.

Una mejora introducida a la técnica de HPLC descrita es la variación en la composición de la fase móvil durante el análisis, conocida como *elución en gradiente*. Un gradiente normal en una cromatografía de fase reversa puede empezar a un 5% de acetonitrilo y progresar de forma lineal hasta un 50% en 25 minutos. El gradiente utilizado varía en función de la hidrofobicidad del compuesto. El gradiente separa los componentes de la

muestra como una función de la afinidad del compuesto por la fase móvil utilizada respecto a la afinidad por la fase estacionaria. En el ejemplo, utilizando un gradiente agua/acetonitrilo los compuestos más hidrofílicos eluirán a mayor concentración de agua, mientras que los compuestos más hidrofóbicos eluirán a concentraciones elevadas de acetonitrilo. A menudo, hace falta realizar una serie de pruebas previas por tal de optimizar el gradiente de forma que permita una buena separación de los compuestos. (60)

1.10 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.(82)

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. (6)

1.10.1 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 salazonados y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los

deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones inadecuadas. Además, existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos. (6)

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

1.11 PRUEBAS ESTADÍSTICAS

1.11.1 ANÁLISIS DE VARIANZAS “ADEVA”

En estadística, análisis de varianza (ADEVA ó ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos (30), es decir, el análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la t de Student. Por dos motivos:

- En primer lugar, y como se realizarían simultánea e independientemente varios contrastes de hipótesis, la probabilidad de encontrar alguno significativo por azar aumentaría. En cada contraste se rechaza la H_0 si la t supera el nivel crítico, para lo que, en la hipótesis nula, hay una probabilidad α . Si se realizan m contrastes independientes, la probabilidad de que, en la hipótesis nula, ningún estadístico supere el valor t_{α} crítico es $(1 - \alpha)^m$, por lo tanto, la probabilidad de que alguno lo supere es $1 - (1 - \alpha)^m$, que para valores m. Una primera solución, α próximos a 0 es aproximadamente igual a α de denominada método de Bonferroni, consiste en

bajar el valor α , aunque resulta un método muy conservador. α , usando en su lugar α de. (30)

- Por otro lado, en cada comparación la hipótesis nula es que las dos muestras provienen de la misma población, por lo tanto, cuando se hayan realizado todas las comparaciones, la hipótesis nula es que todas las muestras provienen de la misma población y, sin embargo, para cada comparación, la estimación de la varianza necesaria para el contraste es distinta, pues se ha hecho en base a muestras distintas.

El método que resuelve ambos problemas es el anova, aunque es algo más que esto: es un método que permite comparar varias medias en diversas situaciones; muy ligado, por tanto, al diseño de experimentos y, de alguna manera, es la base del análisis multivariante. (30)

1.11.2 PRUEBA DE COCHRAN

La prueba introducida por Cochran (1941) era considerablemente de mas fácil computo que las otras pruebas en ese tiempo.

Marco teórico de la prueba de cochran.- se restringe a situaciones en los que los tamaños muestrales son iguales, esta prueba es útil para detectar la variabilidad de las varianzas de cada uno de los tratamientos o mediciones para reconocer si son significativamente diferentes. (47)

El estadístico de prueba es:

$$g = \frac{\max\{s_i^2\}}{\sum_{i=1}^k s_i^2}$$

Cuando todas las muestras son de igual tamaño $n = n_1 = n_2 = \dots = n_k$, la hipótesis acerca de la igualdad de varianzas es rechazada si $g > g_{\alpha, n, k}$, donde el valor $g_{\alpha, n, k}$ se obtiene de la tabla de valores críticos para la prueba de Cochran en tablas especiales. Cuando el número de observaciones en cada tratamiento no sea igual pero sea relativamente cercano, el mayor de los n_i puede usarse en lugar de n para determinar los grados de libertad requeridos en las tablas. La prueba de Cochran es en particular útil para detectar si una varianza es mucho más grande que las otras (Walpole & Myers 1989). (47)

CAPÍTULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Bromatología y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIAL VEGETAL

Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) proveniente del cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

2.2.2 EQUIPOS

- Estufa
- Mufla
- Desecador
- Balanza analítica

- Balanza Técnica
- pH metro
- Autoclave
- Incubadora
- Selladora
- Computador
- Refrigerador
- Dean Stark
- Equipo Kjeldhal
- Equipo Weende
- Sorbona
- Bomba de vacío
- Centrífuga
- HPLC
- Espectrofotómetro
- Filtro para HPLC
- Kitasato
- Matraces volumétricos
- Pipetas volumétricas
- Cápsulas de Porcelana

- Espátula
- Pinza
- Crisoles de porcelana
- Plancha precalcinadora
- Crisoles de Gooch
- Digestor de fibra
- Lana de vidrio
- Picetas
- Probeta graduada
- Vidrio Reloj
- Vaso de precipitación
- Bureta
- Matraz
- Soporte universal
- Papel filtro
- Embudos
- Pipetas graduadas y Volumétricas
- Pinzas universales
- Rotavapor
- Acrodiscos de membrana

2.2.3 REACTIVOS

- Sulfúrico Ácido
- Sodio Hidróxido
- Clorhídrico Ácido
- Agua destilada
- Desinfectante
- Rojo de metilo
- Azul de bromocresol
- Sodio Sulfato
- Alcohol n-amílico
- Bórico Ácido
- Lentejas de zinc metálico
- Ácido tricloro acético
- Metanol
- Ácido Fosfórico 0.05M
- Metanol-Agua 1:1
- Acetonitrilo
- Metanol acidificado al 1%

2.2.4 MEDIOS DE CULTIVO

Placas petrifilm para mohos y levaduras

Agar Saboraud

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

2.3.1.1 Análisis físico de la mora:

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

2.3.1.2 Análisis bromatológico de la mora fresca y deshidratada:

2.3.1.2.1 DETERMINACIÓN DE pH (NTE INEN 389).

- Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) con agitación.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10g la muestra preparada, añadir 100mL de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitarla suavemente.
- Si existen partículas en suspensión, dejar en 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.

2.3.1.2.2 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD INICIAL. (Técnica NTE INEN 382)

Principio.

Conocida también como humedad tal como ofrecido (TCO), y consiste en secar la muestra en la estufa a una temperatura de 70 °C hasta peso constante, el secado tiene una duración de 24 horas. Esta muestra posteriormente se lleva a la molienda si el caso requiere el análisis proximal.

Procedimiento.

- Lave los recipientes y colóquelos en la estufa de aire forzado a 70°C por una hora como mínimo y luego póngalos a enfriar en un estante, péseles y registre el peso. (W_1)
- Ponga el recipiente con la muestra en la estufa de aire forzado a una temperatura de 70°C por un mínimo de 12 horas hasta que se haya eliminado un 88% de humedad. La temperatura no debe ser más alta de la antes indicada, debido a que puede afectar algunos valores dentro del análisis. (W_2)
- Saque el recipiente de la estufa y colóquela en un lugar limpio, así equilibrar la muestra con la temperatura ambiente.
- Pesaje de la bandeja con la muestra seca y registre el peso. (W_3)
- Moler la muestra en un molino equipado con un tamiz de acero inoxidable.
- Deposite la muestra molida en un recipiente que no permita la entrada del aire, recipiente que puede ser de polietileno.

- Identifique la muestra con el código y número de laboratorio.

Cálculos.

Porcentaje de Humedad Inicial:

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

Donde:

HI = humedad inicial

W_1 = peso de la bandeja

W_2 = peso de la bandeja más muestra húmeda

W_3 = peso de la bandeja más muestra seca

Determinación de la humedad higroscópica.

Principio

Las muestras desecadas a 70 °C de temperatura, aun contienen cierta cantidad de agua llamada humedad higroscópica; la humedad higroscópica químicamente está enlazada con sustancias de la muestra y depende de la composición e higroscópica de la misma. Se determina la humedad higroscópica de las muestras en la estufa a 105°C por un tiempo de 12 horas.

Procedimiento

- Las cápsulas previamente lavadas colocar en la estufa para su respectivo tarado (2 horas), posteriormente sacamos al desecador por 30 minutos y se realiza el primer peso de la cápsula. (W_1)
- En cada cápsula se pesa 1 gramo de muestra problema con aproximación de 0.1 mg en la cápsula que se encuentra en la balanza analítica. Registrar el peso(W_2)

- Las cápsulas más la muestra húmeda colocar en la estufa a 105°C. por un tiempo de 12 horas.
- Luego se traslada las cápsulas al desecador para enfriarlo por 30 minutos y se realiza este segundo peso. (W₃)
- Se procede de esta manera hasta que la diferencia de los dos pesos no pase de 20 a 30 mg, y se realiza el cálculo

Cálculos

Humedad Higroscópica:

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

Donde:

HH = humedad higroscópica

W₁ = peso de la cápsula sola

W₂ = peso de la cápsula más muestra húmeda

W₃ = peso de la cápsula más muestra seca

Humedad Total:

$$HT = HI + \frac{(100 - HI) \times HH}{100}$$

Donde:

HT = Humedad Total

HI = Humedad Inicial

HH = Humedad Higroscópica

Materia Seca:

$$\%MS = 100 - HT$$

$\%MS = \% \text{ Materia Seca}$

$HT = \text{ Humedad Total}$

2.3.1.2.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)

Principio

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO_2 , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

Procedimiento

- Colocar la cápsula en la mufla y calentarla durante $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$; transferirle al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0.1mg (W_1)
- Pesar en la cápsula, 10g de muestra con aproximación al 0.1mg y colocar sobre la fuente calórica a $150^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ para evaporación. (W_2)
- Adicionar gotas de aceite de oliva y continuar el calentamiento hasta que cese el borboteo.
- Colocar la capsula con su contenido en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, hasta obtener cenizas blancas las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada.
- Evaporar sobre la fuente calórica y proceder a calcinar nuevamente en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de este tiempo se saca al desecador por 30 minutos.

- Pesar la cápsula con su contenido, con aproximación al 0.1mg. (W3)

Cálculos

Porcentaje de Ceniza:

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

Donde:

$\%C$ = Porcentaje de ceniza

W_1 = peso de la cápsula vacía

W_2 = peso de la cápsula con la muestra húmeda

W_3 = peso de la cápsula con las cenizas

Cenizas en base seca:

$$\%C.B.S. = \frac{100 \times \% C}{\% M.S.}$$

Donde:

$\%C.B.S$ = % Ceniza en Base Seca.

$\% C$ = % Ceniza.

$\% M.S.$ = % Materia Seca.

2.3.1.2.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA (Técnica AOAC 7050)

Principio

Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una

solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta.

Procedimiento

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema 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 200mL de $H_2 SO_4$ al 7% mas 2mL de alcohol n-amílico; estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el reflujo de agua se encuentre funcionando adecuadamente (etapa de digestión ácida).
- 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 200mL 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. (W₃)
- 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:

$$\%F = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} \times 100$$

Donde:

F = fibra

W_1 = peso del papel solo

W_2 = peso del papel más muestra húmeda

W_3 = peso del crisol más muestra seca

W_4 = peso del crisol más cenizas

Fibra bruta en base seca:

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

Donde:

$\%F.B.S$ = % Fibra en Base Seca.

$\%FB$ = % Fibra Bruta

$\%M.S$ = % Materia Seca.

2.3.1.2.5 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 amoniaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1 N.

Procedimiento

- Se pesa primeramente el papel bond, (W_1) luego por adición se pesa 1 gramo de muestra 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 $H_2 SO_4$ concentrado (grado técnico).
- Cada balón con todo este contenido es llevado hasta las hornillas del Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifica la digestión.
- 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:

$$\% P = \frac{N \text{ HCl} \times 0.014 \times 100 \times 6.25 \times \text{mL HCl}}{W_2 - W_1}$$

Donde:

% 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:

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

Donde:

%P.B.S = % Proteína en Base Seca.

%FB = % Proteína Bruta

%M.S = %Materia Seca.

2.3.1.2.6 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES (Método de FEHLING)

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

Azúcares Totales

Procedimiento

- Se pesa 5g de muestra previamente homogenizada.
- Colocar en un balón de 250mL y añadir 100mL de agua destilada para arrastrar cuantitativamente la muestra.
- Adicionar 5mL de HCl concentrado.
- Calentar a reflujo por 20 minutos.
- Neutralizar con NaOH al 50% hasta pH7.

- Aforar a 250mL con agua destilada.
- Filtrar y colocar el filtrado en una bureta de 50mL.
- En un erlenmeyer de 250mL colocar 5mL de la solución de fehling A y 5mL de la solución de fehling B, mezclar y añadir 40mL de agua destilada, núcleos de ebullición y colocar en una fuente calorífica y calentar hasta ebullición.
- En este momento y controlando el tiempo con un cronómetro empezar añadir lentamente cada 2 segundos y en pequeñas cantidades de 0,5mL la solución problema desde la bureta, sin dejar de hervir.
- Al 1 minuto y 55 segundos de ebullición adicionar 3 gotas de la solución indicadora de azul de metileno y continuar la titulación a ritmo de 0,1mL por segundo hasta color rojo brillante.
- Repetir la titulación adicionando de una sola vez el volumen gastado inicialmente en la titulación anterior menos 0.5mL.
- Titular a ritmo de 0.05mL cada 10 segundos.
- El punto final debe alcanzar en un período de ebullición de 2 a 3 minutos.

Cálculos

Porcentaje de Azúcares Totales:

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

Donde:

% AT = % Azúcares Totales

A = Aforo de la muestra

F = Título de Fehling

W = Peso de la muestra en gramos

V = Volumen gastado en la titulación

2.3.1.3 Análisis del valor nutraceútico de la mora fresca y deshidratada:

2.3.1.3.1 DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS

Para este ensayo se utilizo el método de espectrofotometría.

Preparación del estándar de Antocianos

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

Extracción del principio activo de la mora fresca

- Pesar exactamente posible 1g de la muestra.
- Triturar cuidadosamente con metanol acidificado 1% y filtrar.
- Aforar a 50 mL con metanol acidificado 1%.
- Tomar una alícuota de 2mL y aforar a 10 mL.
- Colocar en vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro.

Extracción del principio activo del deshidratado

- Pesar exactamente posible 0.1g de la muestra.

- Triturar cuidadosamente con metanol acidificado 1% y filtrar.
- Aforar a 50 mL con metanol acidificado 1%.
- Tomar una alícuota de 2mL y aforar a 10 mL.
- Colocar en vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro.

Cuantificación de antocianos totales

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

Donde:

Ab.M = Ábsorvancia de la Muestra

Ab.E = Ábsorbancia del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

F.D = Factor de Dilución

2.3.1.3.2 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

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

Preparación del estándar de Vitamina C

- Pesar exactamente 0.05mg de Ácido ascórbico estándar.
- Aforar a 100mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC (Solución estándar de Vitamina C).
- Volumétricamente tomar una alícuota de 1 mL y aforar a 10 mL
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo de la mora fresca

- Pesar exactamente posible 2 g de la muestra.
- Aforar a 25 mL con ácido fosfórico 0.05M grado HPLC.
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana.
- Colocar en vial de vidrio para su inyección.

Extracción del principio activo del deshidratado

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

Cuantificación de Vitamina C

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

Donde:

A.M = Área de la Muestra

A.E = Área del Estándar

C.E = Concentración del Estándar

F.D = Factor de Dilución

2.3.1.4 Análisis microbiológico de la mora fresca y deshidratada:

2.3.1.4.1 DETERMINACIÓN DE HONGOS (Mohos y Levaduras) (NTE INEN 1529-10)

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.

2.3.1.5 Deshidratación de la mora

- Determinar la Potencia óptima
- Determinar el tiempo de secado

2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.3.2.1 TEST ADEVA (ANOVA)

Para muestras de análisis: Antocianos totales y Vitamina C en mora fresca y deshidratada en sus tres temperaturas.

Análisis estadístico de Cochran para vitamina C

Gráficos estadísticos para análisis proximal, microbiológico

2.3.2.2 PRUEBA DE COCHRAN

El estadístico de prueba es:

$$g = \frac{\text{máx}\{s_i^2\}}{\sum_{i=1}^k s_i^2}$$

Cuando todas las muestras son de igual tamaño $n = n_1 = n_2 = \dots = n_k$, la hipótesis acerca de la igualdad de varianzas es rechazada si $g > g_{\alpha, n, k}$, donde el valor $g_{\alpha, n, k}$ se obtiene de la tabla de valores críticos para la prueba de Cochran en tablas especiales. Cuando el número de observaciones en cada tratamiento no sea igual pero sea relativamente cercano, el mayor de los n_i puede usarse en lugar de n para determinar los grados de libertad requeridos en las tablas. La prueba de Cochran es en particular útil para detectar si una varianza es mucho más grande que las otras.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realiza la evaluación sensorial utilizando los sentidos: vista, olfato, gusto, para determinar las reacciones que produce la mora con los mismos, permitiendo un control del producto inicial y final. Como se ve en el cuadro N° 1 Los parámetros tanto para la mora fresca como para la mora deshidratada, son parecidos con respecto a la percepción de los sentidos, por lo tanto podemos decir que conserva sus características sensoriales.

CUADRO N°1 RESULTADO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE MORA FRESCA Y DESHIDRATADA

| PARÁMETROS | MORA FRESCA | MORA DESHIDRATADA A POTENCIA 3, 10 min |
|------------|---------------|--|
| Color | Morado Oscuro | Morado oscuro intenso |
| Olor | Frutal | Frutal |
| Sabor | Ácido | Ácido concentrado |

3.2 DESHIDRATACIÓN DE LA MORA

En el proceso de deshidratación se empleo un Microondas Doméstico LG Marca: MS-075V. Dimensiones: 30x18cm². Una vez que se limpia y seca la materia prima (mora), posteriormente se realiza la eliminación de peciolos, siguiendo con el procedimiento se corta en rodajas homogéneas, colocando el papel antiadherente en la respectiva bandeja del microondas, y para el efecto se sometieron a tres potencias (70, 140 y 210W) a intervalos de 5 y 10 min por cada potencia para luego ser controlado el peso hasta que éste sea constante.

Se realizaron cálculos específicos para las tres potencias de secado (70, 140 y 210 W) a sus diferentes intervalos de tiempo 5 y 10 min:

Cálculo de la humedad del sólido

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

Donde:

X_i = Humedad del sólido

W_s = Peso del sólido

W_f = Peso final del sólido

Para el efecto se empezó con la Potencia 1(70 W) intervalo de 5 min, evidenciándose que a un tiempo de 125 min, el peso de la mora es constante, tal como se observa en el Cuadro No. 2 y Gráfico No.1.

CUADRO N°2 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MORA A POTENCIA 1, INTERVALOS DE 5 MINUTOS

| POTENCIA: 1; INTERVALOS=5MIN | | | | | | | |
|------------------------------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|
| t (min) | Pab (g) | Pa (g) | X_i | dx/dt | S (Kg) | w | 1/w |
| 0 | 537,600 | 45,000 | 3,285 | 0,061 | 0,045 | 0,164 | 6,082 |
| 5 | 535,800 | 43,200 | 3,114 | 0,062 | 0,043 | 0,152 | 6,541 |
| 10 | 534,600 | 42,000 | 3,000 | 0,064 | 0,042 | 0,144 | 6,934 |
| 15 | 531,700 | 39,100 | 2,723 | 0,066 | 0,039 | 0,130 | 7,662 |
| 20 | 528,600 | 36,000 | 2,428 | 0,068 | 0,036 | 0,117 | 8,547 |
| 25 | 525,600 | 33,000 | 2,142 | 0,070 | 0,033 | 0,104 | 9,561 |
| 30 | 522,500 | 29,900 | 1,847 | 0,071 | 0,029 | 0,092 | 10,805 |
| 35 | 520,100 | 27,500 | 1,619 | 0,073 | 0,027 | 0,083 | 12,013 |
| 40 | 517,700 | 25,100 | 1,390 | 0,075 | 0,025 | 0,074 | 13,441 |
| 45 | 515,400 | 22,800 | 1,171 | 0,076 | 0,022 | 0,066 | 15,093 |
| 50 | 513,300 | 20,700 | 0,971 | 0,078 | 0,020 | 0,059 | 16,937 |
| 55 | 511,700 | 19,100 | 0,819 | 0,079 | 0,019 | 0,053 | 18,680 |
| 60 | 509,800 | 17,200 | 0,638 | 0,080 | 0,017 | 0,047 | 21,088 |
| 65 | 508,400 | 15,800 | 0,504 | 0,081 | 0,015 | 0,042 | 23,315 |
| 70 | 507,300 | 14,700 | 0,400 | 0,083 | 0,014 | 0,039 | 25,426 |

| | | | | | | | |
|-----|---------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 75 | 506,300 | 13,700 | 0,304 | 0,084 | 0,013 | 0,036 | 27,655 |
| 80 | 505,500 | 12,900 | 0,228 | 0,085 | 0,012 | 0,033 | 29,745 |
| 85 | 504,700 | 12,100 | 0,152 | 0,086 | 0,012 | 0,031 | 32,089 |
| 90 | 504,200 | 11,600 | 0,104 | 0,087 | 0,011 | 0,029 | 33,843 |
| 95 | 503,900 | 11,300 | 0,076 | 0,088 | 0,011 | 0,028 | 35,098 |
| 100 | 503,600 | 11,000 | 0,047 | 0,089 | 0,011 | 0,027 | 36,396 |
| 105 | 503,400 | 10,800 | 0,028 | 0,089 | 0,010 | 0,026 | 37,393 |
| 110 | 503,300 | 10,700 | 0,019 | 0,090 | 0,010 | 0,026 | 38,043 |
| 115 | 503,200 | 10,600 | 0,009 | 0,091 | 0,010 | 0,025 | 38,679 |
| 120 | 503,100 | 10,500 | 0,000 | 0,091 | 0,010 | 0,025 | 39,301 |
| 125 | 503,100 | 10,500 | 0,000 | 0,092 | 0,010 | 0,025 | 39,530 |

Donde:

t = tiempo

Pa = peso de la mora

Pab = peso de la mora más la bandeja

S= Peso de la mora en kg

Xi = humedad (Kg_{agua}/Kg_{sólido})

W= Velocidad de secado (kg a/hm²)

$$\left[\frac{-dx}{dt} \right] =$$

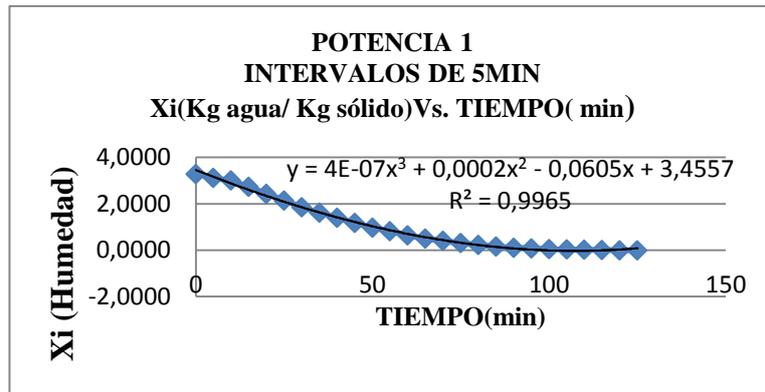


GRÁFICO Nº1 CURVA DE SECADO DE LA MORA POTENCIA 1, INTERVALO DE 5 MIN

Para la potencia 1 (70W) intervalo de 10 min como se observa en el Cuadro No. 3 y Gráfico No. 2 da a conocer que el tiempo de secado es de 160 min.

CUADRO Nº3 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MORA A POTENCIA 1; 10 MIN

| POTENCIA: 1; INTERVALOS=10MIN | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|
| t (min) | Pab (g) | Pa (g) | Xi | dx/dt | S (Kg) | w | 1/w |
| 0 | 537,800 | 45,200 | 4,255 | 0,111 | 0,045 | 0,089 | 11,129 |
| 10 | 529,800 | 37,200 | 3,325 | 0,101 | 0,037 | 0,081 | 12,277 |
| 20 | 521,700 | 29,100 | 2,383 | 0,094 | 0,029 | 0,068 | 14,625 |
| 30 | 516,600 | 24,000 | 1,790 | 0,090 | 0,024 | 0,058 | 17,024 |
| 40 | 513,100 | 20,500 | 1,383 | 0,089 | 0,020 | 0,050 | 19,737 |
| 50 | 509,700 | 17,100 | 0,988 | 0,091 | 0,017 | 0,041 | 24,127 |
| 60 | 507,000 | 14,400 | 0,674 | 0,095 | 0,014 | 0,033 | 29,958 |
| 70 | 505,300 | 12,700 | 0,476 | 0,102 | 0,012 | 0,027 | 36,219 |
| 80 | 504,000 | 11,400 | 0,325 | 0,110 | 0,011 | 0,022 | 43,619 |
| 90 | 503,100 | 10,500 | 0,220 | 0,120 | 0,010 | 0,019 | 51,632 |
| 100 | 502,300 | 9,700 | 0,127 | 0,131 | 0,009 | 0,016 | 61,189 |
| 110 | 502,200 | 9,600 | 0,116 | 0,144 | 0,009 | 0,014 | 67,745 |
| 120 | 502,000 | 9,400 | 0,093 | 0,157 | 0,009 | 0,013 | 75,693 |
| 130 | 501,700 | 9,100 | 0,058 | 0,172 | 0,009 | 0,011 | 85,268 |
| 140 | 501,400 | 8,800 | 0,023 | 0,186 | 0,008 | 0,010 | 95,742 |
| 150 | 501,200 | 8,600 | 0,000 | 0,201 | 0,008 | 0,009 | 105,838 |
| 160 | 501,200 | 8,600 | 0,000 | 0,216 | 0,008 | 0,008 | 113,707 |

Donde:

t = tiempo

Pa = peso de la mora

Pab = peso de la mora más la bandeja

S= Peso de la mora en kg

Xi = humedad (Kg agua/Kg sólido)

W= Velocidad de secado (kg a/hm²)

$$\left[\frac{-dx}{dt} \right]$$

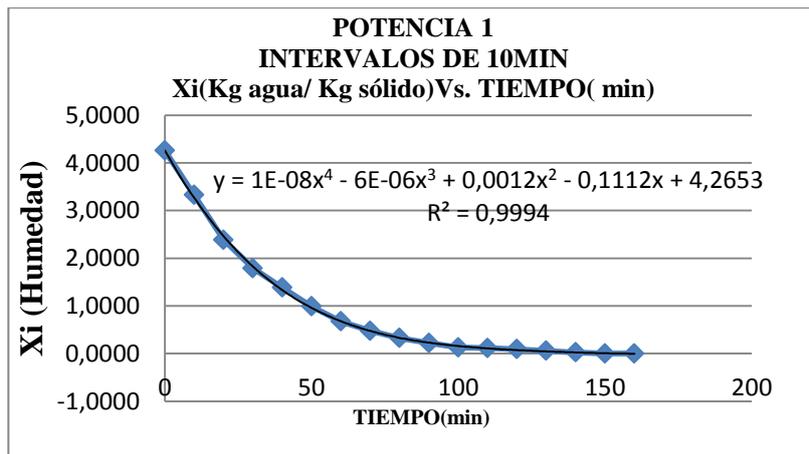


GRÁFICO Nº2 CURVA DE SECADO DE LA MORA POTENCIA 1 INTERVALO DE 10 MIN

El Cuadro No. 4 y Gráfico No. 3 da a conocer los resultados de la deshidratación a la Potencia 2 intervalo de 5 min con un tiempo de secado de 70 min

CUADRO No.4 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MORA A POTENCIA 2; 5 MIN

| POTENCIA: 2; INTERVALOS=5MIN | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|----------|
| t (min) | Pab (g) | Pa (g) | Xi | dx/dt | S (Kg) | w | 1/w |
| 0 | 537,710 | 45,110 | 4,927 | 0,242 | 0,045 | 0,041 | 24,289 |
| 5 | 530,310 | 37,710 | 3,955 | 0,203 | 0,037 | 0,041 | 24,395 |
| 10 | 522,810 | 30,210 | 2,969 | 0,164 | 0,030 | 0,040 | 24,678 |
| 15 | 516,410 | 23,810 | 2,128 | 0,126 | 0,023 | 0,041 | 24,044 |
| 20 | 511,810 | 19,210 | 1,524 | 0,088 | 0,019 | 0,047 | 20,865 |
| 25 | 508,210 | 15,610 | 1,051 | 0,051 | 0,015 | 0,067 | 14,765 |
| 30 | 505,410 | 12,810 | 0,683 | 0,013 | 0,012 | 0,208 | 4,802 |
| 35 | 503,410 | 10,810 | 0,420 | -0,024 | 0,010 | -0,101 | -9,813 |
| 40 | 502,010 | 9,410 | 0,236 | -0,060 | 0,009 | -0,034 | -28,941 |
| 45 | 501,110 | 8,510 | 0,118 | -0,096 | 0,008 | -0,019 | -51,379 |
| 50 | 500,610 | 8,010 | 0,052 | -0,132 | 0,008 | -0,013 | -75,003 |
| 55 | 500,510 | 7,910 | 0,039 | -0,168 | 0,007 | -0,010 | -96,454 |
| 60 | 500,310 | 7,710 | 0,013 | -0,204 | 0,007 | -0,008 | -119,815 |
| 65 | 500,210 | 7,610 | 0,000 | -0,239 | 0,007 | -0,007 | -142,345 |
| 70 | 500,210 | 7,610 | 0,000 | -0,274 | 0,007 | -0,006 | -163,122 |

Donde:

t = tiempo

Pa = peso de la mora

Pab = peso de la mora más la bandeja

S= Peso de la mora en kg

Xi = humedad (Kg agua/Kg sólido)

W= Velocidad de secado (kg a/hm²)

$$\left[\frac{-dx}{dt} \right]$$

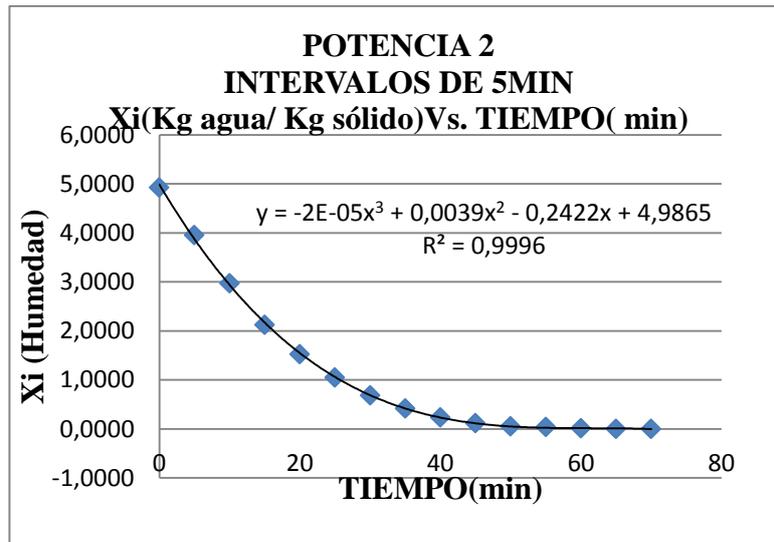


GRÁFICO N°3 CURVA DE SECADO DE LA MORA POTENCIA 2; INTERVALOS DE 5 MIN

El Cuadro No. 5 y Gráfico No. 4 da a conocer los resultados de la deshidratación a la Potencia 2 intervalo de 10 min con un tiempo de secado de 80 min

CUADRO N°5 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MORA A POTENCIA 2; 10 MIN

| POTENCIA: 2; INTERVALOS=10MIN | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|
| t (min) | Pab (g) | Pa (g) | Xi | dx/dt | S (Kg) | w | 1/w |
| 0 | 537,630 | 45,030 | 5,593 | 0,297 | 0,045 | 0,033 | 29,918 |
| 10 | 521,140 | 28,540 | 3,178 | 0,189 | 0,028 | 0,033 | 30,053 |
| 20 | 511,330 | 18,730 | 1,742 | 0,116 | 0,018 | 0,035 | 28,066 |
| 30 | 505,230 | 12,630 | 0,849 | 0,070 | 0,012 | 0,039 | 25,216 |
| 40 | 502,530 | 9,930 | 0,453 | 0,045 | 0,009 | 0,048 | 20,501 |
| 50 | 500,530 | 7,930 | 0,161 | 0,032 | 0,007 | 0,053 | 18,711 |
| 60 | 499,630 | 7,030 | 0,029 | 0,026 | 0,007 | 0,058 | 17,117 |
| 70 | 499,430 | 6,830 | 0,000 | 0,019 | 0,006 | 0,078 | 12,717 |
| 80 | 499,430 | 6,830 | 0,000 | 0,003 | 0,006 | 0,444 | 2,252 |

Donde:

t = tiempo

Pa = peso de la mora

Pab = peso de la mora más la bandeja

S= Peso de la mora en kg

Xi = humedad (Kg agua/Kg sólido)

W= Velocidad de secado (kg a/hm²)

$$\left[\frac{-dx}{dt} \right] =$$

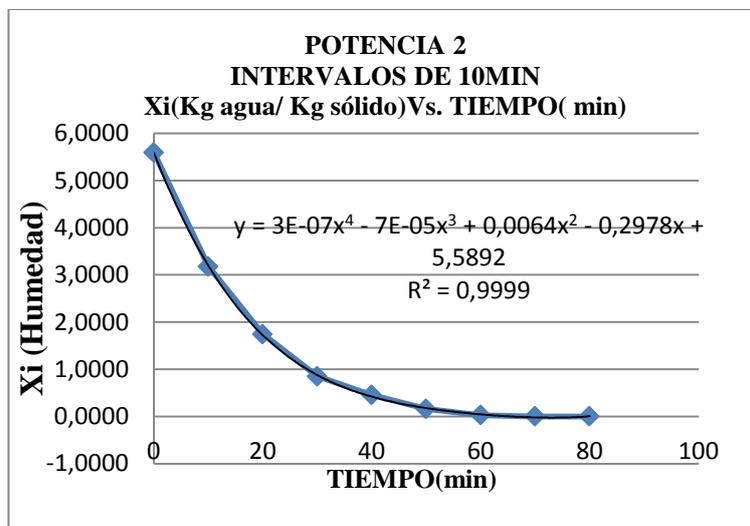


GRÁFICO N°4 CURVA DE SECADO DE LA MORA POTENCIA 2; INTERVALOS DE 10 MIN

El Cuadro No. 6 y Gráfico No. 5 da a conocer los resultados de la deshidratación a la Potencia 3 intervalo de 5 min con un tiempo de secado de 45 min

CUADRO No.6 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MORA A POTENCIA 3; A INTERVALOS DE 5 MIN

| POTENCIA:3 ; INTERVALO DE 5MIN | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|
| t (min) | Pab (g) | Pa (g) | Xi | dx/dt | S (Kg) | w | 1/w |
| 0 | 537,600 | 45,000 | 5,338 | 0,475 | 0,045 | 0,020 | 47,792 |
| 5 | 521,500 | 28,900 | 3,070 | 0,339 | 0,028 | 0,018 | 53,206 |
| 10 | 512,100 | 19,500 | 1,746 | 0,219 | 0,019 | 0,019 | 50,899 |
| 15 | 506,000 | 13,400 | 0,887 | 0,113 | 0,013 | 0,026 | 38,453 |
| 20 | 502,700 | 10,100 | 0,422 | 0,023 | 0,010 | 0,095 | 10,481 |

| | | | | | | | |
|----|---------|-------|-------|--------|-------|--------|----------|
| 25 | 500,800 | 8,200 | 0,154 | -0,052 | 0,008 | -0,034 | -28,743 |
| 30 | 500,100 | 7,500 | 0,056 | -0,112 | 0,007 | -0,014 | -67,918 |
| 35 | 499,800 | 7,200 | 0,014 | -0,158 | 0,007 | -0,010 | -99,337 |
| 40 | 499,700 | 7,100 | 0,000 | -0,188 | 0,007 | -0,008 | -120,170 |
| 45 | 499,700 | 7,100 | 0,000 | -0,204 | 0,007 | -0,007 | -130,046 |

Donde:

t = tiempo

Pa = peso de la mora

Pab = peso de la mora más la bandeja

S= Peso de la mora en kg

Xi = humedad (Kg agua/Kg sólido)

W= Velocidad de secado (kg a/hm²)

$$\left[\frac{-dx}{dt} \right]$$

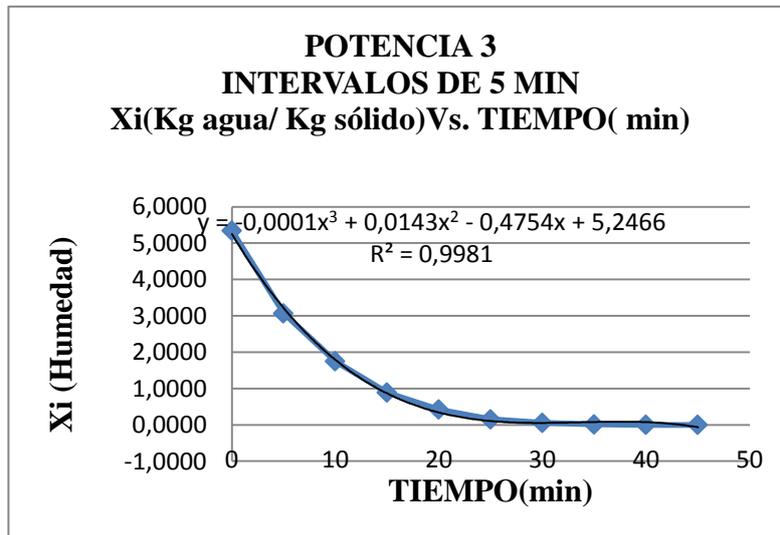


GRÁFICO N°5 CURVA DE SECADO DE LA MORA POTENCIA 3; INTERVALOS DE 5 MIN

El Cuadro No. 7 y Gráfico No. 6 da a conocer los resultados de la deshidratación a la Potencia 3 intervalos de 10 min con un tiempo de secado de 70 min

CUADRO No.7 RESULTADOS DE TIEMPO DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MORA A POTENCIA 3; A INTERVALOS DE 10 MIN

| POTENCIA3; INTERVALOS=10MIN | | | | | | | |
|-----------------------------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|
| t (min) | Pab (g) | Pa (g) | Xi | dx/dt | S (Kg) | w | 1/w |
| 0 | 537,600 | 45,000 | 5,428 | 0,417 | 0,045 | 0,023 | 42,012 |
| 10 | 515,300 | 22,700 | 2,242 | 0,218 | 0,022 | 0,023 | 43,505 |
| 20 | 506,500 | 13,900 | 0,985 | 0,117 | 0,013 | 0,026 | 38,111 |
| 30 | 502,100 | 9,500 | 0,357 | 0,092 | 0,009 | 0,022 | 44,143 |
| 40 | 500,200 | 7,600 | 0,085 | 0,123 | 0,007 | 0,013 | 73,513 |
| 50 | 499,800 | 7,200 | 0,028 | 0,187 | 0,007 | 0,008 | 118,061 |
| 60 | 499,600 | 7,000 | 0,000 | 0,264 | 0,007 | 0,005 | 170,809 |
| 70 | 499,600 | 7,000 | 0,000 | 0,331 | 0,007 | 0,004 | 213,980 |

Donde:

t = tiempo

Pa = peso de la mora

Pab = peso de la mora más la bandeja

S= Peso de la mora en kg

Xi = humedad (Kg_{agua}/Kg_{sólido})

W= Velocidad de secado (kg a/hm²)

$$\left[\frac{-dx}{dt} \right]$$

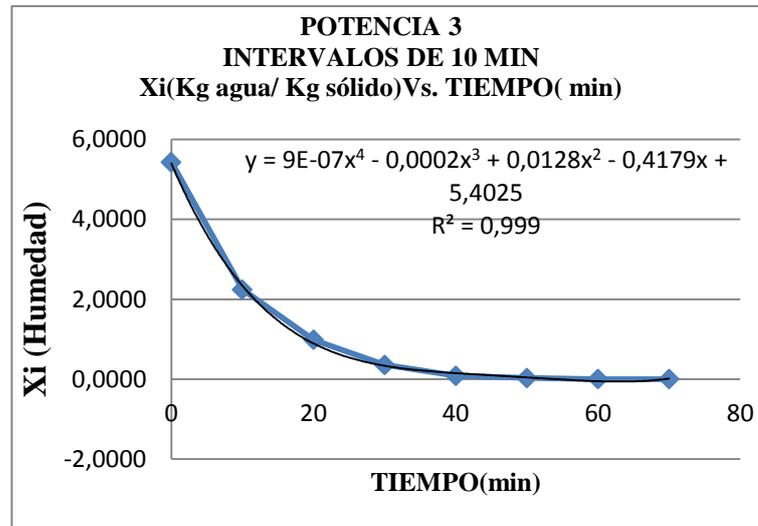


GRÁFICO N°6 CURVA DE SECADO DE LA MORA POTENCIA 3; INTERVALOS DE 10 MIN

Como se evidencia en los cuadros anteriores, a las diferentes potencias y tiempos a la que fue sometida la mora, 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 la potencia 1 intervalos de 10 y 5 min el tiempo de secado es de 125 y 160 min respectivamente, mientras que a Potencia 2 el tiempo es de 80 (a intervalo de 5min) y 45 min (a 10 min) y para la Potencia final de 3 el tiempo es de 45 (a 5 min) y 70 min (10 min). Cabe recalcar el producto primario como es la mora conservó sus características sensoriales, En los tres casos el peso final de la mora varía notablemente al deshidratarlo, afectando la textura del mismo debido lógicamente a la pérdida de agua manteniendo una temperatura de 45 °C.

3.3 VELOCIDAD DE SECADO

CUADRO No.8 RESULTADO DE LA VELOCIDAD DE SECADO vs HUMEDAD DE LA MORA A POTENCIA 1; A INTERVALOS DE 5 MIN

| Pab (g) | Pa (g) | t (min) | Δx | $\Delta\Theta$ | $\Delta x/\Delta\Theta$ |
|---------|--------|---------|------------|----------------|-------------------------|
| 537,60 | 45,00 | 0 | 1,80 | 5 | 0,36 |
| 535,80 | 43,20 | 5 | 1,20 | 5 | 0,24 |
| 534,60 | 42,00 | 10 | 2,90 | 5 | 0,58 |
| 531,70 | 39,10 | 15 | 3,10 | 5 | 0,62 |
| 528,60 | 36,00 | 20 | 3,00 | 5 | 0,60 |
| 525,60 | 33,00 | 25 | 3,10 | 5 | 0,62 |
| 522,50 | 29,90 | 30 | 2,40 | 5 | 0,48 |
| 520,10 | 27,50 | 35 | 2,40 | 5 | 0,48 |
| 517,70 | 25,10 | 40 | 2,30 | 5 | 0,46 |
| 515,40 | 22,80 | 45 | 2,10 | 5 | 0,42 |
| 513,30 | 20,70 | 50 | 1,60 | 5 | 0,32 |
| 511,70 | 19,10 | 55 | 1,90 | 5 | 0,38 |
| 509,80 | 17,20 | 60 | 1,40 | 5 | 0,28 |
| 508,40 | 15,80 | 65 | 1,10 | 5 | 0,22 |
| 507,30 | 14,70 | 70 | 1,00 | 5 | 0,20 |
| 506,30 | 13,70 | 75 | 0,80 | 5 | 0,16 |
| 505,50 | 12,90 | 80 | 0,80 | 5 | 0,16 |
| 504,70 | 12,10 | 85 | 0,50 | 5 | 0,10 |
| 504,20 | 11,60 | 90 | 0,30 | 5 | 0,06 |
| 503,90 | 11,30 | 95 | 0,30 | 5 | 0,06 |
| 503,60 | 11,00 | 100 | 0,20 | 5 | 0,04 |
| 503,40 | 10,80 | 105 | 0,10 | 5 | 0,02 |
| 503,30 | 10,70 | 110 | 0,10 | 5 | 0,02 |
| 503,20 | 10,60 | 115 | 0,10 | 5 | 0,02 |
| 503,10 | 10,50 | 120 | 0,00 | 5 | 0,00 |
| 503,10 | 10,50 | 125 | | | |

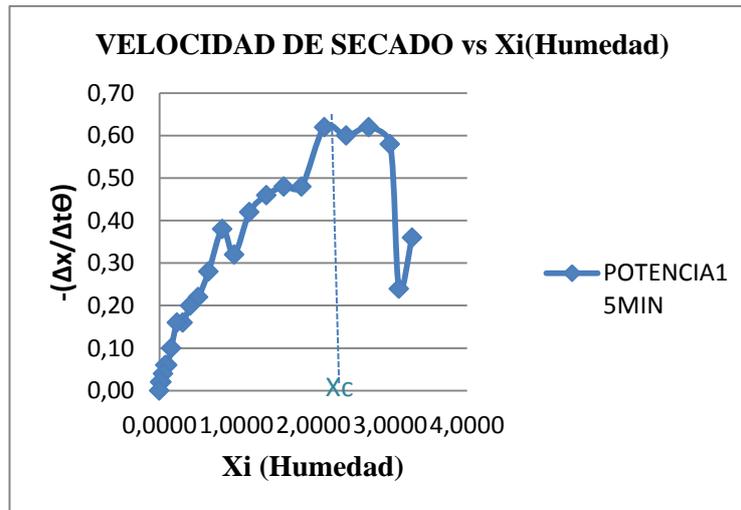


GRÁFICO N° 7 VELOCIDAD DE SECADO vs CONTENIDO DE HUMEDAD. POTENCIA 1 A INTERVALOS DE 5 MIN

CUADRO No.9 RESULTADO DE LA VELOCIDAD DE SECADO vs HUMEDAD DE LA MORA A POTENCIA 1; A INTERVALOS DE 10 MIN

| Pab (g) | Pa (g) | t (min) | Δ x | ΔΘ | Δx/ΔΘ |
|----------------|---------------|----------------|------------|-----------|--------------|
| 537,80 | 45,20 | 0 | 8,00 | 10 | 0,80 |
| 529,80 | 37,20 | 10 | 8,10 | 10 | 0,81 |
| 521,70 | 29,10 | 20 | 5,10 | 10 | 0,51 |
| 516,60 | 24,00 | 30 | 3,50 | 10 | 0,35 |
| 513,10 | 20,50 | 40 | 3,40 | 10 | 0,34 |
| 509,70 | 17,10 | 50 | 2,70 | 10 | 0,27 |
| 507,00 | 14,40 | 60 | 1,70 | 10 | 0,17 |
| 505,30 | 12,70 | 70 | 1,30 | 10 | 0,13 |
| 504,00 | 11,40 | 80 | 0,90 | 10 | 0,09 |
| 503,10 | 10,50 | 90 | 0,80 | 10 | 0,08 |
| 502,30 | 9,70 | 100 | 0,10 | 10 | 0,01 |
| 502,20 | 9,60 | 110 | 0,20 | 10 | 0,02 |
| 502,00 | 9,40 | 120 | 0,30 | 10 | 0,03 |
| 501,70 | 9,10 | 130 | 0,30 | 10 | 0,03 |
| 501,40 | 8,80 | 140 | 0,20 | 10 | 0,02 |
| 501,20 | 8,60 | 150 | 0,00 | 10 | 0,00 |
| 501,20 | 8,60 | 160 | | | |

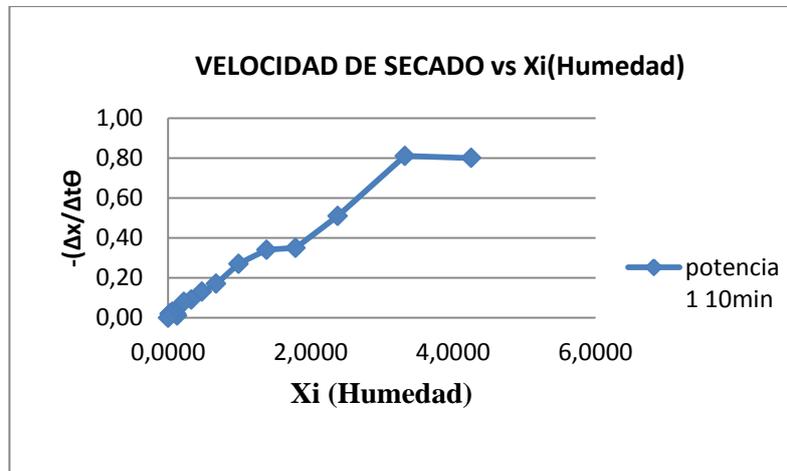


GRÁFICO Nº 8 VELOCIDAD DE SECADO vs CONTENIDO DE HUMEDAD. POTENCIA 1 A INTERVALOS DE 10 MIN

CUADRO No.10 RESULTADO DE LA VELOCIDAD DE SECADO vs HUMEDAD DE LA MORA A POTENCIA 2; A INTERVALOS DE 5 MIN

| Pab (g) | Pa (g) | t (min) | Δ x | ΔΘ | Δx/ΔΘ |
|----------------|---------------|----------------|------------|-----------|--------------|
| 537,71 | 45,11 | 0 | 7,40 | 5 | 1,48 |
| 530,31 | 37,71 | 5 | 7,50 | 5 | 1,50 |
| 522,81 | 30,21 | 10 | 6,40 | 5 | 1,28 |
| 516,41 | 23,81 | 15 | 4,60 | 5 | 0,92 |
| 511,81 | 19,21 | 20 | 3,60 | 5 | 0,72 |
| 508,21 | 15,61 | 25 | 2,80 | 5 | 0,56 |
| 505,41 | 12,81 | 30 | 2,00 | 5 | 0,40 |
| 503,41 | 10,81 | 35 | 1,40 | 5 | 0,28 |
| 502,01 | 9,41 | 40 | 0,90 | 5 | 0,18 |
| 501,11 | 8,51 | 45 | 0,50 | 5 | 0,10 |
| 500,61 | 8,01 | 50 | 0,10 | 5 | 0,02 |
| 500,51 | 7,91 | 55 | 0,20 | 5 | 0,04 |
| 500,31 | 7,71 | 60 | 0,10 | 5 | 0,02 |
| 500,21 | 7,61 | 65 | 0,00 | 5 | 0,00 |
| 500,21 | 7,61 | 70 | | | |

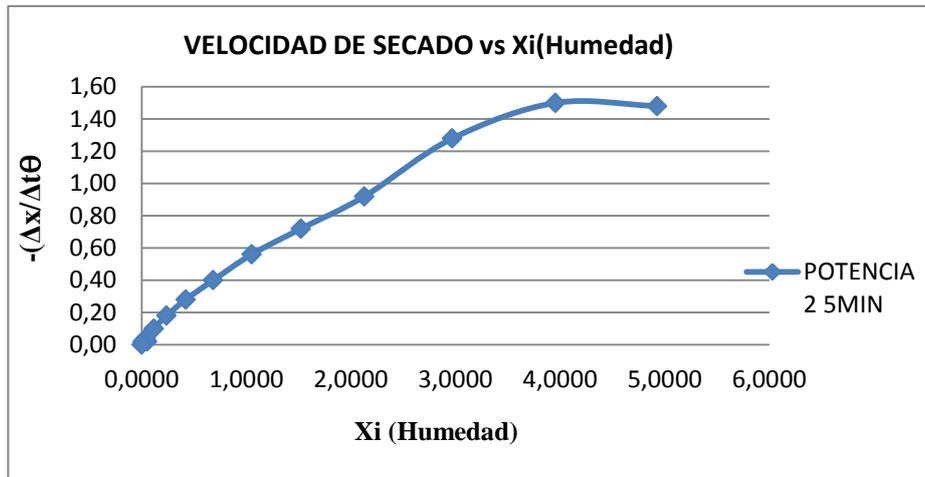


GRÁFICO N° 9 VELOCIDAD DE SECADO vs CONTENIDO DE HUMEDAD. POTENCIA 2 A INTERVALOS DE 5 MIN

CUADRO No.11 RESULTADO DE LA VELOCIDAD DE SECADO vs HUMEDAD DE LA MORA A POTENCIA 2; A INTERVALOS DE 10 MIN

| Pab (g) | Pa (g) | t (min) | Δ x | ΔΘ | Δx/ΔΘ |
|----------------|---------------|----------------|------------|-----------|--------------|
| 537,63 | 45,03 | 0 | 16,49 | 10 | 1,65 |
| 521,14 | 28,54 | 10 | 9,81 | 10 | 0,98 |
| 511,33 | 18,73 | 20 | 6,10 | 10 | 0,61 |
| 505,23 | 12,63 | 30 | 2,70 | 10 | 0,27 |
| 502,53 | 9,93 | 40 | 2,00 | 10 | 0,20 |
| 500,53 | 7,93 | 50 | 0,90 | 10 | 0,09 |
| 499,63 | 7,03 | 60 | 0,20 | 10 | 0,02 |
| 499,43 | 6,83 | 70 | 0,00 | 10 | 0,00 |
| 499,43 | 6,83 | 80 | | | |

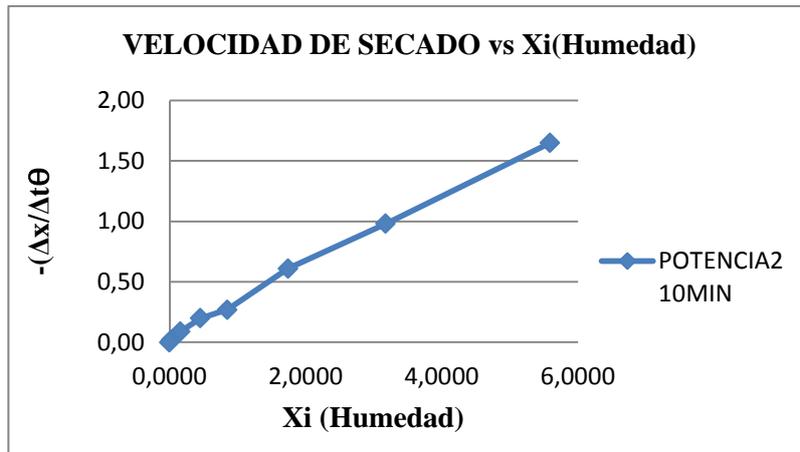


GRÁFICO Nº 10 VELOCIDAD DE SECADO vs CONTENIDO DE HUMEDAD. POTENCIA 2 A INTERVALOS DE 10 MIN

CUADRO No.12 RESULTADO DE LA VELOCIDAD DE SECADO vs HUMEDAD DE LA MORA A POTENCIA 3; A INTERVALOS DE 5 MIN

| Pab (g) | Pa (g) | t (min) | Δ x | ΔΘ | Δx/ΔΘ |
|---------|--------|---------|-------|----|-------|
| 537,60 | 45,00 | 0 | 16,10 | 5 | 3,22 |
| 521,50 | 28,90 | 5 | 9,40 | 5 | 1,88 |
| 512,10 | 19,50 | 10 | 6,10 | 5 | 1,22 |
| 506,00 | 13,40 | 15 | 3,30 | 5 | 0,66 |
| 502,70 | 10,10 | 20 | 1,90 | 5 | 0,38 |
| 500,80 | 8,20 | 25 | 0,70 | 5 | 0,14 |
| 500,10 | 7,50 | 30 | 0,30 | 5 | 0,06 |
| 499,80 | 7,20 | 35 | 0,10 | 5 | 0,02 |
| 499,70 | 7,10 | 40 | 0,00 | 5 | 0,00 |
| 499,70 | 7,10 | 45 | | | |

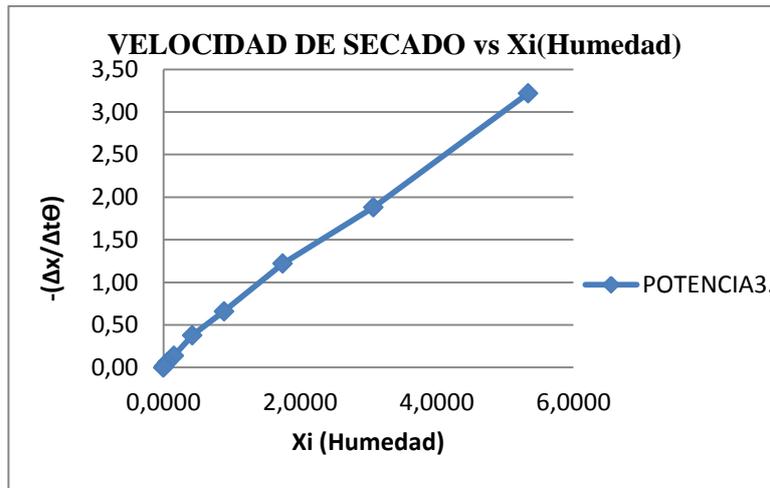


GRÁFICO N° 11 VELOCIDAD DE SECADO vs CONTENIDO DE HUMEDAD. POTENCIA 3 A INTERVALOS DE 5 MIN

CUADRO N°13. RESULTADO DE LA VELOCIDAD DE SECADO vs HUMEDAD DE LA MORA A POTENCIA 3; A INTERVALOS DE 10 MIN

| Pab (g) | Pa (g) | t (min) | Δ x | ΔΘ | Δx/ΔΘ |
|----------------|---------------|----------------|------------|-----------|--------------|
| 537,60 | 45,00 | 0 | 22,30 | 10 | 2,23 |
| 515,30 | 22,70 | 10 | 8,80 | 10 | 0,88 |
| 506,50 | 13,90 | 20 | 4,40 | 10 | 0,44 |
| 502,10 | 9,50 | 30 | 1,90 | 10 | 0,19 |
| 500,20 | 7,60 | 40 | 0,40 | 10 | 0,04 |
| 499,80 | 7,20 | 50 | 0,20 | 10 | 0,02 |
| 499,60 | 7,00 | 60 | 0,00 | 10 | 0,00 |
| 499,60 | 7,00 | 70 | | | |

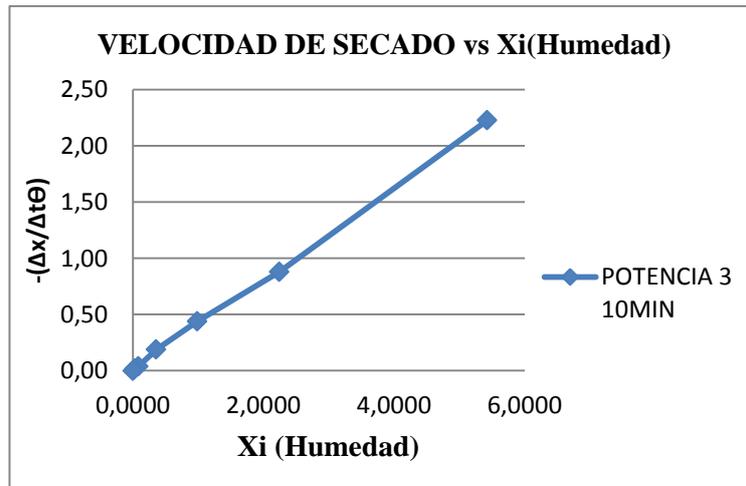


GRÁFICO N°12 VELOCIDAD DE SECADO vs CONTENIDO DE HUMEDAD. POTENCIA 3 A INTERVALOS DE 10 MIN

3.4 DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS Y VITAMINA C.

Una vez realizada la obtención del deshidratado, se procedió a efectuar el análisis de contenido de antocianos y vitamina C en las diferentes muestras (70, 140,210 W). como se puede apreciar en los cuadros siguientes:

CUADRO No.14 CONTENIDO DE ANTOCIANOS Y VITAMINA C EN MUESTRAS ANALIZADAS

| MORA | | ANTOCIANOS (mg/100g) Base Seca | VITAMINA C (mg/100g) Base Seca |
|------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Fresco | 13,2911 | 1,1769 |
| P1 | Deshidratado a 70W-5 min | 6,6456 | 0,3021 |
| | Deshidratado a 70W-10 min | 6,7721 | 0,1300 |
| P2 | Deshidratado a 140W-5 min | 6,3924 | 0,1215 |
| | Deshidratado a 140W-10 min | 7,0886 | 0,1300 |
| P3 | Deshidratado a 210W-5 min | 8,4177 | 0,1909 |
| | Deshidratado a 210W-10 min | 8,8060 | 0,2413 |

En el Gráfico No. 13 se aprecia la relación de contenido de antocianos y en el Gráfico N°14 se aprecia la relación de contenido de vitamina C de la mora fresca y deshidratada a las tres Potencias (70, 140 y 210W)

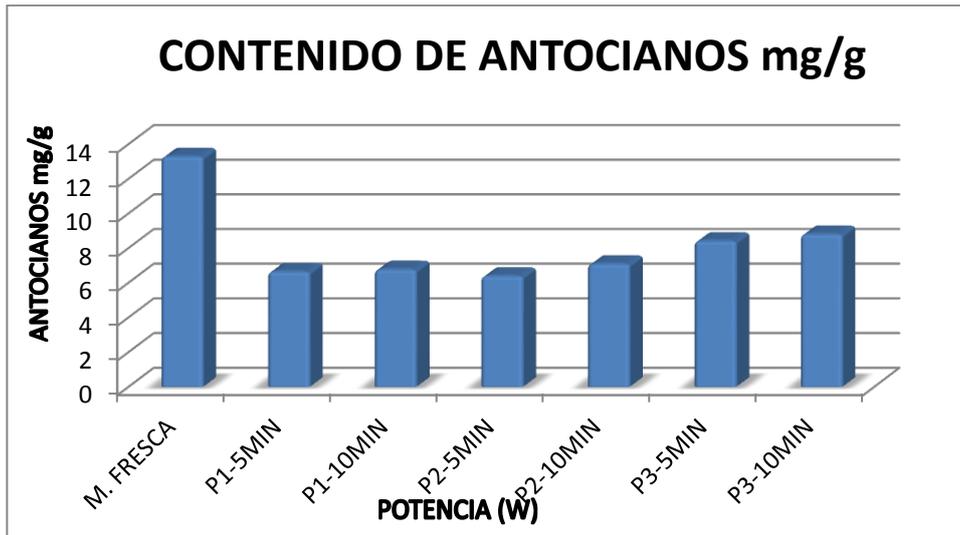


GRÁFICO No. 13 RELACIÓN DE CONTENIDO DE ANTOCIANOS EN MORA FRESCO Y DESHIDRATADOS A 70,140, Y 210 W

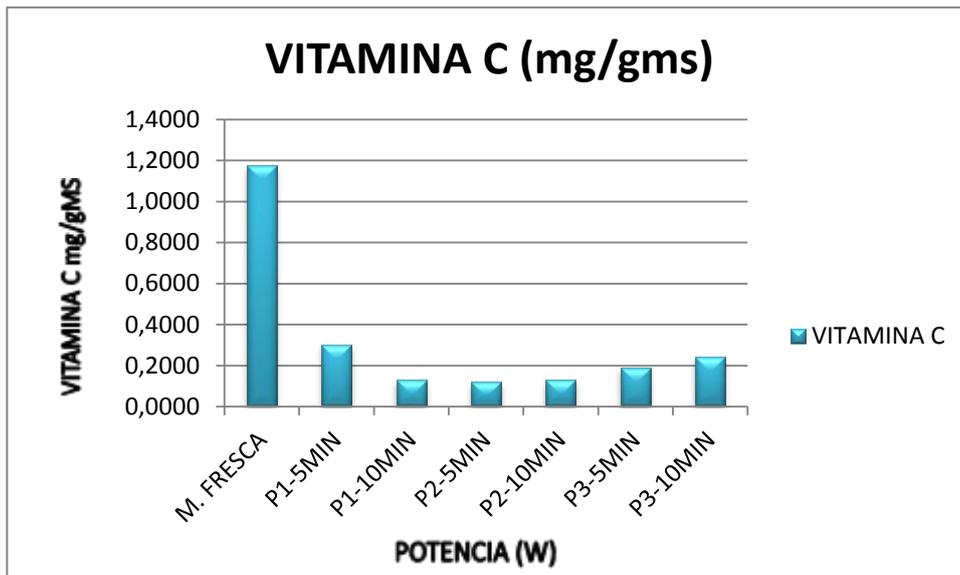


GRÁFICO No. 14 RELACIÓN DE CONTENIDO DE VITAMINA C EN MORA FRESCO Y DESHIDRATADOS A 70,140, Y 210 W

Para fines comparativos se empleó el test ADEVA, que constituye una prueba estadística para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos, pero el test no dio una respuesta con diferencias significativas es decir las muestras eran homogéneas por tal motivo se procedió a utilizar la prueba de Cochran con el fin de tomar una decisión con respecto a la potencia y tiempos óptimos.

3.5 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LA MORA FRESCA Y DESHIDRATADO

Cabe recalcar que las determinaciones físicas y químicas se efectuaron por duplicado en la mora fresca y deshidratada cuyos valores se encuentran expresados en muestra seca.

CUADRO No.15 CONTENIDO NUTRICIONAL DE MORA FRESCA Y MUESTRA SELECCIONADA

| PARÁMETROS | MORA FRESCO | DESHIDRATADO POTENCIA 3(210W) A 10 MINUTOS |
|----------------------------|-------------|--|
| HUMEDAD (%) | 94,100 | 14.590 |
| CENIZA (%) | 0.500 | 4.640 |
| AZÚCARES TOTALES (%) | 3.400 | 6.920 |
| AZÚCARES REDUCTORES (%) | 2.300 | 4.200 |
| AZÚCARES NO REDUCTORES (%) | 1.100 | 2.700 |
| FIBRA (%) | 1.800 | 7.040 |
| PROTEÍNA (%) | 0.800 | 6.830 |
| pH | 3.900 | 5.180 |

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Marco teórico de la prueba de Cochran.- se restringe a situaciones en los que los tamaños muestrales son iguales, esta prueba es útil para detectar la variabilidad de las

varianzas de cada uno de los tratamientos o mediciones para reconocer si son significativamente diferentes.

CUADRO No.16 ANÁLISIS ESTADISTICO POR MEDIO DE LA PRUEBA DE COCHRAN EN MUESTRAS ESTUDIADAS DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE PERDIDAS DE CDA UNO DE LOS DESHIDRATADOS (70, 140, 210 W)

| PRUEBA DE COCHRAN | | | | | | | | | |
|-----------------------|----|--------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------|--------|
| PERDIDAS POTENCIA 1 | | | PERDIDAS POTENCIA 2 | | | PERDIDAS POTENCIA 3 | | | |
| POTENCIA | | 5 MIN | 10 MIN | POTENCIA | 5 MIN | 10 MIN | POTENCIA | 5 MIN | 10 MIN |
| Mora1- (5") | P1 | 88,463 | 90,102 | Mora1- P2(5") | 90,314 | 91,402 | Mora1-P3 (5") | 90,413 | 83,311 |
| Mora1- (5") | P1 | 89,472 | 89,816 | Mora1- P2(5") | 91,958 | 90,732 | Mora1-P3 (5") | 89,263 | 82,022 |
| Mora2- (5") | P1 | 64,992 | 91,481 | Mora2- P2(5") | 92,263 | 89,896 | Mora2-P3 (5") | 82,527 | 83,421 |
| Mora2- (5") | P1 | 72,571 | 92,227 | Mora2- P2(5") | 91,464 | 91,591 | Mora2-P3 (5") | 84,394 | 83,746 |
| VARIANZAS | | 145,569 | 1,303 | VARIANZAS | 0,733 | 0,588 | VARIANZAS | 14,360 | 0,575 |
| SUMA VARIANZAS | | 146,8731751 | | SUMA VARIANZAS | 1,321502 | | SUMA VARIANZAS | 14,93536 | |

| PERDIDAS POTENCIA 1 | | |
|--|---------------------|-----------|
| K = 2 | | |
| n = 4 | | |
| Hipoteis: | | |
| H0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ | | |
| H1: no son iguales las varianzas | | |
| Region critica: $G > g_\alpha$ | | |
| $g(0,05; 2; 4) = 0,9392$ | | |
| $G = \frac{S_i^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2}$ | | |
| G1= 0,991125958 | | |
| G2= 0,008874042 | | |
| COMPARACION: | | |
| $G > g_\alpha$ | | |
| PRIMER COMPARACION= | 0,99112596 > 0,9392 | VERDADERA |
| SEGUNDA COMPARACION= | 0,00887404 < 0,9392 | FALSA |

GRÁFICO No. 15 ANÁLISIS DE COCHRAN DE LA POTENCIA 1

| PERDIDAS POTENCIA 2 | | |
|--|---------------------|-------|
| K = 2 | | |
| n = 4 | | |
| Hipoteis: | | |
| H0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ | | |
| H1: no son iguales las varianzas | | |
| Region critica: $G > g_\alpha$ | | |
| $g(0,05; 2; 4) = 0,9392$ | | |
| $G = \frac{S_i^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2}$ | | |
| G1= 0,554691592 | | |
| G2= 0,445308408 | | |
| COMPARACION: | | |
| $G > g_\alpha$ | | |
| PRIMER COMPARACION= | 0,55469159 < 0,9392 | FALSA |
| SEGUNDA COMPARACION= | 0,44530841 < 0,9392 | FALSA |

GRÁFICO No. 16 ANÁLISIS DE COCHRAN DE LA POTENCIA 2

| PERDIDAS POTENCIA 3 | | |
|--|---------------------|-----------|
| K = 2 | | |
| n = 4 | | |
| Hipoteis: | | |
| H0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ | | |
| H1: no son iguales las varianzas | | |
| Region critica: $G > g_\alpha$ | | |
| $g(0,05; 2; 4) = 0,9392$ | | |
| $G = \frac{S_i^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2}$ | | |
| G1= 0,961491108 | | |
| G2= 0,038508892 | | |
| COMPARACION: | | |
| $G > g_\alpha$ | | |
| PRIMER COMPARACION= | 0,96149111 > 0,9392 | VERDADERA |
| SEGUNDA COMPARACION= | 0,03850889 < 0,9392 | FALSA |

GRÁFICO No. 17 ANÁLISIS DE COCHRAN DE LA POTENCIA 3

Como conclusión de la primera prueba o análisis estadístico de Cochran se aceptan las muestras de la potencia 1 y la potencia 3 según la prueba de Cochran, por lo tanto se realizó otro estudio entre las dos tomando como resultado que la potencia 3 es la que presenta menor pérdida.

De la misma forma se procedió a realizar un segundo tratamiento para determinar que tiempo es el óptimo y presenta menor pérdidas de componentes para la potencia 3. Tomando como resultado final el deshidratado de 10 min de tiempo como se muestra en el gráfico N°18

| MORA DE CASTILLA | | |
|--|---------------------|----------------|
| | 5 MIN | 10 MIN |
| | 88,4634 | 90,1023 |
| | 89,4726 | 89,8162 |
| | 64,9923 | 91,4814 |
| | 72,5715 | 92,2272 |
| | 90,3147 | 91,4029 |
| | 91,9586 | 90,7321 |
| | 92,2633 | 89,8969 |
| | 90,4131 | 83,3111 |
| | 89,2639 | 82,0221 |
| | 82,5270 | 83,4213 |
| | 84,3942 | 83,7467 |
| VARIANZA | 76,99214724 | 15,7124 |
| SUMA VARIANZAS | | 92,7046 |
| <p>K = 2 n = 11 Hipoteis: H0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ H1: no son iguales las varianzas Region critica: $G > g_\alpha$ $g_{(0.05;2;11)} = 0,7880$</p> $G = \frac{S_i^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2}$ <p>G1= 0,830510947 G2= 0,169489053</p> <p>COMPARACION:</p> $G > g_\alpha$ | | |
| PRIMER COMPARACION= | 0,83051095 > 0,7880 | VERDADERA |
| SEGUNDA COMPARACION= | 0,16948905 > 0,788 | FALSA |

GRÁFICO No. 18 ANÁLISIS DE COCHRAN DE LOS TIEMPOS (5 Y 10 MIN) EMPLEADOS PARA LA DESHIDRATACIÓN DE LA POTENCIA 3 (210W)

CONCLUSIÓN DE LA PRUEBA DE COCHRAN: No rechazamos la hipótesis nula y concluimos que las varianzas de los 2 grupos de mediciones son significativamente diferentes. Las mediciones a tomar son las de 10 min según la prueba de Cochran de la Potencia 3 (210 W)

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES

1. Se evaluó el valor nutritivo y nutracéutico de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) a tres potencias utilizando un medio doméstico de deshidratación como es el microondas llegando a demostrar que después del tratamiento la potencia 3(210W) a 10 minutos con una temperatura promedio de 45 °C conserva su valor nutricional, siendo éstos valores óptimos para el tratamiento de secado en base a los contenidos de vitamina C y antocianos como indicadores de eficiencia .
2. Se evaluó la concentración de vitamina C y antocianos como se puede apreciar el cuadro N^o14 de cada muestra deshidratada incluyendo la muestra en fresco.
3. Efectuamos la investigación de los valores físicos, químicos y microbiológicos de la mora deshidratada a la potencia óptima (potencia 210W, 10 minutos), como se indica en el cuadro N^o15 comparándole con el producto fresco, evidenciando de que existe una pérdida significativa de humedad, al mismo tiempo también presenta pérdidas mínimas de nutrientes, conservando su color, sabor, y aroma característico.
4. Comprobamos que en el deshidratado existe menos incidencia de que presente contaminación de mohos y levaduras obteniéndose los siguientes resultados: 17000 UPC/gramo en la mora fresca y de 0 UPC/gramo de mohos y levaduras en el deshidratado por ende se conserva adecuadamente la mora tratada.

CAPÍTULO V

5 RECOMENDACIONES

1. Al producto final que es la mora deshidratada para fines de comercialización y para prolongar el periodo de vida útil se recomienda utilizar un empaque al vacío para impedir la oxidación del producto por el oxígeno del aire y para evitar la hidratación del producto deshidratado.
2. En razón de que para este trabajo de investigación no se cuenta con Normas Técnicas Específicas para la mora deshidratada, se recomienda realizar otros parámetros de control de calidad como son los minerales y otros pigmentos como los carotenoides, esto con la finalidad de lograr una información más apropiada de la calidad del producto inicial y final tanto nutricional como toxicológica (micronutrientes, Pb, Cd)
3. Se recomienda utilizar producto fresco en perfectas condiciones para la realización de este estudio
4. Se recomienda aplicar esta investigación en nuevos productos perecederos ya que de ésta forma se alarga su periodo de vida útil.

CAPITULO VI

6 RESUMEN

El objetivo de la investigación es desarrollar un estudio extensivo del proceso de secado para evaluar la acción nutritiva y nutraceútica de la mora de castilla (*Rubus glaucus*,) por el método de microondas, contribuyendo con la conservación de alimentos en beneficio de la sociedad, investigación realizada en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

En el tratamiento de deshidratación se aplicó un equipo sencillo y doméstico como es el microondas, determinando la eficiencia por medio de dos factores importantes como son la vitamina C y los antocianos componentes con propiedades excelentes y sobre todo poderosos antioxidantes, de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada a tres potencias 70, 140, y 210W a intervalos de 5 y 10 min respectivamente. Se obtuvieron muestras deshidratadas, en condiciones óptimas de operación, que comprenden: tiempo de secado, potencia óptima de operación, se analizó cada una de ellas, determinando cuál cumple las condiciones necesarias para la conservación de la fruta.

Se llegó a la deducción de que la potencia que conserva el nivel nutritivo y nutraceútico de la mora de castilla, deshidratada en el microondas es la potencia tres (210W) intervalo de 10 min (Antocianos (8.8060mg/100g) y Vit.C (0,2413 mg/100g) en base seca), por permitir medir el grado de efectividad de la potencia escogida considerando la pérdida mínima de éstos nutrientes, obteniendo una buena conservación de la fruta en estudio.

Se recomienda que el estudio de secado por el método de microondas, se realice con otros productos perecederos, al mejorar la técnica se estará obteniendo un nuevo método de conservación útil para todo el sector alimenticio, por ser rápida y de fácil aplicación, beneficiándonos de sus bondades y nutrientes aún fuera de temporada.

CAPITULO VII

7 SUMMARY

The aim of research is to develop an extensive study of the drying process to evaluate the action of the nutritional and nutraceutical blackberry (*Rubus glaucus*) by microwave method, contributing to food preservation for the benefit of society, reseach in the Faculty of Sciences of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

In training of dehydration was applied simple equipment and household as the microwave efficiency determined by two important factors such as vitamin C and anthocyanis components with excellent propertis and above all powerful antioxidants, the blackberry (*Rubus glaucus*)dehydrated three powers 70, 140 and 210W an intervals of 5 and 10 min respesively.

Dehydrated samples were obtained at optimum operating conditions, which include: drying time, optimum power of operation, we analyzed each of them, determining which meets the conditions necessary of the fruit.

It came to the conclusion that the power that preserves the nutritional and nutraceutical of blackberry, dried in the micowave power is three (210W) interval of 10 min (Anthocyanins (mg/100g 8,8060) and Vit. C (0,2413 mg/100g)dry basis), for allowing measure the efectiveness of the chosen power considering the minimal loss of these nutrients, getting a good preservation of the fruit in the study.

It is recommended that the study of drying by microwave method was carried out with other perishable products, to improve the technique will be getting a new preservation method useful of the entire food industry, being quick and easy application, benefiting from its goodness and nutrients off season.

CAPÍTULO VIII

8 BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTÍN, G., ASUERO, P., FETT, Eugenia., KUSKOSKI, M. Antocianos: un grupo de pigmentos naturales. Aislamiento, identificación y propiedades, Revista de tecnología e higiene de los alimentos, Chile, 2002, N° 339, pp. 61-74.
2. ALVARADO, A. Mora (Rubus), (boletín) Servicio de información de mercados, (No. 19) , Costa Rica, pp.1. 2002
http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Servicio_Laboratorio/Documentospdf/Boletinmora.PDF
2009-06-28
3. BARBOSA, G., VEGA, H. Deshidratación de alimentos, España- Acribia, 2000, Acribia, pp. 78-82.
4. BISWAL, R. N. & Bozorgmehr, K. Intermediate Moisture Frozen Vegetables through Osmotic Dehydration in Proc. Int. Conf. "Technological Innovations in Freezing and Refrigeration of Fruit and Vegetables", 9-12 July, Davis, California, California- USA., 1989, pp. 259-65.
5. BOTERO, V. Conservación de la Mora de Castilla en Atmósferas Modificadas: "Memorias 4º Seminario nacional de frutales de clima frío moderado, Medellín, Noviembre 20 a 22 de 2002". Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales (CDTF), Medellín- Colombia, Corpoica, 2002, pp. 247-251.
6. BROKS, G., BUTEL, J., MORSE, S. Microbiología médica de Jawetz, Mexico DF- México, 16. ed., El Manual Moderno, 1999. pp. 899.
7. CAIZA, Karla. "Determinación del Potencial Nutritivo y Nutraceútico del Ají (*Capsicum chinense Jacq.*) deshidratado." (Tesis) (Bioq. Farm.)

- Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencia. Escuela de Bioquímica y Farmacia, 2007, pp. 21-57.
8. CARMONA, M., Aguirre, M., Echeverri, J., Giraldo, A., Gutiérrez, W., Tovar, S. Caracterización Fisicoquímica de seis Materiales de Mora (*Rubus glaucus Benth.*), Composición de la Mora , Manizales- Colombia, El Esopo, 1996. pp. 55-60.
 9. CHEFTEL, J., CHEFTEL, H., BESANCON, P. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos, Acribia-España, Editorial Acribia, 1999. Vol. II, pp. 123-138.
 10. DEL ALAMO SANZA, M., NEVAREZ, I., Wine ageing in bottle from artificial systems (staves and chips) and oak woods, anthocianyn composition, The Angeles -USA , Ed. Great Book, No 563, 2006, pp. 255- 263.
 11. FRANCO, G., Bernal, J.A., Gallego, J.L., Rodríguez, J.E., Guevara, N. y Londoño, M. Agronomía del cultivo de la mora, Conejo,1996. pp. 1-18.(15)(62)
 12. GALVIS, J.A. La mora: Manejo poscosecha de mora. Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia, Corpoica, 1995. pp.45
 13. GARCÍA, M.C. La agroindustria de la mora: Alternativas viables para los agricultores, (Boletín), Tecnología para el Agro (No 2), Quito- Ecuador, pp.15-17, 2005.
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=307699>
2009-06-04
 14. LUCERO, O. Técnicas de Laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos, Riobamba-Ecuador, 2005, Xerox, pp. 74.
 15. MACAS, Marcelo. “Evaluación Nutricional del Tomate (*Lycopersicum s culentum L*) deshidratado” (Tesis) (Bioq. Farm). Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2002, pp. 25-45.

16. NORMAN, W. Desrosier. Conservación de Alimentos, México, Editorial Continental, 1974. pp. 67-75.
17. PARADA, Efrén. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo: Temas en tecnología de alimentos, Alfaomega, 2002. Vol. I, pp. 8-12.
18. PRÓSPERO, G. Deshidratación osmótica: Alternativa para conservación de frutas tropicales. Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Cinvestav. Avance y Perspectiva, América, 2002. Vol. 21, pp. 321.
19. VALVERDE, H. Validación de la Deshidratación Convencional para la Conservación del Hongo Comestible (*Pleurotus sajor-caju*). Revista Universidad de Caldas (Colombia),(No 89) pp.123-133. Diciembre 2006.
[.http://200.21.104.25/udecaldas/downloads/RevistaUC26\(1_2\)_8.pdf](http://200.21.104.25/udecaldas/downloads/RevistaUC26(1_2)_8.pdf)
2009-04-01
20. VARGAS, M. “Diferentes métodos de conservación de pulpas de frutas tropicales” Tecnología, Continental, 1983. Vol 4, pp. 24-114, 34-38.
21. WALKER, J. R. L., Effect of polysaccharides on the colour of anthocyanins. Food Chem, North of Caroline- USA, Journal, 1995, pp. 315-319.
22. WILLIAM, R. Analytical Chemistry, New Zeland, Time 1991, Vol. 63, pp. 1535-1543.
23. YAUCEN, Santiago. “Elaboración y Evaluación Nutricional de la Harina de Zanahoria (*Daucus carota*) obtenida por proceso de deshidratación” (Tesis) (Bioq. Farm.) Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia, 2007, pp. 32-38.

8.1 BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

24. ÁCIDO ASCÓRBICO
http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_asc%C3%B3rbico
2008-07-02

25. ÁCIDO ASCÓRBICO
<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.htm>
2008-07-15
26. ÁCIDO ASCÓRBICO
<http://www.acidoascorbico.com>
2010-01-18
27. ALIMENTACIÓN SANA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS
<http://www.alimentacionsana.com.ar/Informaciones/novedades/conservacion.htm>
2007-27-11
28. ALIMENTOS DESHIDRATADOS, OPCIÓN PARA MEJORAR LA DIETA
<http://www.saludymedicinas.com.mx/nota.asp?id=2517>
2010-11-03
29. ALIMENTOS MONOGRAFIAS
<http://www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml>
2009-11-23
30. ANÁLISIS DE VARIANZA
<http://es.wikipedia.org/wiki/ANOVA>
2008-06-22
31. ANTOCIANINAS
<http://www.elergonomista.com/fitoterapia/antocianinas.htm>
2008-07-12
32. ANTOCIANOS
<http://www.botanical-online.com/medicinalesantocianinas.html>
2008-07-10
33. CIENCIAS APLICADAS
http://www.cienciasaplicadas.buap.mx/convocatoria/memorias_2005/017.pdf
2007-03-08

34. CÓMO FUNCIONA UN MICROONDAS
www.microplagio.com
2007-04-21
35. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS
<http://www.alimentacionsana.com.ar/Informaciones/novedades/conservacion.htm>
2009-04-01
36. CROMATOGRFÍA LIQUIDA DE ALTA EFICIENCIA
http://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa_de_alta_eficacia
2009-11-15
37. CULTIVO DE MORA EN ECUADOR
<http://www.agro.unalmed.edu.co/publicaciones/revista/docs/ARTICULO8.pdf>
2009-04-01
38. CULTIVO DE MORA. Ingeniería Agrícola por Colombia
<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/mora.htm>
2007-11-27
39. DESHIDRATADOS, JUGOSO POTENCIAL
http://mujer.mundoejecutivo.com.mx/articulos.php?id_sec=9&id_art=102
2005-10-01
40. DISMINUCIÓN DE LA HUMEDAD DE LOS ALIMENTOS Guía de alimentación.
<http://www.ikerlarre.e.telefonica.net/paginas/alimentos.htm>
2009-04-07
41. EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN EN LOS ALIMENTOS
<http://www.cinvestav.mx/Portals/0/Publicaciones%20y%20Noticias/Revistas/Avance%20y%20perspectiva/sepoct02/12%20DESHIDRATACION.pdf>
2007-12-18

42. EL MICROONDAS
www.alimentación-sana.org
2009-04-01
43. ESTABILIDAD DE ANTOCIANINAS EN JUGOS PASTEURIZADOS DE MORA
http://www.alanrevista.org/ediciones/20022/antocianinas_jugos_pasteurizados_mora.asp
2010-01-18
44. ESTABILIDAD DE PIGMENTOS EN FRUTAS SOMETIDAS A TRATAMIENTO CON ENERGÍA DE MICROONDAS. Información tecnológica.
www.scielo.com
2004-04-21
45. ESTUDIO DE LA ENCAPSULACIÓN DE LOS AGENTES OSMÓTICOS UTILIZADOS PARA LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)
<http://www.ciencias.unal.edu.co/images/publicaciones/descargas/mastadafranco.pdf>
2010-06-05
46. ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y POR MICROONDAS CON APLICACIÓN DE VACÍO
<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=021394>
2007-12-28
47. ESTUDIO DE POTENCIA DE PRUEBAS DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA
<http://members.fortunecity.com/bucker4/estadistica/pruebaqc3md.htm>
2010-01-18

48. FAMILIA DE SECADORES SOLARES
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia30/HTML/articulo02.htm>
2009-04-01
49. FRUTAS DISECADAS
www.portonartesano.com
2006-11-24
50. FRUTAS MORA
<http://www.infoagro.com/frutas/mora.htm>
2007-12-15
51. FUNCIONAMIENTO DEL MICROONDAS
<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/Cocina/microndas.htm>
2008-03-25
52. GUÍA DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR DESHIDRATACIÓN
www.alimentosnet.com.ar/trabajos/Itza/deshidratacion.doc
2007-12-04
53. HORNO DE MICROONDAS
www.wikipedia.com
2009-02-02
54. LAS DIFERENTES MORAS (ALGUNAS DE LAS NUMEROSAS ESPECIES)/ DESCRIPCIÓN / SABOR / USOS CULINARIOS
[http://es.wikipedia.org/wiki/Mora_\(fruta\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Mora_(fruta))
2009-02-03
55. LAS MORAS SON GIGANTES EN VITAMINA C
http://www.planamanecer.com/recursos/familia/nutricion/n10_las_moras.pdf
2009-02-03

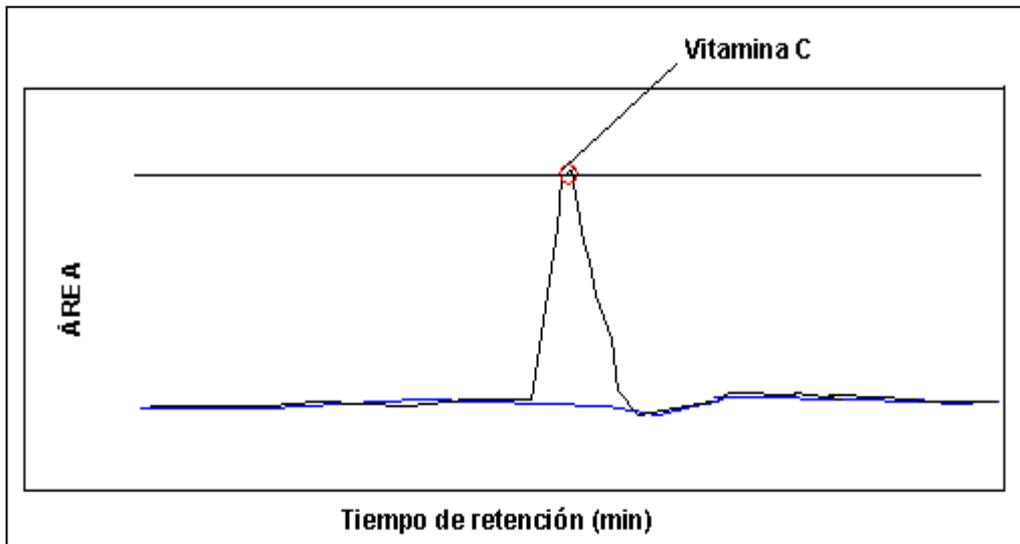
56. LOS ANTOCIANOS (ANTOCIANIDINAS O ANTOCIANINAS).
PROPIEDADES. Salud bio, educación para la salud.
<http://saludbio.com/articulo/antocianidinas-antocianinas>
2010-01-18
57. LOS ANTOCIANOS Y BIOFLAVONOIDES
http://www.articulosinformativos.com/Los_Antocianos_y_Bioflavonoides-a1058678.html
2010-01-18
58. MANUAL DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS TROPICALES
http://www.alianzasdeaprendizaje.org/components/com_docman/dl2.php?archive=0&file=ZGVzaGlkcmF0YWNpb24ucGRm
2009-10-10
59. MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS
<http://www.uniovi.es/QFAnalitica/trans/quimFores/Sep.cromatograficas.pdf>
2009-11-15
60. METODOS CROMATOGRÁFICOS
<http://www.uniovi.es/QFAnalitica/trans/quimFores/Sep.cromatograficas.pdf>
2010-02-03
61. MICROONDAS
http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=97
2008-22-08
62. MICROONDAS LAMINA
<http://aula2.elmundo.es/aula/laminas/lamina1098955123.pdf>
2009-04-01
63. MORA
<http://www.infojardin.com/>
2007-11-19

64. MORA DE CASTILLA
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora_indice.html
2007-11-27
65. MORA DE CASTILLA
www.mora.es/mora/nuestroaceite.php - 18k -
2007-11-15
66. MORA
http://es.wikipedia.org/wiki/Rubus_glaucus
2007-11-27
67. MORA
<http://www.olericultura.com>
2007-11-15
68. MORA
http://es.wikipedia.org/wiki/Rubus_glaucus
2007-27-11
69. MORA
http://es.wikipedia.org/wiki/Rubus_glaucus
2007-11-27
70. MSc. Ing. Luz María Contreras Velásquez. Centro Universitario "José Martí"
Ave. de los Mártires N° 360. Sancti Spíritus, Cuba
<http://www.monografias.com/trabajos15/operacion-secado/operacion-secado.shtml>
2010-02-06
71. POR QUE DESHIDRATAR LAS FRUTAS
http://www.deshfrutal.com/consejo.php?id_consejo=2
2009-08-04
72. POTENCIA EN UNA RESISTENCIA
www.electronicaunicrom.com
2002-08-21

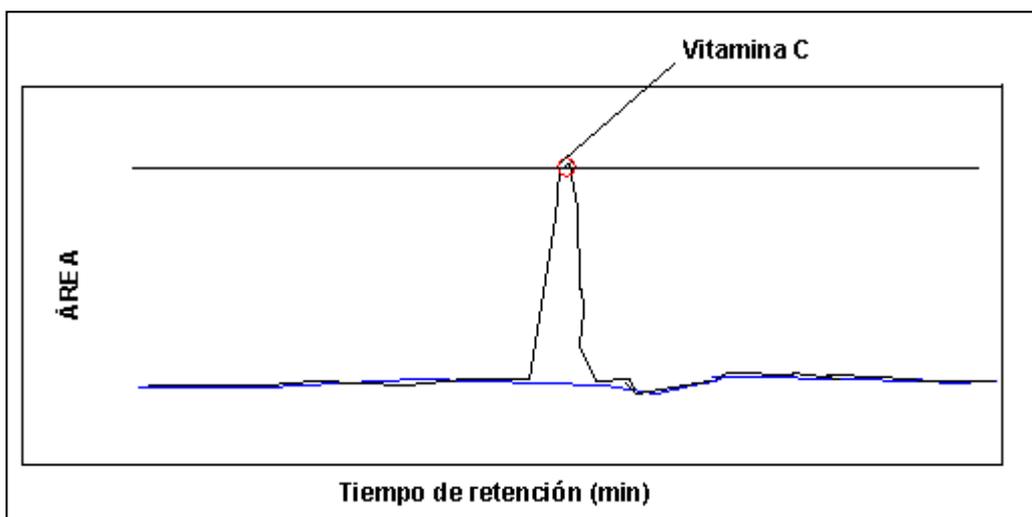
73. PROCESADO Y CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS
http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761560675_2/Procesado_y_conservación_de_los_alimentos.html
2008-03-05
74. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS
<http://www.monografias.com/trabajos68/proceso-deshidratacion-frutas/proceso-deshidratacion-frutas.shtml>
2009-04-01
75. PRODUCCIÓN DE FRUTILLA
http://www.produccion.com.ar/produ_6.htm
2007-12-22
76. PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LAS MORAS
<http://www.nutricion.pro/05-08-2008/alimentos/propiedades-nutricionales-de-las-moras#more-4866>
2009-04-01
77. QUE ES POTENCIA ELÉCTRICA
www.asifunciona.com
2007-06-10
78. SISTEMAS DE SECADO Cap.VI
http://www.fastonline.org/CD3WD_40/INPHO/VLIBRARY/X0028S/ES/X0028S08.HTM#CAPITULO%20VI%20%20SISTEMAS%20DE%20SECADO
2009-04-11
79. TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
www.tecnoalimentalia.com - www.ainia.es
2007-12-29
80. TRATAMIENTO DE ALIMENTOS CON MICROONDAS
www.consumereroski.com
2008-10-01

9 ANEXOS

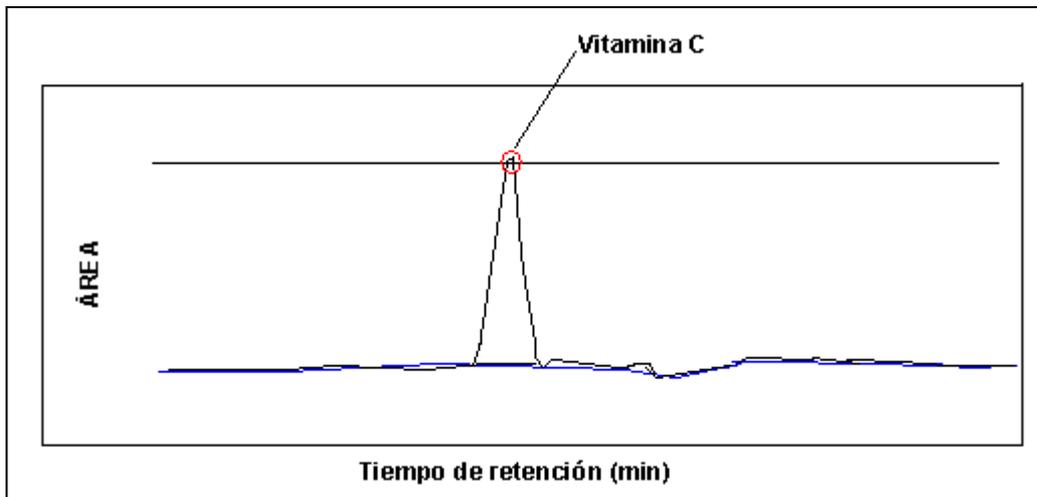
ANEXO N°1 CROMATOGRAMA DEL ESTÁNDAR DE VITAMINA C



ANEXO N°2 CROMATOGRAMA DE LA MORA FRESCA DE VITAMINA C



ANEXO N°3 CROMATOGRAMA DE LA MUESTRA DE VITAMINA C DESHIDRATADA A POTENCIA 3(210W), 10 MINUTOS DE TIEMPO



ANEXO N°4 FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA



FOTOGRAFÍA N°2 MORA EN RODAJAS LISTA PARA LA DESHIDRATACIÓN



FOTOGRAFÍA N°3 MORA EN MICROONDAS



FOTOGRAFÍA N°4 MORA DESHIDRATADA A LAS DIFERENTES POTENCIAS (70, 140,210W) A 5 Y 10 MIN RESPECTIVAMENTE



FOTOGRAFÍA N°5 DETERMINACIÓN DE VIT. C POR HPLC DE LAS MUESTRAS EN ESTUDIO



FOTOGRAFÍA N°6 DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS DE MORA DE CASTILLA