



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LIOFILIZADO DE
NÍSPERO, *Eriobotrya japonica*

Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero Agroindustrial.

Autoras:

SANDRA VERÓNICA CASTRO HERNÁNDEZ.

LIZBETH LUCIA PINTO CUAMACAS.

Ing. Franklin Hernández: DIRECTOR DE TESIS.

Ibarra – Ecuador

2008

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE.

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LIOFILIZADO DE

NÍSPERO, *Eriobotrya japónica*

TESIS

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA

ING. FRANKLIN HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS

DRA. LUCÍA YÉPEZ

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. OSVALDO ROMERO

MIEMBRO DE TRIBUNAL

ING. LUIS SANDOVAL

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ibarra – Ecuador

2008

PRESENTACION

Las ideas, conceptos, Cuadros, figuras, y mas informes que se presentan en ésta investigación son responsabilidad de las autoras

Sandra Verónica Castro Hernández

Lizbeth Lucía Pinto Cuamacás

DEDICATORIA

Este trabajo dedico de forma especial a mis padres quienes con su lucha constancia y amor me ayudaron a culminar una etapa más de mi vida.

Con mucho amor a toda la familia Castro Hernández por su valioso apoyo para la realización de este trabajo.

A Dios por haberme dado la vida.

Verónica

A Dios por su bendición divina por haberme demostrado amor todos los días de mi vida.

A mi madre que con su paciencia, constancia, ejemplo y entero sacrificio me permitió culminar con éxito mi formación profesional

A mi familia por ser el aliciente incondicional durante todo el transcurso de mi vida.

A Luis Rivera, quien estuvo a mi lado siempre en las buenas y malas, por su apoyo moral espiritual y personal.

Lizbeth

AGRADECIMIENTO

Las autoras dejan constancia de su agradecimiento a Ingeniero Franklin Hernández Director de la Tesis, por haber compartido sus conocimientos y brindado su aporte durante el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Técnica del Norte, en particular a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales por sus aportes científicos y enseñanzas impartidas por valiosos catedráticos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

A la doctora Lucía Yépez, Ingenieros Oswaldo Romero y Luis Sandoval, asesores, por las sugerencias y acertada ayuda que llevaron a la finalización de esta investigación.

A los doctores Bladimir Acosta y Fernando Alvarado, quienes compartieron desde el inicio hasta el final sus conocimientos y que, gracias a su amistad incondicional, permitieron la culminación con éxito de este trabajo.

A la Universidad Central del Ecuador por haber facilitado sus instalaciones e implementos de laboratorio, en especial un agradecimiento enorme y sincero a todo el personal que trabaja en el laboratorio de análisis de alimentos del OSP y Laboratorio de Ciencias Naturales en especial a la Doctora Rita Urgilés por aportar con ideas y dar las facilidades para llegar así al éxito de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

Hoja de aprobación	ii
Presentación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Problema	1
1.2. Objetivos	4
1.3. Formulación de hipótesis	5

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La especie	6
2.1.1. Descripción botánica	6
2.1.2. Taxonomía y morfología	7
2.1.2.1.Descripción taxonómica	7
2.1.2.2.Morfología	7
2.1.3. Variedades	8
2.1.4. Composición química	9
2.1.5. Particularidades del cultivo	10
2.1.6. Requerimientos edafológicos	11
2.1.7. Plagas y enfermedades	11
2.1.8. Aplicaciones	12
2.1.9. Propiedades medicinales	13
2.2. Pulpa	14
2.2.1. Liofilización de pulpa de níspero	14
2.3. Principios de conservación de los alimentos	15
2.4. Liofilización	16
2.4.1. Definición	16
2.4.2. Descripción del proceso	16

2.4.3. Desarrollo de la liofilización	17
2.4.3.1. Aspectos bioquímicos de la congelación	18
2.4.4. Etapas de la liofilización	19
2.4.5. Aplicaciones	20
2.4.6. Recomendaciones	21
2.5. Pardeamiento enzimático	22

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales	23
3.1.1. Materia prima	23
3.1.2. Equipos	23
3.1.3. Materiales	24
3.2. Métodos	25
3.2.1. Localización	25
3.2.1.1. Datos climatológicos	25
3.2.1.2. Caracterización del Experimento	26
3.2.2. Factores en estudio	26
3.2.2.1. Tratamientos	27
3.2.3. Diseño experimental	27
3.2.4. Características del experimento	27
3.2.4.1. Características de la unidad experimental	28
3.2.5. Análisis Estadístico	28
3.2.6. Análisis Funcional	28
3.2.7. Variable Evaluadas	29
3.2.7.1. Análisis en el liofilizado de níspero	29
3.2.7.2. Descripción de las variables cuantitativas	29
3.2.7.3. Descripción de las variables cualitativas	31
3.3. Manejo específico del experimento	32

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis iniciales en liofilizado de níspero	34
4.2. Resultados de los análisis finales en liofilizado de níspero	36
4.2.1. Contenido de Humedad	36
4.2.2. Contenido de pH	39
4.2.3. Contenido de Acidez	42
4.2.4. Contenido de Ceniza	45
4.2.5. Contenido de Fibra	46
4.2.6. Contenido de Proteína	47
4.2.7. Contenido de Grasa	48
4.3. Variables no paramétricas	49
4.3.1 Evaluación organoléptica	49
4.4. Análisis Estadístico	50
4.4.1. Propiedades Organolépticas de liofilizado de Níspero	50
4.4.1.1 Color	50
4.4.1.2. Olor	51
4.4.1.3. Sabor	52
4.4.1.4. Textura	53
4.4.1.5 Aceptabilidad	54
4.4.2. Análisis Microbiológico	55

CAPÍTULO V: BALANCE DE MATERIALES Y ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1. Balance de Materiales para la elaboración de Pulpa de Níspero Escaldado	57
5.2. Balance de Materiales para la elaboración de Pulpa de Níspero sin Escaldar	59
5.3. Balance de Materiales para la elaboración de Liofilizado de Níspero Escaldado	60
5.4. Balance de Materiales para la elaboración de Pulpa de Níspero sin escaldar	62
5.5. Análisis Económico	64
5.5.1. Costos de Producción para la obtención de 100g de liofilizado	64

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
RESUMEN	68
SUMMARY	70
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del níspero.	9
Cuadro 2. Datos climatológicos de la ciudad de Quito	25
Cuadro 3. Descripción de los factores en estudio	26
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos según la combinación entre factores	27
Cuadro 5. Análisis de varianza.	28
Cuadro 6. Valores iniciales en liofilizado de níspero.	35
Cuadro 7. Valores de humedad finales del liofilizado de níspero	36
Cuadro 8. Análisis de varianza de humedad final	36
Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	37
Cuadro 10. Prueba de Duncan al 5% Factor B	38
Cuadro 11. Valores de pH final del liofilizado de níspero	39
Cuadro 12. Análisis de varianza pH final	39
Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	40
Cuadro 14. Prueba de DMS al 5% Factor A	41
Cuadro 15. Valores de acidez final del liofilizado de níspero	42
Cuadro 16. Análisis de varianza acidez final	42
Cuadro 17. Prueba de Tukey 5 % para Tratamientos	43
Cuadro 18. Prueba de DMS al 5% para Factor A	44
Cuadro 19. Valores de ceniza final del liofilizado de níspero	45
Cuadro 20. Análisis final de Varianza para ceniza	45
Cuadro 21. Valores de fibra final del liofilizado de níspero	46
Cuadro 22. Análisis de varianza para fibra	46
Cuadro 23. Valores de proteína final del liofilizado de níspero	47

Cuadro 24.	Análisis de varianza para proteína	47
Cuadro 25.	Valores de grasa final del liofilizado de níspero	48
Cuadro 26.	Análisis de varianza para grasa	48
Cuadro 27.	Rango de puntaje otorgados por los degustadores para la característica color	50
Cuadro 28.	Rango de puntaje otorgados por los degustadores para la característica olor	51
Cuadro 29.	Rango de puntaje otorgados por los degustadores para la característica sabor	52
Cuadro 30.	Rango de puntaje otorgados por los degustadores para la característica textura	53
Cuadro 31.	Rango de puntaje otorgados por los degustadores para la característica aceptabilidad	54
Cuadro 32.	Control microbiológico inicial	55
Cuadro 33.	Control microbiológico final	56
Cuadro 34.	Costos de producción para obtener liofilizado de níspero	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Pasos del proceso de liofilización	16
Figura 2.	Valores de Humedad de liofilizado de níspero	37
Figura 3.	Valores de las condiciones de almacenamiento en el liofilizado de níspero	38
Figura 4.	Valores de pH en liofilizado de níspero	40
Figura 5.	Valores del tratamiento térmico en el liofilizado de níspero	41
Figura 6.	Valores de Acidez en el liofilizado de níspero	43
Figura 7.	Valores del tratamiento térmico en el liofilizado de níspero	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Formato de encuesta realizada para la evaluación sensorial de las muestras del liofilizado de níspero al final de tres meses	75
Anexo 2.	Diagrama operacional para la obtención de liofilizado de níspero	79
Anexo 3.	Análisis químico y microbiológico de liofilizado de níspero	82
Anexo 4.	Fotografías del proceso de obtención de liofilizado de níspero	102
Anexo 5.	Fotografías de los análisis proximales de liofilizado de níspero	109

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La conservación de los alimentos como medio para prevenir tiempos de escasez ha sido una de las preocupaciones de la humanidad. Para conseguir aumentar la despensa, la experiencia había demostrado, a lo largo de la historia, que existían muy pocos sistemas fiables. Sólo el ahumado, las técnicas de salazón y salmueras podían generar medios que mantuvieran los alimentos en buen estado. Es así que, a inicios del siglo XVII, Nicolás Appert fue el primer elaborador de conservas alimenticias y sus conocimientos se difundieron en los siglos posteriores, a partir de estas experiencias y una vez conocidos los procesos microbiológicos la evolución de las técnicas de conservación fue rapidísima, apareciendo la liofilización.

La liofilización es un proceso de secado en frío mediante sublimación, que se ha desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se afectan en gran medida durante los procesos convencionales de conservación. El producto liofilizado se conserva con muy bajo peso, manteniendo su composición química y todas sus propiedades organolépticas al rehidratarse. Este es un sistema que comprobadamente, se utiliza en una serie de medicamentos y otros productos naturales líquidos o en material vegetal fresco y de muchos productos vegetales alimenticios y saborizantes.

Es por ello que, surge como punto de partida de la investigación por una parte, el hecho que debido a la falta de información científica - técnica en el país en cuanto a la difusión y aplicación de la liofilización como medio de conservación de alimentos, constituye el principal problema existente. Y por otro lado, la tendencia actual a consumir alimentos naturales como frutas frescas libres de aditivos dejando atrás los productos artificiales es una de las principales exigencias del mundo modernizado con conciencia ecológica, en donde lo natural constituye un producto apetecido, con una fuerte demanda en países con altos índices de crecimiento y poder adquisitivo.

En sus inicios la liofilización estuvo enfocada a la conservación de bacterias, virus u otros microorganismos, pero en la actualidad se utiliza en medicina; en la industria química y en la industria alimentaria se aplica a productos tan variados como la leche, el café, legumbres, champiñones o fruta. En esta industria es donde tiene mayor aplicación, pues ofrece ventajas tan importantes como la conservación y transporte fácil de los productos, la ausencia de temperaturas altas, la inhibición del crecimiento de microorganismos o la recuperación de las propiedades del alimento, al añadirle el volumen de agua que en un principio tenía.

En la actualidad, se están produciendo cambios en el campo de la tecnología de alimentos a escala mundial, ocasionado en gran parte por nuevas tendencias en los patrones de consumo y en la actitud de los consumidores hacia los productos. Hoy, más que nunca, los alimentos naturales han cobrado gran importancia, en la economía de mercado, por cuanto los consumidores de alimentos del mundo moderno están cambiando sus hábitos hacia lo natural, dejando atrás lo sintético, lo químico. Esta coyuntura debe ser aprovechada puesto que favorece aun más la aceptación de los productos no tradicionales en esta región.

El deseo de consumir productos lo más parecidos posible a los alimentos frescos, ha conducido a desarrollar una investigación tecnológica en la cual mediante una deshidratación completa y sin aumento de temperatura se obtenga productos estables, pero que conserven las propiedades de los productos frescos, que sea de larga vida, almacenamiento a temperatura ambiente, fácil manejo durante la producción, una rehidratación instantánea y una excelente microbiología. En la industria procesadora de frutas precisamente estas nuevas demandas no sólo son aplicables, sino que requieren ser satisfechas con efectivos y prácticos elementos innovadores. Por este motivo la investigación está enfocada a liofilizar pulpas de frutas poco explotadas como el níspero que es de bajo costo y presenta una vida útil de dos días después de su recolección debido al pardeamiento enzimático que sufre.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Obtener pulpa de níspero liofilizada, y conservarla durante tres meses a tres temperaturas: refrigeración, medio ambiente y 28⁰ C

Objetivos específicos

1. Evaluar las características físico – químicas del producto liofilizado.
2. Establecer las características organolépticas del liofilizado de níspero.
3. Determinar los rendimientos del producto final en el proceso de rehidratado.
4. Evaluar el efecto de la Temperatura en la conservación.
5. Realizar el balance de materiales.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo

La pulpa de níspero liofilizada conserva las características nutricionales y organolépticas en un periodo de tres meses.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA ESPECIE

2.1.1. Descripción botánica

El níspero es una fruta con un ligero sabor ácido agradable, de color uniforme, textura no muy blanda en cuyo interior se encuentra de dos a cuatro semillas, cubierta por una pulpa carnosa y coloreada. Gonzáles (2005)

Forma: es un pomo de forma ovoide o globosa, de color marrón brillante que pueden llegar a ocupar casi la mitad del volumen del fruto.

Tamaño y peso: tiene tres a cinco centímetros de longitud y un peso que oscila entre los 30 y los 50 g.

Color: la piel es delgada, tersa y delicada, aunque en algunas variedades la cáscara es fuerte y correosa, de color amarillo o anaranjado y se desprende con facilidad al ser estirada desde el pedúnculo.

Sabor: la carne es firme, jugosa, compacta y con un agradable sabor acidulado o dulce.

2.1.2. Características botánicas:

2.1.2.1. Taxonomía

El níspero del Japón, tiene la siguiente clasificación botánica:

División:	Angiosperma
Clase:	Magnoliatae
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Género:	Eriobotrya
Especie:	<i>Eriobotrya japonica</i>

2.1.2.2. Morfología

Tallo: Árbol de cuatro a seis metros, de copa redondeada, tronco grueso que ramifica a muy baja altura, con ramillas gruesas y lanosas.

Hojas: Hojas verdes oscuras largas y grandes, lanceoladas, pilosas, con margen aserrado, que daña frecuentemente a los frutos.

Flores: Blancas y con intenso olor a heliotropo. Se encuentran agrupadas en panículas en número elevado y se encuentran rodeadas por una hoja que forma una especie de penacho (corona) al final del ramo fructífero.

Fruto: Pomo de forma esférica u ovoide, con número variable de semillas, de gran tamaño, que ocupan aproximadamente la mitad del diámetro del fruto.
Terranova (1995)

2.1.3. Variedades

Pueden considerarse dos grupos de cultivares:

- Japonés (menor número de semillas, maduración más temprana, coloración de los frutos más clara, tanto de la piel como de la pulpa). Las variedades más difundidas son: Advance, Champagne, Indostac, Premier, Early Red, Tanaka y Thales.
- Europeo (menor tamaño y poco sabor, aunque la productividad es muy buena). Las variedades más difundidas: Tanaka y Algerie.

2.1.4. Composición Química

Fruto bajo en grasa, el agua es su principal componente, la fructosa y glucosa son las sustancias más abundantes después del agua, que le proporcionan el moderado aporte calórico y su particular sabor dulce.

Su contenido vitamínico es bastante bajo y destaca, aunque en cantidades muy discretas, la provitamina A, vitamina C y tiamina. En cuanto a minerales, el níspero aporta cantidades apreciables de potasio. Destaca por su riqueza en fibra, pectina, así como taninos, sustancias de acción astringente y sustancias aromáticas como los ácidos orgánicos abundantes en su pulpa, que proporcionan un sabor agradable. Mena Martínez (2005)

Cuadro 1. Composición química del Níspero.

Kilocalorías	44	Fósforo	28,0 %
Agua	74,5 %	Magnesio	11,0 %
Proteínas	5 %	Hierro	0,5 %
Grasas	8 %	Cobre	0,2 %
Carbohidratos	10,6 %	Azufre	11,0 %
Fibra	10,0 %	Ceniza	0,9%
Sodio	6,0 mg.	Vitamina B2	0,05 %
Calcio	30,0 %	Vitamina C	2,0 %
Potasio	38%	Vitamina A	14 UI

Fuente: Luck (2000)

2.1.5. Particularidades del cultivo.

2.1.5.1. Plantación

Después de la preparación del terreno se procede a la apertura del hoyo a una profundidad y anchura de un metro, para poder garantizar su desarrollo.

2.1.5.2. Riego

Puede ser cultivado sin riego adicional cuando la lluvia es superior a 1.200 mm anuales. Con menores precipitaciones necesita riegos frecuentes pero poco abundantes, especialmente en floración y engorde del fruto, y después de la recolección. Deben evitarse riegos antes de la cosecha para impedir la dilución del azúcar. Enríquez Villacorte (2006)

2.1.5.3. Abonado

Con aplicación de N-P-K a concentraciones crecientes.

2.1.5.4. Poda

La poda consistirá en eliminar la madera muerta. El momento oportuno para la poda es a principios de septiembre; antes del inicio de la floración, ya que de realizarse puede provocar la caída prematura del fruto.

2.1.5.5. Recolección

Se realiza próxima a la madurez para lograr buen sabor.

2.1.6. Requerimientos edafológicos

El níspero es la primera de las frutas "de hueso" que llega a los mercados, que se encuentra desde abril hasta junio.

Es una especie moderadamente resistente al frío, sobrevive a valores bajo cero, sin embargo a temperaturas menores de 10° C, no existe producción.

El cultivo comercial del níspero requiere un clima cálido, con una temperatura media anual superior a 15° C. Los golpes de sol, las heladas y el viento deprecian el fruto.

2.1.7. Plagas y Enfermedades

2.1.7.1. Plagas

- **Mosca de la fruta** (*Ceratitis capitata*): Atacan al fruto
- **Pájaros**: Consumen el fruto y provocan su pudrición.
- **Polilla**: Especie de mariposilla gris, cuya larva consume el interior de las hojas.

2.1.7.2. Enfermedades

- **Moteado o roña (*Fusicladium eryobotryaea*)**

Esta enfermedad produce numerosos daños (más de un 50% de la cosecha) y tiene una mayor incidencia después de las lluvias, ataca a los frutos en desarrollo. El *Fusicladium eryobotryaea*, afecta el tejido epidérmico produciendo manchas de color pardo que deprecian el aspecto del producto y hacen difícil su comercialización.

2.1.8. Aplicaciones:

El níspero por su bajo contenido de calorías es un fruto “light” y su mejor aplicación es en la piel y constituye el tratamiento de belleza más sabroso y natural. Ofrece un tratamiento tonificante, refrescante e hidratante que limpia el organismo.

El beta-caroteno se transforma en vitamina A en el organismo, esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico, además de tener propiedades antioxidantes. El potasio es un mineral necesario para la transmisión del impulso nervioso y para la actividad muscular.

2.1.9. Propiedades medicinales

Luck (2000) El níspero es un fruto que por su composición química presentan diferentes propiedades medicinales, entre las principales tenemos:

1. Rebaja el nivel de colesterol
2. Ejerce acciones astringentes, reguladoras y tonificantes sobre las mucosas intestinales.
3. Posee efecto diurético y antidiarreico
4. En las enteritis ejerce una acción antiinflamatoria, lo que la adecua para estómagos delicados.
5. Por su alto contenido en potasio y su pobreza en sodio es muy útil en dietas para personas con problemas de peso, dado que además su contenido calórico es bajo.
6. La inclusión del níspero en la dieta de los enfermos con problemas cardiovasculares, es muy aconsejable debido a la composición en pectina y su beneficiosa acción protectora.

2.2. PULPA

La pulpa es producto de una separación de la parte comestible de la cáscara y semilla mediante tamización de frutas sanas, limpias y frescas sin adición de saborizantes, colorantes ni conservantes, de consistencia espesa y sabor agradable.

Es la parte comestible de las frutas obtenido de la separación de la parte comestible carnosa mediante procesos tecnológicos adecuados y se diferencia del jugo por su consistencia: la pulpa es más espesa y se desecha la cáscara, semilla y el bagazo. Terranova (1998)

El procesamiento de frutas hoy en día es un potencial muy promisorio tanto en el ámbito nacional como internacional, razón por la cual los supermercados han dedicado más estantes para la venta de estos productos. Angamarca (1998)

2.2.1. Liofilizado de pulpa de níspero

Para liofilizar el níspero se debe realizar previamente una pulpa y someter a un proceso de congelación, sublimación y secado. El liofilizado presenta un color amarillo cremoso de aspecto agradable, sabor característico y de excelente presentación que conserva todas sus cualidades nutricionales y organolépticas, características que se determinaron mediante un preensayo realizado en los laboratorios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Central del Ecuador.

2.3. PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS.

La conservación de alimentos puede definirse como el conjunto de tratamientos que prolongan la vida útil, manteniendo en el mayor grado posible sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y específicamente valor nutritivo.

La conservación involucra una amplia escala de tiempos de conservación, que pueden ser periodos cortos, dados por métodos domésticos de cocción o almacenaje en frío o periodos prolongados, dados por procesos industriales, estrictamente controlados como: congelación, deshidratación, radiación, liofilización, etc.

El aplicación de procesos industriales inhibe el crecimiento microbiano hasta el punto que el alimento que se elabora es apto para el consumo humano, es imprescindible el uso de envases estériles, considerando que estos procesos no tendrían ninguna validez si su envase no evita la contaminación posterior.

Los microorganismos y los procesos bioquímicos son las causas principales de la alteración de los alimentos, estos últimos son catalizados por un gran número de enzimas. El pH es importante para la estabilidad y conservación a pH bajos no se desarrollan la mayoría de las bacterias, a pH aproximados 4.2 se controlan bien casi todos los microorganismos que producen intoxicaciones alimentarias, pero microorganismos como levaduras y hongos se desarrollan bien a valores de pH inferiores a este.

2.4. LIOFILIZACIÓN

2.4.1. Definición.

Desrosier (1998) Liofilización es un método de conservación de alimentos en el cual se deseca mediante vacío y sublimación que se ha desarrollado con el fin de comercializar en polvo un líquido orgánico, es decir es un proceso de congelación - desecación (freeze-drying).

2.4.2. Descripción del Proceso

La liofilización consiste en sacarle el agua a una sustancia congelada mediante sublimación: se congela una solución acuosa de la sustancia química que deseamos liofilizar y, a esa baja temperatura que impide cambios químicos de deterioro, se le somete a un alto vacío que hace pasar el agua del estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido.

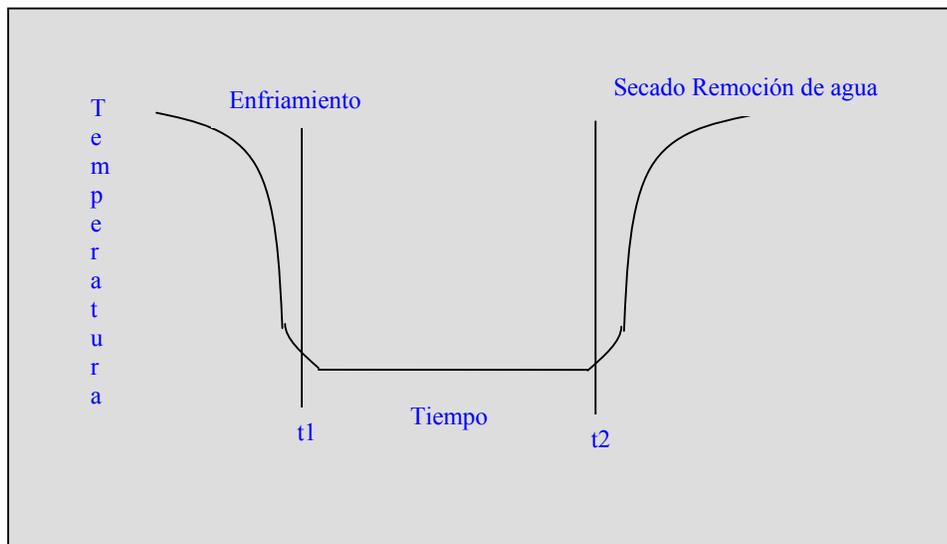


Fig. 1. Pasos del proceso de liofilización.

2.4.3. Desarrollo de la liofilización.

Para realizar la liofilización de debe seguir los siguientes pasos:

1. Congelación a bajas temperaturas, cada producto debe congelarse de manera tal que garantice que sufrirá pocas alteraciones en el proceso posterior de sublimación en donde deben controlarse con precisión tres factores:

- La temperatura en la que ocurre la máxima solidificación
- La velocidad óptima de enfriamiento
- La temperatura mínima de fusión.

2. Secado por sublimación del hielo del producto congelado, generalmente a muy baja presión. El proceso de secado como tal puede ocurrir o no a bajas presiones pero en tales condiciones es mucho más eficiente el proceso. El paso de hielo a vapor requiere gran cantidad de energía debido a que tiene que atravesar capas congeladas (sin granular) o secas (en granulados), generándose un considerable riesgo de fusión del material o quemar la superficie del producto que ya está seco.

3. Almacenamiento del producto seco en condiciones controladas se conserva durante períodos muy largos con reducciones muy bajas de sus características organolépticas y nutricionales.

2.4.3.1. Aspectos bioquímicos de la congelación.

Influencia en el Color

Durante el proceso de congelación no se produce pérdidas importantes de pigmentos, sin embargo se tiene una mayor preocupación por la formación de pigmentos pardos que se deben a reacciones de oxidación enzimática.

Influencia en el Aroma

No existe una alteración significativa, salvo si la operación dura un tiempo prolongado, especialmente las frutas tienden a adquirir aromas desagradables si el ambiente de congelación no es adecuado.

Influencia en los microorganismos.

Los microorganismos se clasifican por sus temperaturas óptimas de crecimiento, la mayoría de microorganismos crecen a temperaturas mayores de 0° C, sin embargo los mohos y levaduras son capaces de crecer a temperaturas más bajas.

Influencia en la proteína

Existe un pequeño cambio en el valor nutritivo, pero puede originarse una desnaturalización si ocurre congelación y descongelación continua.

Influencia en las vitaminas.

El proceso de congelación no es destructor de un nutriente, mientras más baja es la temperatura, es mejor la retención de un nutriente.

2.4.4. Etapas de liofilización

Las tres etapas que se distinguen en la liofilización son:

Etapa 1: Llamada etapa conductiva. Inicialmente, por el calentamiento de la muestra, la velocidad de sublimación crece rápidamente hasta llegar a un máximo. El tiempo para agotar esta fase es relativamente corto. En ella se lleva a cabo la mayor parte de remoción de agua del producto (entre un 75-90 %).

Etapa 2: Primera etapa difusiva. Muestra un descenso importante de la velocidad de sublimación, debido a la formación de una capa porosa de material seco que opone resistencia creciente al flujo de calor y al vapor, a medida que procede el secado.

Etapa 3: Segunda etapa difusiva. La velocidad de sublimación continúa decreciendo de forma que se aproxima a cero. Esto debido a que el calor necesario para retirar el agua ligada es más alto que el calor de sublimación, dependiendo del producto, llega hasta valores de 50° C.

2.4.5. Aplicaciones

La liofilización, debido a su forma de desecado en frío, se utiliza para conservar sin daño los más diversos materiales biológicos y actualmente está enfocada en el área alimenticia, obteniéndose un producto con un largo periodo de conservación, con muy bajo peso, que mantiene todas sus propiedades al rehidratarse.

Hoy en día se liofiliza todo. Así: desde alimentos hasta materiales no vivientes, tales como plasma sanguíneo, suero, soluciones de hormonas, productos farmacéuticos, biológicamente complejos, como vacunas, sueros y antídotos.

Luck Erich (2001)

La liofilización detiene el crecimiento de microorganismos e inhibe el deterioro por reacción química (cambio de color y sabor, ranciedad, pérdida de propiedades fisiológicas, etc.), facilita la distribución y el almacenamiento.

Para el caso de los alimentos, la liofilización tiene otras dos virtudes: el producto tratado no cambia de forma y es fácilmente re-hidratable. Esto es de suma importancia; ya que, además de conservar las cualidades nutricionales, debe conservar su sabor y es de crucial importancia para las plantas medicinales, que deben mantener sus principios activos. Así, cebollas, frutas, ajos, sopas, ciertos cafés importados, productos medicinales (vacunas, antibióticos, etc. se producen por liofilización y tienen la virtud de recuperar en un alto porcentaje su sabor y textura originales mediante rehidratación con líquidos).

2.4.6. Recomendaciones

Si bien es cierto esta técnica mantiene todas las características del producto al rehidratarse y, a diferencia de otras técnicas de conservación, reduce las pérdidas de calidad debidas a deterioro por reacciones químicas, causado por degradación enzimática y no enzimática. Sin embargo, la oxidación de lípidos, inducida por los bajos niveles de humedad a los que llega el producto durante el secado, es un problema a considerar para los productos liofilizados.

Las reacciones de oxidación de lípidos se controlan, empacando los productos liofilizados en recipientes impermeables al oxígeno.

Los productos liofilizados, adecuadamente empacados al vacío, pueden ser guardados por largos periodos de tiempo, manteniendo en buena medida las propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas de sus estados frescos.

2.5. PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El pardeamiento, más que cualquier otra alteración, es el motivo de la muerte comercial de muchos alimentos.

A pesar de que los resultados finales son los mismos, las reacciones que conducen al pardeamiento son extremadamente variadas y complejas. Algunas son catalizadas por enzimas e implican reacciones oxidativas en las que participan compuestos fenólicos.

Los métodos de prevención más comúnmente utilizados se dirigen a la enzima y al oxígeno. Los principales enfoques son: inactivar la enzima (escaldado), crear condiciones poco favorables para la acción enzimática (descenso del pH, reducción de la actividad del agua), minimizar el contacto con el oxígeno. Braverman (2001)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Materiales y Métodos

Los materiales y equipos que se utilizó en el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

3.1.1. Material Experimental

- Pulpa de Níspero

3.1.2. Equipos

- Liofilizador
- Congelador
- Despulpadora
- Fuentes de calor
- Balanza analítica
- Termómetro
- Potenciómetro
- Balanza gramera
- Vasos de Precipitación

3.1.3. Materiales

- Bandejas
- Cuchara de palo
- Envases
- Ollas
- Tamiz
- Cuchillo
- Mesa de trabajo
- Fundas herméticas.

3.1.4. Materiales y Equipo de Oficina

- Material de oficina
- Computador

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Localización.

La investigación fue realizada en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, para el desarrollo de los ensayos fue necesario la utilización de un equipo liofilizador disponible en la mencionada Universidad .

3.2.1.1. Datos climáticos

Cuadro 2. Datos climatológicos de la ciudad de Quito.

Características	Valores
Humedad relativa:	70%
Nubosidad:	6/8
Presión:	0.77 atm.
Altitud:	2.850 msnm
Precipitación:	1.200 mm / año
Temperatura media promedio Anual	17.6 °C

Fuente: Municipio de Quito.

3.2.1.2. Caracterización del Experimento.

Se utilizó pulpa de níspero (1500 g de fruta + 375 ml de agua). Se tomó muestras de 840 g de pulpa, las cuales fueron sometidas al proceso de liofilización, obteniéndose un producto granulado equivalente a 116 g. Se tomaron muestras de 25 g aproximadamente del liofilizado, para cada tratamiento. Luego de tres meses se realizó pruebas de catación de las muestras de pulpa liofilizada, para determinar aquellas que presenten mayor aceptabilidad. Además, se sometió a pruebas físico-químicas y microbiológicas para la determinación de su composición, al inicio y luego de transcurridos tres meses.

3.2.2. Factores en Estudio

Se utilizó dos factores en estudio para la investigación de níspero liofilizado.

Cuadro 3. Descripción de los factores en estudio para elaboración de “liofilizado de níspero”

	Tratamiento térmico
Factor A	A 1: Liofilizado con fruta escaldada
	A 2: Liofilizado con fruta sin escaldar
	Condiciones de almacenamiento
Factor B	B1: Refrigeración (Temperatura = 4 °C)
	B2: Ambiente (Temperatura entre 18-20 °C)
	B3: Temperatura = 28 °C

3.2.2.1.Tratamientos

Los tratamientos, resultado de la combinación de los dos factores en estudio, fueron:

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos según la combinación entre los factores.

TRAT.	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
T1	A1 B1	Pulpa liofilizada escaldada + refrigeración
T2	A1 B2	Pulpa liofilizada escaldada + temperatura ambiente
T3	A1B3	Pulpa liofilizada escaldada + temperatura 28 °C
T4	A2 B1	Pulpa liofilizada sin escaldar + refrigeración
T5	A2 B2	Pulpa liofilizada sin escaldar + temperatura ambiente
T6	A2B3	Pulpa liofilizada sin escaldar + temperatura 28 °C

3.2.3. Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro repeticiones y seis tratamientos, con arreglo factorial A x B, el Factor A Tratamiento Térmico y B Condiciones de almacenamiento.

3.2.4 Características del experimento

Repeticiones	4
Tratamientos	6
Unidades Experimentales	24

3.2.4.1. Características de la Unidad Experimental

La Unidad Experimental estuvo constituida de 25 g de liofilizado de níspero equivalente a 250 g de pulpa rehidratada.

3.2.5 Análisis Estadístico

3.2.5.1 Esquema del Análisis de la Varianza

Cuadro 5. Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Gl
Total	23
Tratamientos	5
Tratamiento Térmico (A)	1
Condiciones de Almacenamiento (B)	2
A x B	2
Error Experimental	18

CV (%)

3.2.6. Análisis Funcional

En realizó la prueba de DMS, cuando se encontró diferencia significativa en Tratamiento Térmico (factor A). Se aplicó Tukey al 5 % cuando se detectó diferencias significativas entre los tratamientos. Duncan para evaluar el Método de Conservación (factor B). Se aplicó la prueba de Freedman para evaluar las características organolépticas: color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad del liofilizado de níspero.

3.2.7 Variables Evaluadas

3.2.7.1. Análisis en el liofilizado de níspero

En el producto terminado que se obtuvo al final del proceso de liofilizado, se realizó los siguientes análisis:

- Acidez titulable
- pH
- Humedad
- Tiempo de conservación (análisis microbiológico)
- Análisis organoléptico
- Análisis nutricional

3.2.7.2. Descripción de las variables cuantitativas

Análisis del liofilizado de níspero al inicio y luego de tres meses de almacenamiento a todos los tratamientos con repeticiones

pH: En un vaso de precipitación se tomó una muestra del liofilizado rehidratado, se sumergió el electrodo del potenciómetro y posteriormente se realizó la lectura, de acuerdo a la norma INEN 389.

Acidez titulable: En un vaso de precipitación se tomó una alícuota de 10 ml de mezcla (25 gramos de pulpa y/o liofilizado disuelto en agua destilada. La mezcla resultante se tituló con una solución de NaOH 0.1N, utilizando como indicador fenolftaleína y se realizó la lectura, según la norma INEN 381.

Humedad: Se determinó en cada muestra por diferencia de pesos, el peso inicial del liofilizado sometido a las diferentes condiciones de almacenamiento y el peso final del liofilizado cuando sale de la estufa: luego, se calculó el porcentaje de agua eliminado durante el proceso, según la norma INEN 386.

Rendimiento: De cada muestra se determinó el peso inicial de la pulpa antes de la liofilización del producto final. Se realizó con el fin de conocer la cantidad del liofilizado de níspero que se obtuvo por cada gramo de pulpa. Esta determinación se efectuó mediante un balance de materiales, según la norma INEN 393.

Se procedió a calcular el rendimiento, en base a la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{Peso final del liofilizado}}{\text{Peso inicial de pulpa}} \times 100$$

Análisis microbiológico: Se realizaron análisis microbiológicos (presencia de mohos, levaduras y recuento total de aerobios) a cada una de las muestras liofilizadas al inicio y al final de los tres meses, para determinar el tiempo de vida útil sin conservantes.

Análisis físico-químico: Al final del periodo de ensayos, se realizó a cada una de las muestras liofilizadas, los análisis de proteína, grasa, fibra, vitamina C, potasio y ceniza.

3.2.7.3 Descripción de las variables cualitativas evaluadas.

Se procedió a evaluar el color, olor, sabor y textura del producto liofilizado de níspero rehidratado, con la finalidad de determinar la aceptación del producto.

Las evaluaciones se realizaron con un panel conformado por diez degustadores. La degustación se realizó una sola vez al término de los tres meses, debido a que el objetivo de la investigación estuvo enfocado a determinar la mejor aceptación en función del Tratamiento Térmico y las Condiciones de almacenamiento, es decir determinar si el liofilizado de níspero escaldado es mejor que el sin escaldar y qué temperatura es la adecuada para una mejor conservación. Es por ello que al inicio todos los tratamientos solo se diferenciaban en el Tratamiento Térmico por lo que no resultaba factible una degustación inicial.

3.3. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.

Recepción de la fruta. Los frutos de níspero para la investigación presentaron las siguientes características: grado óptimo de madurez con una coloración amarillo claro, tamaño de tres a cinco centímetros de largo por dos a tres centímetros de diámetro, de mesocarpio carnoso, de sabor dulce y textura áspera.

Los frutos se recolectaron manualmente, con todo pedúnculo, para evitar el pardeamiento enzimático y facilitar el traslado al lugar del proceso.

Selección. Se eliminó toda fruta con defectos (partida, rotas, magulladas, podridas) para garantizar la calidad.

Lavado y desinfección. La fruta seleccionada se sometió a un lavado con agua potable y con una solución de hipoclorito al 0.05 % para desactivar bacterias que pudieran estar adheridas a la cáscara o superficie del fruto.

Pesado. Se lo realizó para determinar rendimientos y balance de materiales, para lo cual se empleó una balanza gramera.

Escaldado. Se realizó por dos minutos con el fin de ablandar los tejidos y aumentar los rendimientos durante la obtención de pulpa. Este proceso constituyó uno de los factores en estudio, se aplicó en los tratamientos T1, T2 y T3 de la investigación.

Obtención de pulpa:

Despulpado. Se realizó para desmenuzar la fruta, utilizando una despulpadora.

Tamizado. La pulpa obtenida se tamizó para la separación de la semilla y la cáscara de la pulpa, utilizando un colador.

Pesado. Se realizó con la finalidad de determinar rendimientos ya que durante el proceso se presentaron pérdidas por desperdicios.

Almacenado 1. Se almacenó en congelación por el tiempo de un día, en seis vasos liofilizadores de capacidad de 140 g cada uno, para iniciar el proceso de liofilización. Debido a que antes de iniciar el proceso el equipo debe estar calibrado y se corre el riesgo de un pardeamiento enzimático en la pulpa debido a que no se utilizó ningún tipo de antioxidantes.

Etiquetado. Se empleó papel adhesivo con la identificación respectiva, señalando tratamientos, fecha y peso.

Liofilizado. Una vez obtenida la pulpa de níspero congelada se desarrolló el proceso de liofilización (congelación, sublimación y secado). El proceso inicio colocando las muestras inclinadas en el equipo liofilizador con sus respectivos tapones herméticos, inmediatamente se procedió con la regulación de temperatura

y presión del equipo liofilizador así: temperatura de $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 min y vacío con una presión de 133×10^{-3} milibar, una vez que estuvo calibrado el equipo se inició la sublimación, el equipo utilizado dispone de un sistema de refrigeración en donde el gas se condensa y se solidifica, mientras tanto en la parte inferior existe una bomba que absorbe el agua eliminada del proceso.

Se utilizó 860 g de pulpa de los cuales se obtuvo 116 g de liofilizado aproximadamente, por parada; para obtener la cantidad suficiente de muestra para separar por tratamientos y para degustaciones, fue necesario realizar seis paradas, debido a la capacidad del equipo liofilizador que no era un equipo industrial sino más bien de laboratorio.

Empacado. Una vez obtenido el liofilizado, se empacó el liofilizado en fundas herméticas para evitar el contacto con el aire y que se produzca un incremento de humedad en el producto.

Almacenado 2. De acuerdo con el método de conservación planteado en el experimento, las muestras de níspero liofilizado se almacenaron en tres condiciones ambientales: refrigeración, ambiente y $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un periodo de tres meses.

Se almacenaron cuatro muestras por cada tratamiento, de acuerdo con lo diseñado en el experimento, así: los tratamientos T1, T4 se almacenaron en refrigeración; T2, T5 al ambiente y T3, T6 a $28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se analizaron en el producto inicial y final.

4.1. Análisis iniciales en liofilizado de níspero.

Cuadro 6. Composición Química en liofilizado de níspero.

	LIOFILIZADO CON FRUTA ESCALDADA	LIOFILIZADO CON FRUTA SIN ESCALDAR
VALORES DE ACIDEZ	10.65 %	12.33 %
VALORES DE FIBRA	0.89 %	0.85 %
VALORES DE HUMEDAD	5.38 %	6.04 %
VALORES DE PROTEINA	2.48 %	2.52 %
VALORES DE GRASA	0.72 %	0.71 %
VALORES DE CENIZA	3.41 %	3.72 %
VALORES DE pH	3.23	3.26
VALORES DE HIERRO	20.18 mg/kg	14.42 mg/kg
VALORES DE POTASIO	1.87 %(P/P)	1.81 %(P/P)
VALORES DE VITAMINA C	13.69 mg/100 g	26.71 mg/100 g

Al inicio de la fase experimental se realizaron los análisis físico-químicos, tanto en la pulpa liofilizada escaldada, como en la sin escaldar. En esta etapa no intervienen todavía las condiciones de almacenamiento pues el producto obtenido aún no está sometido a las diferentes temperaturas de almacenaje.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FINALES EN LIOFILIZADO DE NÍSPERO LUEGO DE TRES MESES DE ALMACENAMIENTO.

4.2.1. Contenido de Humedad

Este análisis se realizó al liofilizado al cabo de tres meses de iniciada la investigación, los datos obtenidos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 7 Valores finales de humedad en liofilizado de níspero.

REP TRAT	I	II	III	IV	Σ TRAT	\bar{X}
A1B1	5,77	5,71	5,68	5,74	22,90	5,73
A1B2	6,12	6,55	6,46	6,53	25,66	6,42
A1B3	6,55	6,62	6,59	6,57	26,33	6,58
A2B1	6,12	5,98	5,92	6,25	24,27	6,07
A2B2	6,32	6,58	6,15	6,38	25,43	6,36
A2B3	6,48	6,58	6,72	7,02	26,80	6,70

Cuadro 8 Análisis de varianza humedad (final).

F de V	gl	SC	CM	Fc	F.tab. 5%	F.tab. 1%
Total	23	3,0158				
Tratamientos	5	2,5626	0,5125	20,3547 **	2,7729	4,2479
Almacenamiento	2	0,8453	0,4227	16,7859 **	3,5546	6,0129
T Térmico	1	0,1785	0,1785	7,0907 NS	4,4139	8,2854
I (AxB)	2	1,5387	0,7694	30,5555 **	3,5546	6,0129
Error Exp.	18	0,4532	0,0252			

CV= 2.51%

NS = No significativo
 ** = Significativo al 1%
 * = Significativo al 5%

Realizado el análisis de la varianza (Cuadro 8), se encontró que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, almacenamiento e interacciones. Las condiciones de almacenamiento influyen en el porcentaje de humedad al final de la investigación, mientras que los Tratamientos Térmicos no presentaron diferencia significativa.

Al encontrarse diferencias significativas se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Para tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 9 Prueba de Tukey al 5%.

	TRATAMIENTOS	MEDIAS (humedad)	RANGOS
T1	A1B1	5.73	a
T4	A2B3	6.07	a
T5	A2B2	6.36	b
T2	A1B2	6.42	b
T3	A1B3	6.58	b
T6	A2B3	6.70	b

Realizada la prueba de Tukey al 5% se aprecian dos rangos: en el primer rango que corresponde T1 (Pulpa liofilizada, escaldada a refrigeración) y T4 (Pulpa liofilizada, sin escaldar a refrigeración) y el segundo rango de T6, T3, T2 y T5 que corresponden: T6 (Pulpa liofilizada, sin escaldar a temperatura de 28°C), T3 (Pulpa liofilizada escaldada a 28° C), T2 (Pulpa liofilizada escaldada a Temperatura ambiente) y T5 (Pulpa liofilizada, sin escaldar a Temperatura ambiente), son estadísticamente iguales.

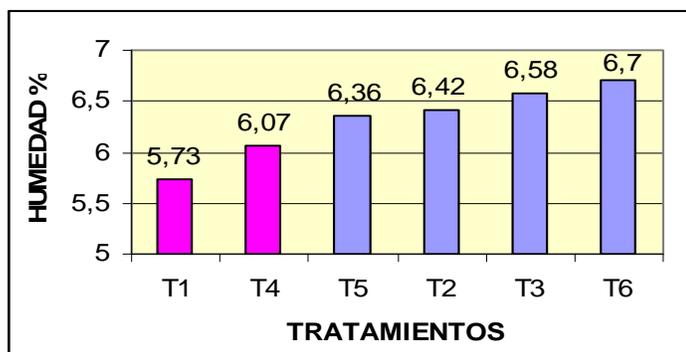


Fig. 2 Valores de humedad encontrados en liofilizado de níspero

La Fig. 2, muestra que el T1 (liofilizado de níspero escaldado en refrigeración) y T4 (liofilizado de níspero sin escaldar en refrigeración), influye mejor en la variable de humedad por tener los valores más bajos.

Para las condiciones de almacenamiento se procedió a realizar la prueba de Duncan al 5%.

Cuadro 10 Prueba de Duncan al 5%

FACTOR	MEDIAS INTERACCIÓN	RANGOS
B1	48.56	A
B2	50.60	B
B3	52.23	C

Realizada la prueba de Duncan al 5% se aprecian tres rangos: B1 (almacenamiento en refrigeración), B2 (almacenamiento a temperatura ambiente) y B3 (almacenamiento a 28 °C).

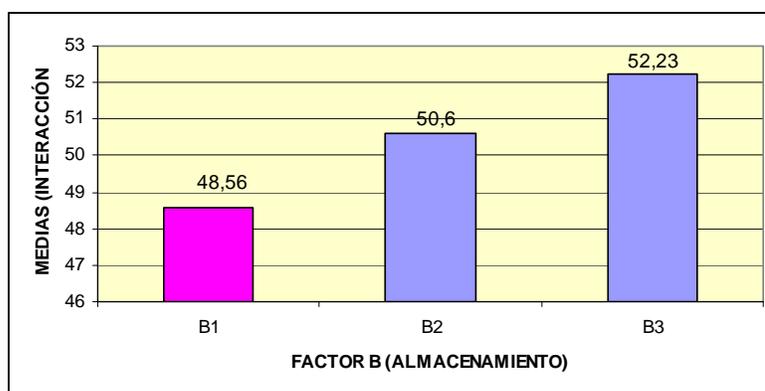


Fig. 3 Factor Almacenamiento en el liofilizado de níspero.

La Fig. 3, muestra que el factor B1 (almacenamiento en refrigeración), influye mejor en la variable de humedad por tener el valor más bajo.

4.2.2. Contenido de pH

Este análisis se realizó al liofilizado al final transcurridos los tres meses de la investigación, los datos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 11 Valores finales de pH del liofilizado de níspero.

REP TRAT.	I	II	III	IV	Σ TRAT	\bar{X}
A1B1	3,63	3,53	3,54	3,56	14,26	3,57
A1B2	3,58	3,46	3,52	3,56	14,12	3,53
A1B3	3,57	3,53	3,56	3,52	14,18	3,55
A2B1	3,44	3,46	3,5	3,47	13,87	3,47
A2B2	3,48	3,49	3,43	3,51	13,91	3,48
A2B3	3,47	3,26	3,42	3,46	13,61	3,40

Cuadro 12 Análisis de varianza pH (final).

F de V	gl	SC	CM	Fc	F.tab. 5%	F.tab. 1%
Total	23	0,1228				
Tratamientos	5	0,0728	0,0146	5,2369 **	2,7729	4,2479
Almacenamiento	2	0,0193	0,0097	3,4738 NS	3,5546	6,0129
T. Térmico	1	0,0234	0,0234	8,4333 **	4,4139	8,2854
I (AxB)	2	0,0300	0,0150	5,4018 *	3,5546	6,0129
Error Exp.	18	0,050025	0,0028			

CV= 1.50%

NS = No significativo
 ** = Significativo al 1%
 * = Significativo al 5%

Realizado el análisis de la varianza (Cuadro 12), se encontró que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, tratamiento térmico; al 5% la interacción; y el factor almacenamiento no presentó significación.

Para las fuentes de variación que tienen diferencias significativas se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Para tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 13 Prueba de Tukey al 5%.

	TRATAMIENTOS	MEDIAS (pH)	RANGOS
T1	A1B1	3.57	a
T3	A1B3	3.55	a
T2	A1B2	3.53	b
T5	A2B2	3.48	b
T4	A2B1	3.47	b
T6	A2B3	3.40	b

Realizada la prueba de Tukey al 5% se aprecian dos rangos: en el primer rango T1 (Pulpa liofilizada escaldada a refrigeración y T3 (Pulpa liofilizada escaldada a T 28°C) y en el segundo rango que corresponde a T2, T5, T4 y T6 que son T2 (Pulpa liofilizada escaldada a T ambiente), T5 (Pulpa liofilizada sin escaldar a T ambiente), T4 (Pulpa liofilizada sin escaldar a refrigeración) y T6 (Pulpa liofilizada sin escaldar a temperatura de 28°C) que son estadísticamente iguales.

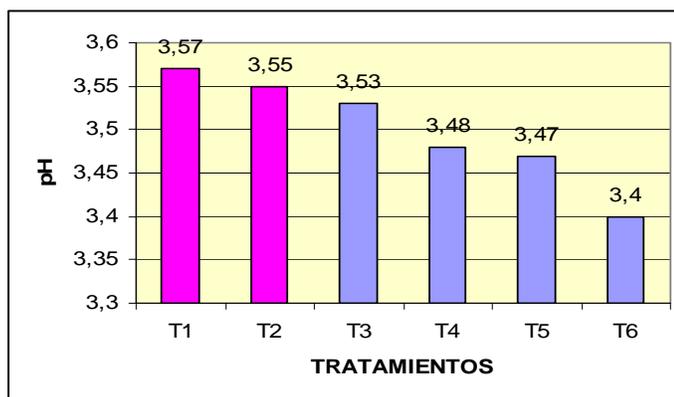


Fig. 4 Valores de pH encontrados en liofilizado de níspero

La Fig. 4, muestra que el T1 (liofilizado de níspero, escaldado en refrigeración) y T3 (liofilizado de níspero, escaldado a 28°C), influye mejor en la variable de pH por tener los valores más altos.

Para el factor Tratamiento Térmico se procedió a realizar la prueba de DMS al 5%.

Cuadro 14 Prueba de DMS.

TRATAMIENTOS	MEDIAS DE INTERACCIÓN	RANGOS
A1	42.35	a
A2	41.60	b

Realizada la prueba de DMS al 5% se aprecian dos rangos: A1 (Liofilizado con fruta escaldada) y A2 (Liofilizado con fruta sin escaldar)

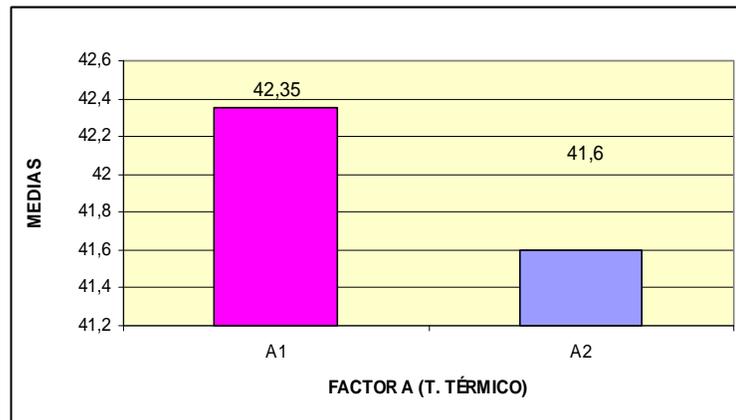


Fig. 5 Tratamiento Térmico en liofilizado de níspero

En la fig. 5, muestra que el Tratamiento Térmico del Liofilizado con fruta escaldada, influye mejor en la variable de pH por tener el valor más alto.

4.2.3. Contenido de Acidez

Este análisis se realizó al liofilizado al final de la investigación, los datos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 15 Valores finales de Acidez titulable en el liofilizado de níspero.

REP TRAT.	I	II	III	IV	Σ TRAT	\bar{X}
A1B1	10,65	10,89	10,72	10,62	42,88	10,72
A1B2	10,85	10,96	10,78	10,72	43,31	10,83
A1B3	10,69	10,96	10,75	10,64	43,04	10,76
A2B1	11,75	11,76	10,98	11,98	46,47	11,62
A2B2	12,33	11,26	12,68	11,82	48,09	12,02
A2B3	11,86	11,86	11,68	11,75	47,15	11,79

Cuadro 16 Análisis de varianza acidez (final).

F de V	gl	SC	CM	Fc	F.tab. 5%	F.tab. 1%
Total	23	8,7276				
Tratamientos	5	6,8441	1,3688	13,0813 **	2,7729	4,2479
Almacenamiento	2	0,3553	0,3553	3,3952 ^{NS}	3,5546	6,0129
T Térmico	1	5,2399	2,6200	25,0381 **	4,4139	8,2854
I (AxB)	2	1,2489	0,6245	5,9677 ^{NS}	3,5546	6,0129
Error Exp.	18	1,8835	0,1046			

CV= 2.8653 %

NS = No significativo
 ** = Significativo al 1%
 * = Significativo al 5%

Realizado el análisis de la varianza (Cuadro 16), se encontró que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, el Factor A Tratamiento térmico; al 1% las interacciones. No hay significación para condiciones de almacenamiento.

Las fuentes de variación que tienen diferencias significativas se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Para tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 17 Prueba de Tukey al 5%.

	TRATAMIENTOS	MEDIAS (acidez)	RANGOS
T1	A1B1	10.72	a
T3	A1B3	10.76	a
T2	A1B2	10.83	a
T4	A2B1	11.62	b
T6	A2B3	11.79	b
T5	A2B2	12.02	b

Realizada la prueba de Tukey al 5% se aprecian dos rangos: en el primer rango T1, T3, T2 que corresponden a: T1 (Pulpa liofilizada escaldada a refrigeración), T3 (Pulpa liofilizada escaldada a Temperatura ambiente) y T2 (Pulpa liofilizada escaldada a 28°C), que son estadísticamente iguales y en el segundo rango se encuentran T4, T6 y T5 que corresponde a T4 (Pulpa liofilizada sin escaldar a refrigeración) y T6 (Pulpa liofilizada sin escaldar a 28° C) y T5 (Pulpa liofilizada sin escaldar a Temperatura ambiente).

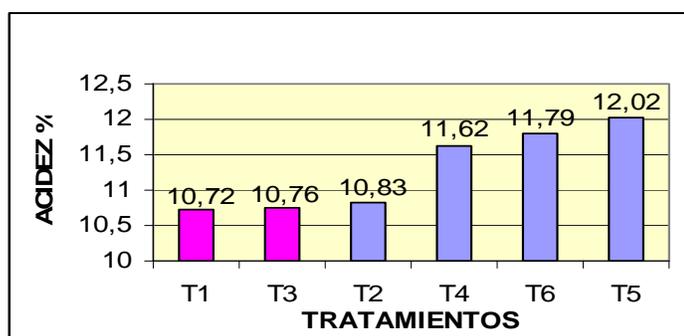


Fig. 6 Valores de acidez encontrados en liofilizado de níspero

La Fig. 6 , muestra que el T1 (liofilizado de níspero escaldado en refrigeración), T3 (liofilizado de níspero escaldado y conservado a 28° C) y T2 (liofilizado de nísperos conservado a temperatura ambiente), influye mejor en la variable de acidez por tener los valores más bajos.

Para el factor Tratamiento Térmico se procedió a realizar la prueba de DMS al 5%.

Cuadro 18 Prueba de DMS.

FACTOR	MEDIAS DE INTERACCIÓN	RANGOS
A1	134.01	a
A2	136.93	b

Realizada la prueba de DMS al 5% se determinó 2 rangos que corresponden a A1: (Liofilizado con fruta escaldada) y A2 ((Liofilizado con fruta sin escaldar).

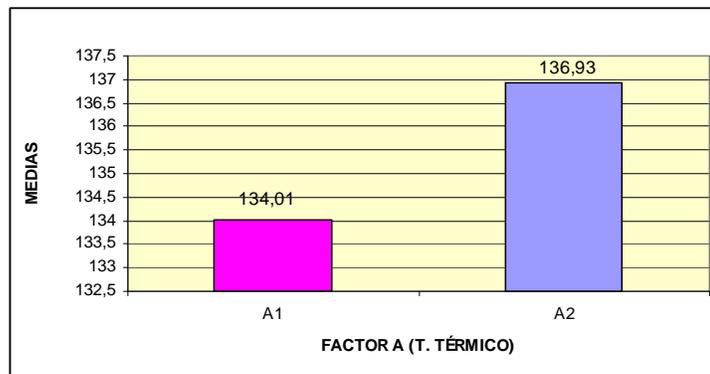


Fig. 7 Tratamiento Térmico en liofilizado de níspero

La Fig. 7, muestra que el factor Tratamiento Térmico en el Liofilizado con fruta escaldada, influye mejor en la variable de acidez por tener el valor más bajo.

4.2.4. Contenido de Ceniza

Este análisis se realizó al liofilizado al final de tres meses de la investigación, los datos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 19 Valores finales de Ceniza en el liofilizado de níspero.

REP TRAT.	I	II	III	IV	Σ TRAT	\bar{X}
A1B1	3,52	3,59	3,48	3,50	14,09	3,52
A1B2	3,52	3,48	3,54	3,46	14,00	3,50
A1B3	3,38	3,46	3,48	3,52	13,84	3,46
A2B1	3,56	3,52	3,68	3,60	14,36	3,59
A2B2	3,36	3,48	3,52	3,45	13,81	3,45
A2B3	3,40	3,48	3,52	3,58	13,98	3,50

Cuadro 20 Análisis de varianza Ceniza (final).

F de V	gl	SC	CM	Fc	F.tab. 5%	F.tab. 1%
Total	23	0,1159				
Tratamientos	5	0,0497	0,0099	2,6998 ^{NS}	2,7729	4,2479
Almacenamiento	2	0,0113	0,0056	1,5294 ^{NS}	3,5546	6,0129
T. Térmico	1	0,0150	0,0150	4,0755 ^{NS}	4,4139	8,2854
I (AxB)	2	0,0234	0,0117	3,1823 ^{NS}	3,5546	6,0129
Error Exp.	18	0,0663	0,0037			

CV= 1,73%

NS = No significativo
 ** = Significativo al 1%
 * = Significativo al 5%

Realizado el análisis de la varianza (Cuadro20), se encontró que no existe diferencia significativa en el factor Ay B, tratamientos e interacciones, por lo que no influyen en el porcentaje de ceniza al final de la investigación.

El coeficiente de variación fue 1.73%

4.2.5. Contenido de Fibra

Este análisis se realizó al liofilizado al final de tres meses de la investigación, los datos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 21 Valores finales de Fibra en el liofilizado de nispero.

REP TRAT.	I	II	III	IV	Σ TRAT	\bar{X}
A1B1	0,86	0,85	0,85	0,88	3,44	0,86
A1B2	0,85	0,86	0,86	0,84	3,41	0,85
A1B3	0,85	0,87	0,88	0,88	3,48	0,87
A2B1	0,87	0,86	0,87	0,87	3,47	0,87
A2B2	0,86	0,85	0,88	0,86	3,45	0,86
A2B3	0,86	0,87	0,87	0,86	3,46	0,86

Cuadro 22 Análisis de varianza Fibra (final).

F de V	gl	SC	CM	Fc	F.tab. 5%	F.tab. 1%
Total	23	0,0029				
Tratamientos	5	0,0008	0,0002	1,3059 ^{NS}	2,7729	4,2479
Almacenamiento	2	0,0006	0,0003	2,6824 ^{NS}	3,5546	6,0129
T. Térmico	1	0,0000	0,0000	0,3176 ^{NS}	4,4139	8,2854
I (AxB)	2	0,0001	0,0001	0,4235 ^{NS}	3,5546	6,0129
Error Exp.	18	0,0021	0,0001			

CV= 1.25 %

NS = No significativo
 ** = Significativo al 1%
 * = Significativo al 5%

Realizado el análisis de la varianza (Cuadro 22), se encontró que no existe diferencia significativa entre tratamientos, factores e interacciones es decir que el tratamiento térmico como las condiciones de almacenamiento no influyen en el porcentaje de fibra al final de la investigación.

4.2.6. Contenido de Proteína

Este análisis se realizó al liofilizado al final de tres meses de la investigación, los datos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 23 Valores finales de Proteína en el liofilizado de níspero.

REP TRAT.	I	II	III	IV	Σ TRAT	\bar{X}
A1B1	2,52	2,53	2,52	2,54	10,11	2,53
A1B2	2,48	2,5	2,45	2,52	9,95	2,49
A1B3	2,43	2,48	2,47	2,45	9,83	2,46
A2B1	2,44	2,55	2,46	2,5	9,95	2,49
A2B2	2,47	2,45	2,52	2,48	9,92	2,48
A2B3	2,48	2,46	2,50	2,48	9,92	2,48

Cuadro 24 Análisis de varianza Proteína (final).

F de V	gl	SC	CM	Fc	F.tab. 5%	F.tab. 1%
Total	23	0,0253				
Tratamientos	5	0,0104	0,0021	2,5208 ^{NS}	2,7729	4,2479
Almacenamiento	2	0,0054	0,0027	3,2819 ^{NS}	3,5546	6,0129
T. Térmico	1	0,0001	0,0001	0,0805 ^{NS}	4,4139	8,2854
I (AxB)	2	0,0049	0,0025	2,9799 ^{NS}	3,5546	6,0129
Error Exp.	18	0,0149	0,0008			

CV= 1.15 %

NS = No significativo
 ** = Significativo al 1%
 * = Significativo al 5%

Realizado el análisis de la varianza (Cuadro 24), se encontró que no existe diferencia significativa entre tratamientos, es decir que entre el factor A y B no existe interacción alguna al final de la investigación. El coeficiente de variación fue 1.15 %

4.2.7. Contenido de Grasa

Este análisis se realizó al liofilizado al final de tres meses de la investigación, los datos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 25 Valores finales de Grasa en el liofilizado de níspero.

REP TRAT.	I	II	III	IV	Σ TRAT	\bar{X}
A1B1	0,72	0,68	0,76	0,70	2,86	0,72
A1B2	0,76	0,72	0,74	0,68	2,90	0,73
A1B3	0,68	0,76	0,71	0,66	2,81	0,70
A2B1	0,66	0,72	0,68	0,76	2,82	0,71
A2B2	0,74	0,74	0,69	0,72	2,89	0,72
A2B3	0,70	0,68	0,65	0,72	2,75	0,69

Cuadro 26 Análisis de varianza Grasa (final).

F de V	gl	SC	CM	Fc	F.tab. 5%	F.tab. 1%
Total	23	0,0269				
Tratamientos	5	0,0040	0,0008	0,6236 ^{NS}	2,7729	4,2479
Almacenamiento	2	0,0013	0,0007	0,5136 ^{NS}	3,5546	6,0129
T. Térmico	1	0,0003	0,0003	0,2650 ^{NS}	4,4139	8,2854
I (AxB)	2	0,0023	0,0012	0,9128 ^{NS}	3,5546	6,0129
Error Exp.	18	0,0229	0,0013			

CV= 5.02%

NS = No significativo
 ** = Significativo al 1%
 * = Significativo al 5%

Realizado el análisis de la varianza (Cuadro 26), se encontró que no existe diferencia significativa entre tratamientos, factores e interacciones es decir que los métodos de conservación y condiciones de almacenamiento no influyen en el porcentaje de grasa al final de la investigación.

4.3 VARIABLES NO PARAMÉTRICAS

4.3.1 Evaluación organoléptica

Para evaluar los datos obtenidos en el análisis organoléptico se realizó en el producto final conservado a tres temperaturas luego de tres meses.

Previo a la degustación se realizó la hidratación del liofilizado; se adicionó agua en función del peso (15:5), obteniéndose una pulpa de características similares a una pulpa sin liofilizar.

Para la evaluación organoléptica se realizó un test de degustación en el cual se valoró con un número para cada ítem según su importancia, estableciéndose una calificación de 1 a 4 puntos se contó con la colaboración de 10 personas, a los que previamente se explicó cómo se debe realizar el análisis para de esta manera obtener resultados confiables; la variable a evaluarse fue la aceptabilidad.

Las características organolépticas evaluadas fueron: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Los resultados se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Freedman

Los valores registrados se evaluaron con la siguiente fórmula:

$$X^2 = \frac{12}{R \times T(T + 1)} \sum r_j^2 - 3R(T + 1)$$

Donde:

R = número de degustadores

T = tratamientos

$\sum r_j^2$ = sumatoria de los rangos al cuadrado

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.4.1 Propiedades organolépticas del liofilizado de níspero.

4.4.1.1 Color

Con la finalidad de evaluar la calidad del producto final liofilizado de níspero (Cuadro 27), con los datos proporcionados por los degustadores en el análisis organoléptico, se realizó la prueba de Freedman, en este caso con respecto al color, cuyo valor fue: $X^2_c = 15.14^{**}$, observándose claramente que existe diferencia significativa entre las muestras del liofilizado de níspero. Siendo T1 (liofilizado de níspero escaldado almacenando a refrigeración) el mejor tratamiento en cuanto a color.

Cuadro 27 Rango de puntajes otorgados por los degustadores (color).

MUESTRAS DEGUSTADORES	TRATAMIENTOS						Σ
	46 T4	15 T1	33 T5	22 T2	28 T3	16 T6	
1	3	5,5	1	3	5,5	3	21
2	3,5	6	1,5	3,5	5	1,5	21
3	2,5	1	5	2,5	5	5	21
4	4	6	1,5	4	1,5	4	21
5	4	6	4	4	1,5	1,5	21
6	3	5,5	1	3	5,5	3	21
7	1	3,5	6	3,5	3,5	3,5	21
8	4	6	1,5	4	4	1,5	21
9	3,5	5,5	1	3,5	5,5	2	21
10	5,5	3,5	1	2	5,5	3,5	21
11	3	5,5	1	3	5,5	3	21
Σx	37	54	24,5	36	48	31,5	231
$(\Sigma x)^2$	1369,00	2916,00	600,25	1296,00	2304,00	992,25	9477,50
X	3,36	4,91	2,23	3,27	4,36	2,86	

En el Cuadro 27, se da a conocer las puntuaciones otorgadas por los degustadores en cuanto a la característica organoléptica del color, para todas las muestras del liofilizado de níspero.

4.4.1.2 Olor

Con la finalidad de evaluar la calidad del producto final liofilizado de níspero, con los datos (Cuadro 28), proporcionados por los degustadores en el análisis organoléptico, se realizó la prueba de Freedman, en este caso con respecto al olor, cuyo valor fue: $X^2c = 8.42^{ns}$, observándose claramente que no existe diferencia significativa alguna entre las muestras.

Cuadro 28 Rango de puntajes otorgados por los degustadores.

MUESTRAS	TRATAMIENTOS						Σ
	46 T4	15 T1	33 T5	22 T2	28 T3	16 T6	
1	5,5	5,5	3	3	3	1	21
2	1	3,5	3,5	3,5	6	3,5	21
3	2,5	2,5	2,5	5,5	5,5	2,5	21
4	5,5	5,5	2,5	2,5	2,5	2,5	21
5	3,2	5	3,2	3,2	3,2	3,2	21
6	4,5	4,5	1,5	4,5	4,5	1,5	21
7	6	1,5	4	4	4	1,5	21
8	3,5	3,5	3,5	1	6	3,5	21
9	5,5	5,5	2	4	2	2	21
10	3	6	3	3	3	3	21
11	3	6	3	3	3	3	21
Σx	43,20	49,00	31,70	37,20	42,70	27,20	231
$(\Sigma x)^2$	1866,24	2401,00	1004,89	1383,84	1823,29	739,84	9219,10
X	3,93	4,45	2,88	3,38	3,88	2,47	

En el Cuadro 28, se da a conocer las puntuaciones otorgadas por los degustadores en cuanto a la característica organoléptica del olor, para todas las muestras del liofilizado de níspero.

4.4.1.3 Sabor

Con la finalidad de evaluar la calidad del producto final liofilizado de níspero con los datos (Cuadro 29), proporcionados por los degustadores en el análisis organoléptico, se realizó la prueba de Freedman, en este caso con respecto al sabor, cuyo valor fue: $X^2c = 7.21^{NS}$, observándose claramente que no existe diferencia significativa alguna entre las muestras del liofilizado de níspero.

Cuadro 29 Rango de puntajes otorgados por los degustadores.

MUESTRAS DEGUSTADORES	TRATAMIENTOS						Σ
	46 T4	15 T1	33 T5	22 T2	28 T3	16 T6	
1	3	3	5,5	3	5,5	1	21
2	2	5,5	2	2	5,5	4	21
3	3,5	1,5	5,5	1,5	3,5	5,5	21
4	2,5	5,5	2,5	2,5	2,5	5,5	21
5	4,5	4,5	4,5	4,5	1,5	1,5	21
6	1,5	4	4	4	6	1,5	21
7	4	1,5	6	4	1,5	4	21
8	2	5	2	5	5	2	21
9	2,5	6	5	2,5	2,5	2,5	21
10	3,5	5	3,5	1,5	6	1,5	21
11	3	5,5	3	3	5,5	1	21
Σx	32,00	47,00	43,50	33,50	45,00	30,00	231
(Σx) ²	1024,00	2209,00	1892,25	1122,25	2025,00	900,00	9172,50
X	2,91	4,27	3,95	3,05	4,09	2,73	

En el Cuadro 29, se da a conocer las puntuaciones otorgadas por los degustadores en cuanto a la característica organoléptica del sabor, para todas las muestras del liofilizado de níspero.

4.4.1.4 Textura

Con la finalidad de evaluar la calidad del producto final liofilizado de níspero, con los datos (Cuadro 30), proporcionados por los degustadores en el análisis organoléptico, se realizó la prueba de Freedman, en este caso con respecto a la textura, cuyo valor fue: $X^2_c = 22.97^{**}$, observándose claramente que existe diferencia altamente significativa entre las muestras del liofilizado de níspero. Siendo T1 (liofilizado de níspero escaldado almacenando a refrigeración) el que presentó mejor textura.

Cuadro 30 Rango de puntajes otorgados por los degustadores.

MUESTRAS DEGUSTADORES	TRATAMIENTOS						Σ
	46 T4	15 T1	33 T5	22 T2	28 T3	16 T6	
1	4	6	1,5	4	4	1,5	21
2	3,5	6	1	3,5	3,5	3,5	21
3	2	2	5	2	5	5	21
4	5	6	1	3	3	3	21
5	4	6	1	2	4	4	21
6	3,5	6	1	3,5	3,5	3,5	21
7	4	6	4	1,5	1,5	4	21
8	2	5,5	1	3,5	5,5	3,5	21
9	4	6	1	4	4	2	21
10	3,5	6	1	3,5	3,5	3,5	21
11	3	6	3	3	3	3	21
Σx	38,50	61,50	20,50	33,50	40,50	36,50	231
$(\Sigma x)^2$	1482,25	3782,25	420,25	1122,25	1640,25	1332,25	9779,50
X	3,50	5,59	1,86	3,05	3,68	3,32	

En el Cuadro 30, se da a conocer las puntuaciones otorgadas por los degustadores en cuanto a la característica organoléptica de la textura, para todas las muestras del liofilizado de níspero.

4.4.1.5 Aceptabilidad

Con la finalidad de evaluar la calidad del producto final liofilizado de níspero con los datos (Cuadro 31), proporcionados por los degustadores en el análisis organoléptico, se realizó la prueba de Freedman, en este caso con respecto a la aceptabilidad, cuyo valor fue: $X^2_c = 13,79^{**}$, observándose claramente que existe diferencia altamente significativa entre las muestras del liofilizado de níspero.

Cuadro 31 Rango de puntajes otorgados por los degustadores.

MUESTRAS DEGUSTADORES	TRATAMIENTOS						Σ
	46 T4	15 T1	33 T5	22 T2	28 T3	16 T6	
1	2	5	5	2	5	2	21
2	3,5	6	3,5	3,5	3,5	1	21
3	5	2	5	2	5	2	21
4	3	3	3	3	3	6	21
5	4,5	4,5	4,5	4,5	1,5	1,5	21
6	2	5	5	5	2	2	21
7	6	4,5	4,5	2,5	1	2,5	21
8	4	6	1,5	4	4	1,5	21
9	4,5	6	4,5	2	2	2	21
10	4	6	4	1,5	4	1,5	21
11	5,5	5,5	2,5	2,5	2,5	2,5	21
Σx	44,00	53,50	43,00	32,50	33,50	24,50	231
(Σx) ²	1936,00	2862,25	1849,00	1056,25	1122,25	600,25	9426,00
X	4,00	4,86	3,91	2,95	3,05	2,23	

En el Cuadro 31, se muestra las puntuaciones otorgadas por los degustadores en lo que respecta a la aceptación que tienen los tratamientos del liofilizado de níspero.

Por lo que puede diferenciar claramente que el tratamiento con mayor aceptación es T1 (Liofilizado Escaldado en Refrigeración), seguido por el T4 (Liofilizado sin Escaldar en Refrigeración).

4.4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El seguimiento del análisis microbiológico se realizó en los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador de la ciudad de Quito.

Se realizó recuento estándar en placa, recuento de mohos y recuento de levaduras a los seis tratamientos, al inicio y luego de tres meses, obteniéndose los siguientes reportes presentados en el Cuadro 32.

Cuadro 32 Control Microbiológico inicial.

Factor A (Tratamiento Térmico)	Recuento total de bacterias ufc/g	Recuento de mohos ufc/g	Recuento de levaduras ufc/g	Recuento de Coliformes Totales NMP/g
A1 (Escaldado)	<10	30	7.2×10^2	<3
A2 (Sin escaldar)	<10	<10	30	<3

ufc/g : Unidades formadoras de colonia por gramo

NMP/g: Número mas probable de coliformes por gramo

Cuadro 33 Control Microbiológico Final

	Recuento total de bacterias ufc/g	Recuento de mohos ufc/g	Recuento de levaduras ufc/g	Recuento de Coniformes Totales NMP/g
T1	<10	10	1.2×10^3	<3
T2	<10	30	3.2×10^3	<3
T3	<10	30	6.3×10^3	<3
T4	<10	<10	6.4×10^3	<3
T5	10	<10	10	<3
T6	10	<10	<10	<3

ufc/g : Unidades formadoras de colonia por gramo

NMP/g: Número más probable de coliformes por gramo

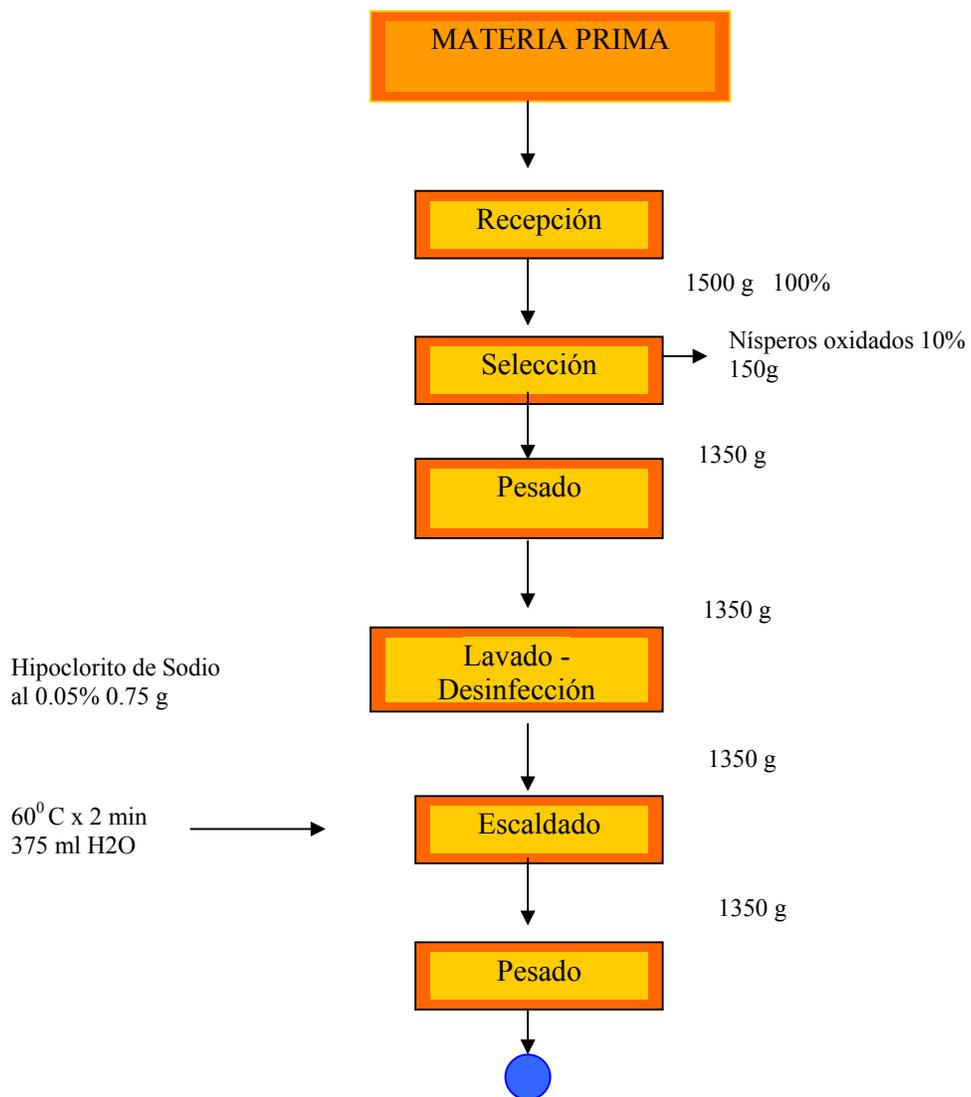
Al realizar los análisis microbiológicos se observó que el producto liofilizado luego de los tres meses tuvo un incremento de bacterias, mohos y levaduras, pero no fueron representativos. En recuento total de bacterias los tratamientos que fueron sometidos a temperaturas altas presentaron incremento (T5 liofilizado de níspero sin escaldar almacenado a temperatura ambiente y T6 liofilizado de níspero sin escaldar almacenado a 28° C), en recuento de mohos no existieron cambios y en levaduras hubo un crecimiento moderado. En recuento de coliformes totales no existió cambios en ningún tratamiento por lo que lo que el producto liofilizado fue apto para el consumo humano.

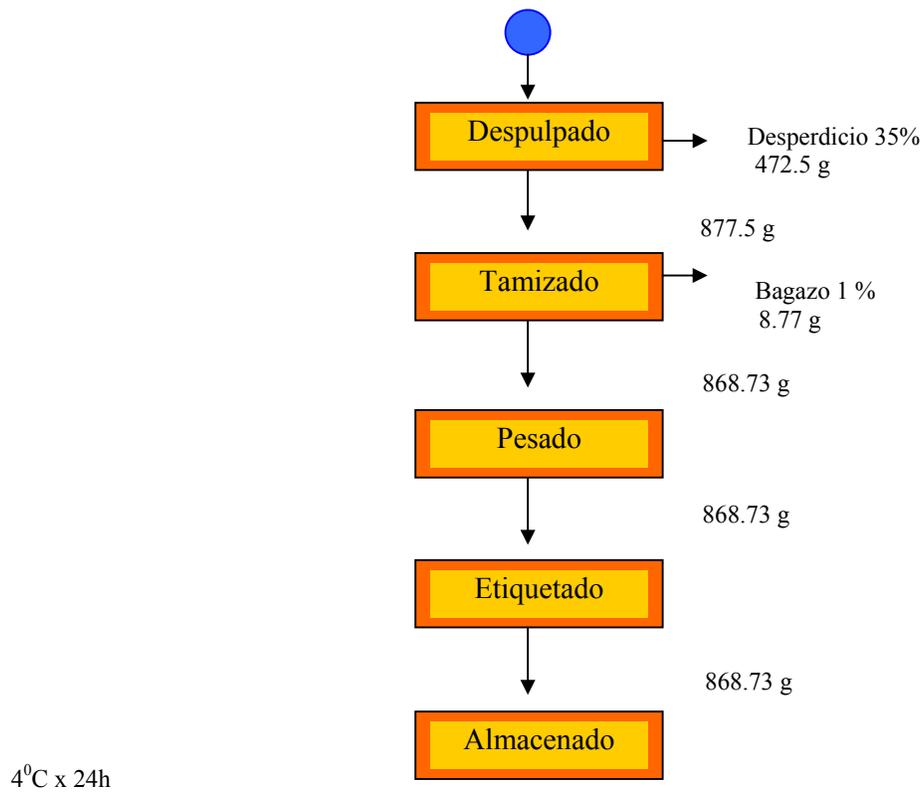
CAPÍTULO V

BALANCE DE MATERIALES Y ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Balance de materiales para la elaboración de pulpa de níspero

DIAGRAMA DE FLUJO (PULPA DE NÍSPERO ESCALDADA)





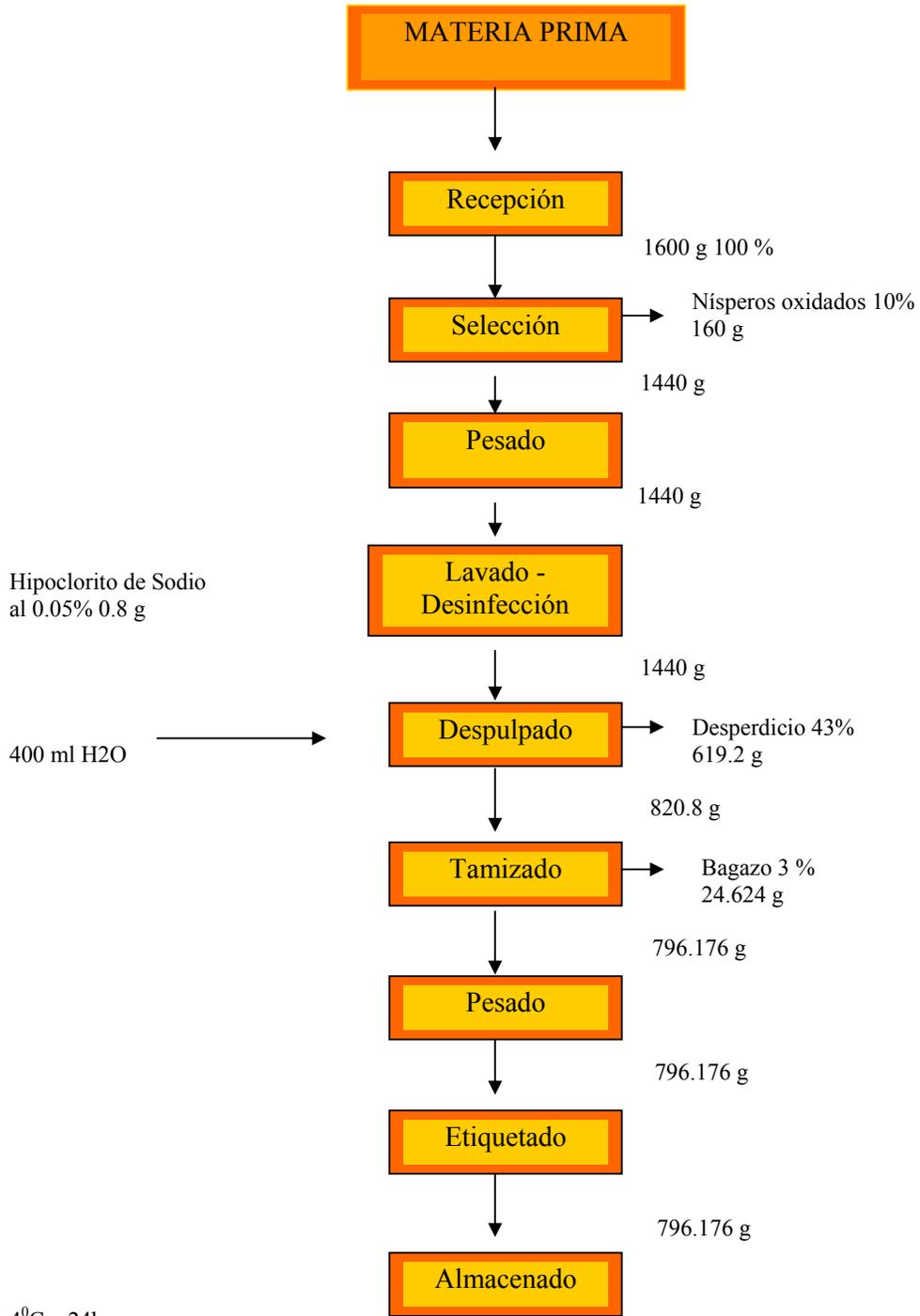
$$R = \frac{\text{Peso final de pulpa de níspero}}{\text{Peso inicial de níspero que entra al proceso}} \times 100$$

$$R = \frac{868.73 \text{ g}}{1500 \text{ g}} \times 100$$

$$R = 57.91\%$$

5.2 Balance de materiales para la elaboración de pulpa de níspero

DIAGRAMA DE FLUJO (PULPA DE NÍSPERO SIN ESCALDAR)

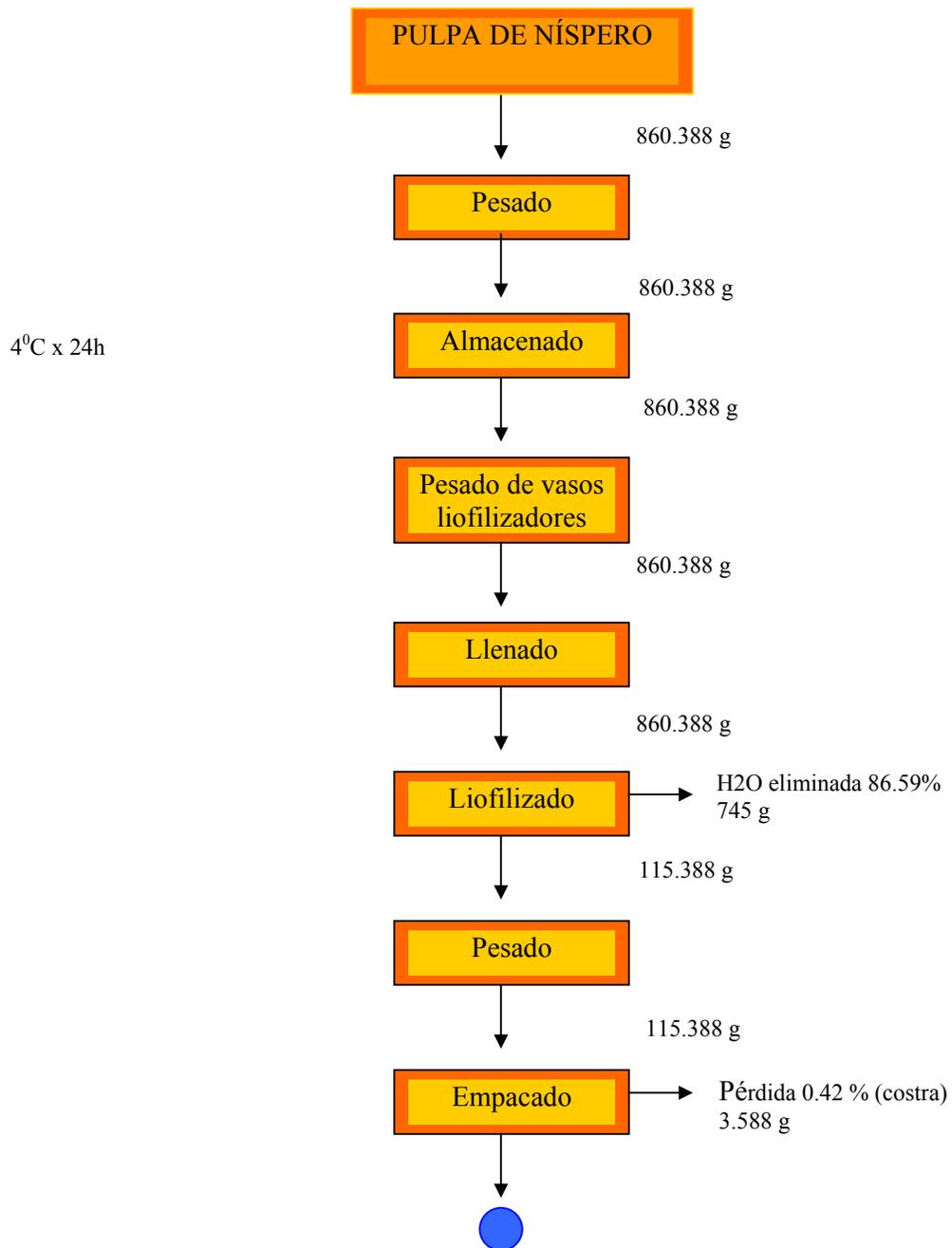


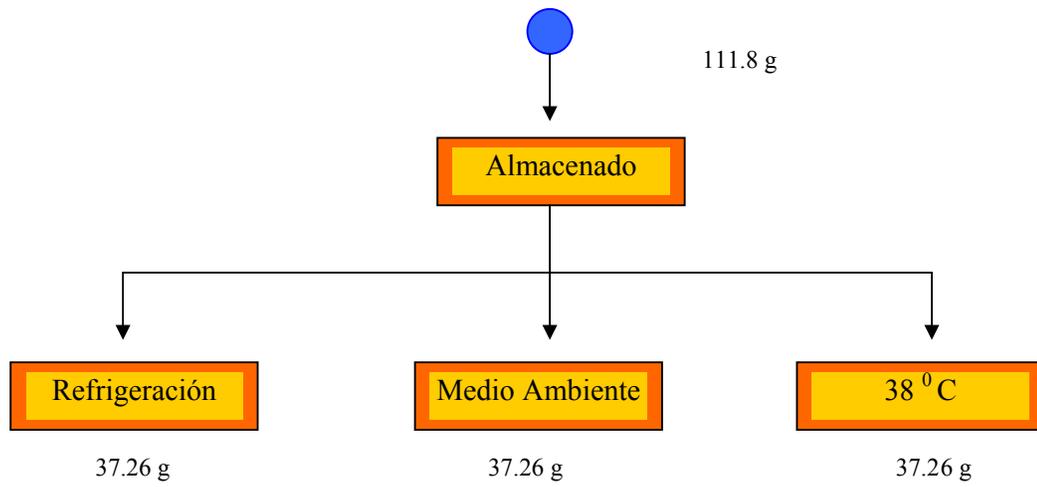
4°C x 24h

R = 48.07 %

5.3 Balance de materiales para la elaboración de liofilizado de níspero

DIAGRAMA DE FLUJO (LIOFILIZADO DE NÍSPERO ESCALDADO)

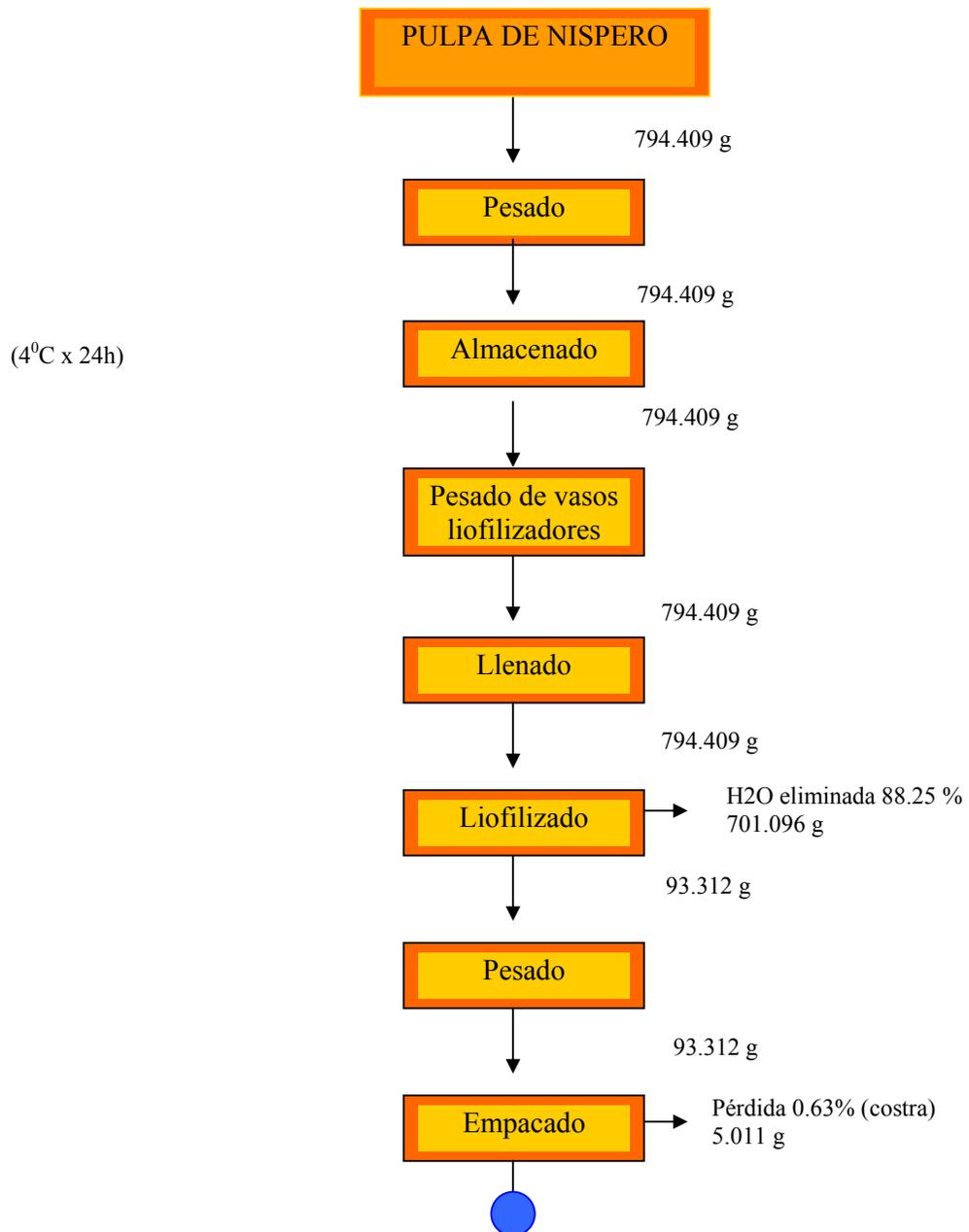


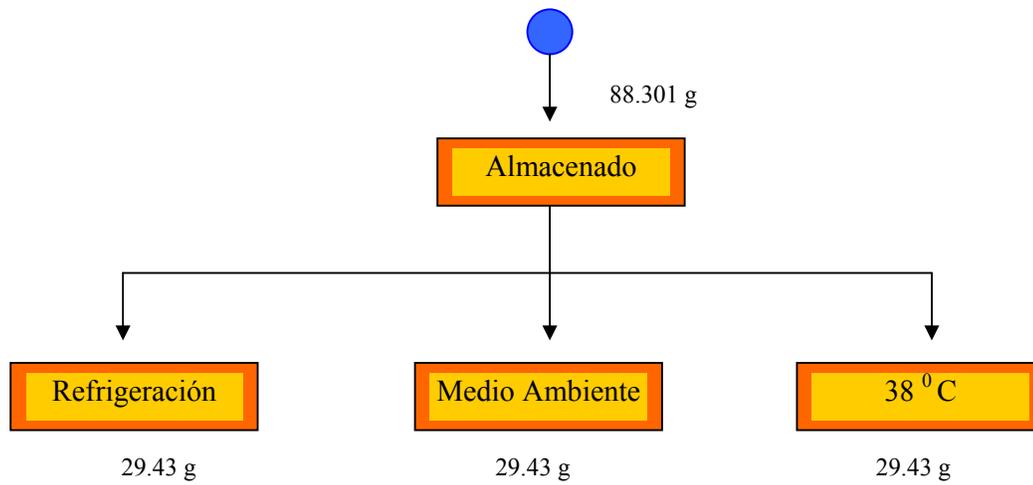


R = 12.94 %

5.4. Balance de materiales para la elaboración de liofilizado de níspero.

DIAGRAMA DE FLUJO (LIOFILIZADO DE NÍSPERO SIN ESCALDAR)





R = 11.11 %

5.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

El níspero es un fruto poco conocido a nivel comercial, la producción en el país no esta suficientemente explotada, debido a que su consumo es poco tradicional generalmente no esta a la venta y no existe aprovechamiento industrial.

Es así que para la obtención de la fruta se recolectó por toda la zona de Imbabura en donde existen varios árboles de níspero de muy buenas condiciones.

5.5.1. Costos de producción para la obtención de 90 - 100 g de liofilizado de níspero

El valor comercial del Kilogramo de fruta es de 0.50 USD, sin embargo por tratarse de un producto con muy escasa oferta y demanda la presente investigación no representó un gasto significativo.

Luego del proceso para la obtención de liofilizado de níspero, se alcanzó un rendimiento de 12.94% aplicando el tratamiento térmico y 11,11% sin aplicarlo. Es así que para obtener 100 g de producto se requirió 1500 g de materia prima, y en el segundo caso de 1600 g de materia prima se obtuvo 90 g de producto final.

Cuadro 34 Resumen del análisis económico para producir 90 –100 g de liofilizado de níspero

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
		USD	USD
Níspero (Kg)	1.5	0.50	0.75
Desinfectante de frutas Frasco	1	0.25	0.25
Proceso de Liofilización parada	1	30	30
Fundas herméticas unidades	6	0.10	0.6
TOTAL			31.6

El costo total para obtener 100 g de liofilizado de níspero a nivel de laboratorio, es de 31.60 USD, de lo cual se obtienen 850 g de pulpa rehidratada. Por tratarse de un producto con posibilidades de exportación, el precio se considera adecuado pero disminuiría en función del volumen de producción.

Según datos obtenidos en el laboratorio de la Universidad Central existen en el país pocas empresas dedicadas a la comercialización de alimentos liofilizados. Una planta Industrial se encuentra ubicada en el sector Valle de los Chillos, en donde se comercializan algunas pulpas liofilizadas como naranjilla, mora y tomate, cuyo valor por Kilogramo oscila entre 15 y 20 dólares dependiendo, de la fruta y la temporada.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Se comprobó que la liofilización es un método de conservación con el que se obtiene un producto de bajo peso, que mantiene la composición química y sus propiedades organolépticas al rehidratarse.
2. Todas las unidades experimentales conservaron sus propiedades organolépticas, sin embargo al cabo de tres meses existió cambios en humedad.
3. En pH y la acidez los mejores tratamientos fueron T1 (liofilizado escaldado en refrigeración, T2 liofilizado escaldado al ambiente y T3 liofilizado escaldado a 28° C).
4. Se determinó que el liofilizado con pulpa escaldada tiene mayor rendimiento (12.94%), es así que para obtener 100 g de producto liofilizado se requiere 1500 g de materia prima.
5. Una vez realizada la prueba de Freedman se determinó que la unidad experimental con mayor aceptación es T1 (Liofilizado de níspero escaldado en refrigeración), seguido por el T4 (Liofilizado sin escaldar en refrigeración), por lo que se determinó que la mejor manera de conservar un producto liofilizado es manteniéndolo en refrigeración.
6. El costo total para obtener 100 g de liofilizado de níspero es de 31.60 USD, de lo cual se obtiene 850 g de pulpa rehidratada a nivel de laboratorio.
7. Por ser la liofilización un método de secado se tiene un control adecuado de microorganismos que alteren las características del producto.
8. Por medio de la liofilización, no es necesario la adición de compuestos químicos para conservar por largo tiempo un producto.

RECOMENDACIONES

1. Buscar nuevas alternativas para optimizar el rendimiento del producto liofilizado.
2. Realizar investigaciones de liofilización en un equipo con mayor capacidad.
3. Realizar un estudio de mercado para determinar la aceptabilidad de un producto liofilizado.
4. Realizar nuevas investigaciones con diferentes productos alimenticios y determinar su aceptación.
5. Para realizar nuevas investigaciones en el fruto de níspero es recomendable escaldar previamente la fruta para obtener un mayor rendimiento y presentación.
6. Elaborar un equipo liofilizador a nivel nacional con las características semejantes a un equipo liofilizador importado.
7. Realizar un proyecto de factibilidad para la instalación de una industria de liofilización.
8. Para posteriores estudios de productos liofilizados se recomienda envasar al vacío para evitar cambios en el producto final y conservar por más tiempo.
9. Realizar una investigación para determinar el tipo de funda más adecuado para conservar un producto liofilizado

RESUMEN

OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LIOFILIZADO DE NÍSPERO

La presente investigación se realizó con la finalidad de demostrar que el proceso de liofilización es un método de conservación de alimentos que mantiene las características físico-químicas y organolépticas de los productos procesados.

El liofilizado de níspero es un producto innovador, sin conservantes, que puede constituirse como una alternativa de uso popular, razón principal para emprender este estudio y no solo de esta fruta sino de diversos productos alimenticios con fines de exportación.

La fase experimental se realizó en la ciudad de Quito, en la parroquia Santa Prisca en los Laboratorios de Ciencias Naturales y Laboratorio de Análisis de Alimentos de Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

En el proceso de liofilización de níspero se realizó, como primer paso, la elaboración de la pulpa siguiendo los parámetros establecidos, luego de lo cual se realizó el proceso de liofilización, a través del proceso de sublimación en condiciones de vacío. Una vez que se obtuvo el producto se procedió a envasar en fundas herméticas con sellos de seguridad y mantener a diferentes condiciones ambientales de acuerdo a los tratamientos establecidos.

El trabajo experimental para la elaboración de Liofilizado de Níspero se analizó en dos factores: tratamiento térmico y condiciones de almacenamiento. Se probaron seis tratamientos con cuatro repeticiones mediante el Diseño Completamente al Azar para evaluar las variables de: rendimiento, pH, contenido mineral y análisis microbiológicos. Todas las veinte y cuatro unidades experimentales fueron sometidas a pruebas de degustación con una escala hedónica de cinco grados de intensidad, calificando las características de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

De acuerdo con los resultados de la prueba de Freedman, el mejor tratamiento fue A1B1 que corresponde liofilizado de níspero escaldado, almacenado a refrigeración. A los tres meses se realizó el análisis físico químico a todos los tratamientos, encontrándose que no existieron cambios significativos en cuanto a proteína, fibra, ceniza y grasa; mientras que en humedad, pH y acidez se detectaron cambios atribuidos a la influencia de las condiciones de almacenamiento durante el tiempo de conservación.

La liofilización es un método de conservación por el cual las características del producto final no deben cambiar, sin embargo en la investigación se observó cambios en el porcentaje humedad, dado que al momento de envasar el producto no se lo realizó al vacío, debido a las condiciones prevalentes.

SUMMARY

ACQUISITION AND CONSERVATION OF LOCUAT LIOFILIZED

This investigation was carried out with the purpose of demonstrating that the liofilization process is a method about the conservation of food that maintains the physical-chemical and organoleptics characteristics of the processed products.

The liofilized medlar is an innovative product, without preserves that can be constituted like an alternative of popular use, main reason to undertake this study and not just of this fruit but of diverse nutritious products with export purpose.

The experimental phase was carried out in Santa Prisca-Quito, in the Natural Sciences Laboratories and in the Analysis of Foods Laboratory at the Chemical Sciences Faculty of the Central University of Ecuador.

In the process of medlar liofilization was carried out, as first step, the elaboration of pulp following the established parameters, after that was carried out the liofilization process, through the sublimation process under emptiness conditions. Once the product was obtained it was proceeded to pack in hermetic cases with security stamps and to maintain different environmental conditions according to the established treatments.

The experimental work for the elaboration of liofilized medlar was based on two factors: thermal treatment and storage conditions. Six treatments were proven to evaluate those: yield, pH, mineral content and micro biologics analysis. All the

experimental units were subjected to tasting tests with a hedonic scale of five grades of intensity, qualifying the color characteristics, scent, flavor, texture and acceptability.

According to the results of Friedman test, the best treatment was A1B1 that corresponds to lyophilized of scalded medlar, stored to refrigeration. After three months was carried out the chemical physical analysis to every treatment, being that significant changes didn't exist as: protein, fiber, ash and fat; while in humidity, pH and acidity changes were detected attributed to the influence of the storage conditions during the conservation time.

The lyophilization is a conservation method through the characteristics of the final product should not change, however in the investigation was observed changes in the humidity percentage, and since the moment to pack the product it was not carried out to emptiness, due to the relevant conditions.

CAPITULO X

BIBLIOGRAFÍA

BRAVERMAN J.B.S, 1993. Introducción a la Bioquímica de los alimentos. Nueva Edición Manual Moderno –México. p 158.

DESROSIER, N, 1998. Conservación de Alimentos. Segunda Edición. Editorial Continental S.A México p 157.

Enciclopedia Agropecuaria Terranova, 1995. Producción agrícola 1. Terranova Editores Ltda. Colombia p. 227.

Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería. Capítulo. Especies tropicales. Grupo editorial Océano S.A. p 713.

ICTA. Folleto Agroindustrial, 2003, citado por Angamarca, M, Tesis de Estudio Comparativo de dos tratamientos en la Extracción mecánica de pulpa de borojo (borojoa patinoi), y en dos métodos de conservación. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ing. Agroindustrial. Tesis de Grado de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra p. 89 -95.

LUCK, E, 2000. Conservación Química de los Alimentos en el campo de la Ciencia y tecnología de Alimentos. Editorial Acriba. Zaragoza – España. Capítulo 1 Introducción. p. 25 -27.

Manual Agropecuario del campo, 2002. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral autosuficiente. Editorial Limerin. Colombia. p. 775.

Manual de Fruticultura, 2003. Una guía paso a paso. Editorial Trilla. México D. F. p 74.

INTERNET

- 1.- http://www.agrogestion.com/docs-agro/SemOrganica_04.doc Enríquez Villacorte (15-07-2005)
- 2.- http://www.airesdecampo.com/que_es_organico.asp González (20-11-2005)
3. http://www.reuna.edu.co/temporales/memorias/especies/Vegetales/58_Uso%20agroindustrial%20de%20nispero.htm Mena Martínez (01-02-2006)
4. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4070035/images/>
- 5.- http://www.airesdecampo.com/7_razones.asp (19-08-2007)
- 6.- http://archive.irdc.ca/library/document/101488/chap9_s.html (08-10-2007)
- 7.- <http://www.invap.net/indus/liofilizacion/> (18-12-2007)
- 8.- <http://www.cienytec.com/lab2liofilizadores.htm> (20-12-2007)
- 9.- <http://7w.manaxx.com/liofili.htm/> (20-12-2007)

ANEXOS

Anexo 1. FORMATO DE LA ENCUESTA REALIZADA PARA LA
EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS DE LIOFILIZADO DE
NÍSPERO AL FINAL DE TRES MESES.

TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

“OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LIOFILIZADO DE NÍSPERO,
Eriobotrya japonica”

INTRODUCCIÓN

Señores miembros del panel de degustadores: para realizar la degustación del producto, tómese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan en el instructivo:

Marque con una X la alternativa de su preferencia de acuerdo a la escala presentada para la evaluación de las características de la muestra.

COLOR

El producto debe ser de color amarillo cremoso, característico a la fruta.

OLOR

Característico de una pulpa de fruta, debe ser agradable sin presencia de olores desagradables o rancios.

SABOR

Agradable al paladar, característico del níspero en fresco sin defectos como: simple, amargo, picante, insípido, excesivamente ácido.

TEXTURA

Debe estar exenta de materias extrañas, debe tener un aspecto homogéneo a manera de polvillo refinado, de textura suelta y desmenuzable.

Sin defectos como: pegajosa, duro, con aglomeraciones.

ACEPTABILIDAD.

En esta característica actuará el sentido del gusto, olfato y la vista de acuerdo a su preferencia y criterio propio.

	ALTERNATIVA	MUESTRAS					
		46	15	33	22	28	16
COLOR	EXCELENTE						
	MUY BUENO						
	BUENO						
	REGULAR						
	MALO						
OLOR	ALTERNATIVA	MUESTRAS					
		46	15	33	22	28	16
	EXCELENTE						
	MUY BUENO						
	BUENO						
SABOR	REGULAR						
	MALO						
	ALTERNATIVA	MUESTRAS					
		46	15	33	22	28	16
	EXCELENTE						
TEXTURA	MUY BUENO						
	BUENO						
	REGULAR						
	MALO						
	ACEPTABILIDAD	ALTERNATIVA	MUESTRAS				
		46	15	33	22	28	16
EXCELENTE							
MUY BUENO							
BUENO							
REGULAR							
MALO							

OBSERVACIONES:

.....
.....

Anexo 2. DIAGRAMA OPERACIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE LIOFILIZADO DE NÍSPERO.

Anexo 3. ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO EN EL LIOFILIZADO DE NÍSPERO.

Anexo 4. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LIOFILIZADO DE NÍSPERO.

RECOLECCION DE MATERIA PRIMA



SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA



LAVADO Y ESCALDADO



DESPULPADO, TAMIZADO, PESADO Y ENVASADO



LIOFILIZADOR



LIOFILIZACIÓN



PESADO Y ENVASADO



ETIQUETADO



CLASIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS



ALMACENADO AMBIENTE



REFRIGERACIÓN

28 °C



DEGUSTACIONES

PESADO DE LA MUESTRA A HIDRATAR



HIDRATACIÓN DE LAS MUESTRAS



PANEL DE DEGUSTADORES



Anexo 5. FOTOGRAFÍAS DE LOS ANÁLISIS PROXIMALES REALIZADOS
EN EL LIOFILIZADO DE NÍSPERO.

ANALISIS DE HUMEDAD



ANALISIS DE PROTEINA



ANALISIS DE GRASA



ANALISIS DE FIBRA



ANALISIS DE HIERRO



ANALISIS DE pH



ANALISIS DE CENIZA

