

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“DESHIDRATACIÓN DE LAS HOJAS DE MORINGA
(*Moringa oleífera* Lam.) UTILIZANDO TRES TÉCNICAS:
NATURAL BAJO SOMBRA, SOLAR INDIRECTO Y EN
CABINA, PARA SU MICROPULVERIZADO Y
ENCAPSULADO, EN LA REGIÓN DE UCAYALI”.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ENLLY YSABEL YACHI HUACHO

PUCALLPA – PERÚ

2018

DEDICATORIA.

A Dios sobre todas las cosas, a mi hija Avril Fernanda Vasquez Yachi, por llegar a mi vida y ser el motor y motivo que me impulsa seguir adelante, a mis padres Teresa Victoria Huacho Rodríguez y Juan Ignacio Yachi Javier, y a mis hermanos, en especial a mi hermana Erika por su apoyo incondicional y ser mi soporte en cada paso que doy.

AGRADECIMIENTO.

A Dios por acompañarme y ser mi guía siempre, a mi hija Avril por ser mi motivo, a mis padres y hermanos por apoyarme siempre e impulsar mis logros.

A la Universidad Nacional de Ucayali – UNU, por abrirme las puertas a la universidad de conocimientos y encaminarme a ser una ingeniero de éxito.

Al Ing. Cesar Mori Montero por ser mi asesor, y al Ing. Edgar Vicente Santa Cruz por ser mi co-asesor y por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A los integrantes de la ONG Arco Iris que laboran en la planta de Procesamiento de Plantas medicinales de la UNU y a los integrantes de la Asociación de productores ecológicos del Pimental – APEPIMENTAL, por brindarme las facilidades necesarias para la ejecución de este trabajo de investigación. Asimismo, al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana – IIAP, por facilitarme sus ambientes y uso del micropulverizador de hojas.

Al Dr. Pedro Peláez Director del Departamento Académico de la Facultad de Industrias Alimentarias, de la Universidad Nacional Agraria de la selva – UNAS por brindarme las facilidades de uso de los ambientes de sus laboratorios, para la realización de los análisis bioquímicos y químico proximales.

Al Ing. Roberto Párraga Aliaga gerente de la empresa Aceites Amazónicas E.I.R.L. por impulsar este trabajo de investigación y por apoyarme en la obtención de la materia prima y otras herramientas de trabajo.

Finalmente, gracias a todas las personas que me apoyaron en el transcurso de la ejecución del presente trabajo de tesis.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Carlos Panduro Carbajal

Presidente

Dr. Edgardo García Saavedra

Secretario

Ing. M. Sc. Glendy Sánchez Sunción

.....

Miembro

Ing. M. Sc. Cesar Mori Montero

.....

Asesor

Ing. M. Sc. Edgar Vicente Santa Cruz

.....

Co-asesor

Bach. Enlly Ysabel Yachi Huacho

.....

Tesista

ÍNDICE.

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1. Moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam.)	3
2.1.1. Origen y clasificación.....	3
2.1.2. Anatomía vegetal.....	4
2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos	4
2.1.4. Métodos de propagación	5
2.1.5. Cultivo	5
2.1.6. Propiedades de la moringa.....	6
2.1.7. Usos y beneficios	9
2.2. La Moringa en el Perú.....	12
2.3. Secado o deshidratación	14
2.3.1. Técnicas de secado y/o deshidratación.	15
2.3.2. Curvas fundamentales de secado.	19
2.4. Molienda o pulverización	23
2.4.1. Reducción de tamaño.....	24
2.4.2. Características de los productos triturados	25
2.5. Vitaminas	26
2.5.1. Vitamina C (ácido ascórbico).....	26
2.5.2. Características	26
2.6. Cápsulas.....	27

2.6.1. Ventajas de su uso	.28
2.7. Nutracéuticos.....	28
2.8. Cápsulas de hojas de moringa deshidratadas en polvo	29
2.8.1. Beneficios potenciales	29
2.8.2. Formas de consumo	29
2.9. Antecedentes.....	30
2.10. Glosario	32
3.1. Ubicación y descripción del lugar de estudio	35
3.1.1. Etapa de producción.....	35
3.1.2. Etapa de análisis.	36
3.2. Materiales y equipos	37
3.2.1. Materia prima	37
3.2.2. Materiales de producción.....	37
3.2.3. Equipos de producción.	37
3.2.4. Instrumentos.....	38
3.2.5. Materiales, equipos e instrumentos de laboratorio.....	38
3.2.6. Reactivos y medios de cultivo.	39
3.2.7. Indumentaria y otros	39
3.3. Metodología de estudio.....	40
3.3.1. Obtención de la materia prima.....	40
3.3.2. Obtención de hojas de moringa en cápsulas.	41
3.3.3. Metodología de análisis	44
3.4. Variables en estudio	46

3.5. Diseño estadístico de investigación	47
3.6. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.7. Tipo y nivel de investigación	49
3.7.1. Tipo de investigación.....	49
3.7.2. Nivel de investigación.....	49
3.8. Población y muestra	50
4.1. Caracterización de la materia prima.....	51
4.2. Balance y rendimiento de materia en el proceso	53
4.3. Balance de materia en la etapa de secado.	55
4.4. Evaluación sensorial de las hojas de moringa deshidratadas.	56
4.5. Evaluación de la influencia de las técnicas de secado en las hojas de moringa	57
4.5.1. De la cinética de secado	58
4.5.2. De la humedad de las hojas de moringa deshidratadas	63
4.5.3. De la composición química: contenido de vitamina C	65
4.5.4. De la calidad microbiológica	66
4.6. Composición químico proximal de las hojas de moringa deshidratadas	67
V. CONCLUSIONES	
VI. RECOMENDACIONES	
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	
VIII. ANEXO	
IX. ICONOGRAFÍA.....	

RESUMEN.

La Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) es una planta altamente valorada por su potencial alimenticio y nutracéutico, contiene componentes esenciales sensibles a los tratamientos de secado, por ello se desarrolló este trabajo de investigación teniendo como objetivo determinar la técnica de secado más apropiada, que nos permita prolongar su vida útil y conservar en lo posible sus características funcionales. Los tratamientos en estudio consistieron en diferentes técnicas de secado: T1: natural bajo sombra; T2: solar indirecto y T3: en cabina a 45 °C. Se evaluaron variables paramétricas como: tiempo, humedad y vitamina C. Además se evaluó la calidad microbiológica a la mejor unidad experimental por cada tratamiento en estudio, y al mejor de ellos se le realizó un análisis proximal. Para las pruebas paramétricas se aplicó un DCA con tres tratamientos y tres repeticiones. El análisis de varianza a un 95% de confianza indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El contenido de vitamina C en el T1 y T2 presentaron niveles no detectables (ND) y el T3 presentó 30,112 mg de vitamina C/100 g de hojas deshidratadas. La humedad de equilibrio en el T1 fue un promedio de 11,8%, T2 un 6,3% y para el T3 un 7,1%. El tiempo de secado, en el T1 llevó un promedio de 37,38 horas, el T2 un promedio de 10 horas de sol y en el T3 un promedio de 10 horas. Se concluye que, entre los valores obtenidos existe al menos una diferencia significativa entre el valor de la vitamina C, humedad y tiempo, entre un nivel de tipo de secado y otro. Resultando ser mejor el tratamiento la técnica de secado en cabina a 45 °C, por conservar mejor sus características fisicoquímicas, en especial la vitamina C, llegando a humedad óptima en las hojas, con textura apropiada y niveles microbiológicos aceptables.

ABSTRACT.

Moringa (Moringa oleífera Lam.) Is a plant highly valued for its nutritional and nutraceutical potential, it contains essential components sensitive to drying treatments, so this research work was developed with the objective of determining the most appropriate drying technique, which allows us to prolong its useful life and preserve its functional characteristics as much as possible. The treatments under study consisted of different drying techniques: T1: natural under shade; T2: indirect solar and T3: in cabin at 45 °C. Parametric variables were evaluated such as: time, humidity and Vitamin C. In addition, the microbiological quality was evaluated to the best experimental unit for each treatment under study, and the best of them was a proximal analysis. For the parametric tests, a DCA was applied with three treatments and three repetitions. The analysis of variance at 95% confidence indicates that there are significant differences between treatments. The vitamin C content in T1 and T2 presented undetectable levels (ND) and T3 presented 30,112 mg of vitamin C / 100 g of dehydrated leaves. The equilibrium moisture in T1 was an average of 11.8%, T2 6.3% and for T3 7.1%. The drying time, in T1, averaged 37.38 hours, T2 an average of 10 hours of sunshine and in T3 an average of 10 hours. It is concluded that, between the obtained values there is at least a significant difference between the value of vitamin C, humidity and time, between one level of type of drying and another. The treatment is better the drying technique in the cabin at 45 °C, to better preserve its physicochemical characteristics, especially vitamin C, reaching optimum moisture in the leaves, with appropriate texture and acceptable microbiological levels.

LISTA DE CUADROS.

En el texto:

Cuadro 1. Descripción de la moringa y caracterización biométrica de la materia prima (hojas)	51
Cuadro 2. Resultados de la inspección sensorial de la materia prima	52
Cuadro 3. Características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima	53
Cuadro 4. Características sensoriales de las hojas de moringa deshidratadas.....	56

En el anexo:

Cuadro 5. Caracterización biométrica de la moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam.).....	79
Cuadro 6. Norma microbiológica para suplementos dietéticos y edulcorante – DIGEMID, según norma USP 34.....	87

LISTA DE TABLAS.

En el texto:

Tabla 1. Contenido nutricional de las hojas de moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam.).....	7
Tabla 2. Contenido de vitaminas y aminoácidos de las hojas de moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam.).....	8
Tabla 3. Comparativo de propiedades de las hojas de moringa respecto a otros alimentos.....	9
Tabla 4. Diseño estadístico DCA	47
Tabla 5. Análisis de varianza	48
Tabla 6. Balance de materia del proceso.....	54
Tabla 7. Rendimiento de las hojas de moringa deshidratadas, pulverizadas en cápsulas	55
Tabla 8. Contenido de vitamina C en las hojas de moringa deshidratadas, expresados en mg/100 g.....	65
Tabla 9. Resultados del análisis microbiológicos	66
Tabla 10. Resultados del análisis químico proximal de las hojas de moringa deshidratadas	68

En el anexo:

Tabla 11. Humedad y peso de las hojas de moringa en función al tiempo, secado natural bajo sombra (T1).....	80
--	----

Tabla 12. Humedad y peso de las hojas de moringa en función al tiempo, secado solar indirecto (T2)	81
Tabla 13. Humedad y peso de las hojas de moringa en función al tiempo, secado en cabina a 45 °C (T3)	82
Tabla 14. Tiempo de secado y humedad final de equilibrio de las hojas deshidratadas	83
Tabla 15. Temperatura y humedad relativa expuesta al producto durante el secado	83
Tabla 16. Temperatura y humedad relativa bajo sombra durante el secado	84
Tabla 17. Tabla ANOVA para tiempo de secado por tipos de secado	84
Tabla 18. Pruebas de múltiples rangos para tiempo de secado por tipos de secado	84
Tabla 19. Tabla ANOVA para humedad final por tipos de secado.....	85
Tabla 20. Pruebas de múltiple rangos para humedad final por tipos de secado	85
Tabla 21. Tabla ANOVA para vitamina C por tipos de secado	85
Tabla 22. Pruebas de múltiples rangos para vitamina C por tipos de secado	86

Figura 11. Bandeja para el secado de las hojas (a). Higrómetro artesanal con bulbo seco y bulbo húmedo (b)	89
Figura 12. Planta de <i>Moringa oleífera</i> Lam. (a). Recolección de la materia prima (b)	90
Figura 13. Hoja de moringa recolectada (a). Biometría (largo y ancho) de los folíolos de las hojas de moringa (b)	90
Figura 14. Materia prima seleccionada (buen estado y color característico) (a). Materia prima rechazada (hojas decoloradas) (b).....	91
Figura 15. Recepción y pesado de la materia prima (a). Selección, lavado y sanitizado de las hojas de moringa (b).....	91
Figura 16. Escurrido y oreado (a), y obtención de folíolos de las hojas de moringa (b)	92
Figura 17. Distribución del producto a secar a una densidad de carga de 2.5 kg/m ² (a). Hojas acondicionadas listas para ser secadas (b).	92
Figura 18. Secado natural bajo sombra de las hojas de moringa (a). Hojas de moringa deshidratadas mediante el T1 (b).....	93
Figura 19. Secado solar indirecto de las hojas de moringa (a). Hojas de moringa deshidratadas mediante el T2 (b).....	93
Figura 20. Secado en cabina a 45 °C de las hojas de moringa (a). Hojas de moringa deshidratadas mediante el T3 (b).....	94
Figura 21. Micropulverización de las hojas de moringa (a). Muestras de hojas de moringa en polvo (b)	94

Figura 22. Obtención de las cápsulas contenidas de hojas de moringa en polvo (a). Frasco con cápsulas - producto final (b)	95
Figura 23. Análisis de humedad. Muestras de hojas de moringa deshidratadas en la estufa a 105 °C (a). Enfriamiento de muestras (b)	95
Figura 24. Análisis de grasa. Extracción de grasa con el equipo soxhlet (a). Pesado de la grasa bruta (b)	96
Figura 25. Análisis de cenizas. Ingreso de muestras de hojas de moringa deshidratadas al horno mufla (a). Enfriamiento de muestras (b).	96
Figura 26. Análisis microbiológicos. Dilución seriada y siembra de muestras (a). Incubación de muestras a 35 °C (b).....	97
Figura 27. Análisis de vitamina C. Muestras de hojas de moringa frescas y deshidratadas trituradas.....	97
Figura 28. Pesado (a). Homogenización de la muestras en solución para el análisis de vitamina C (b)	98
Figura 29. Filtración (a). Dosificación y adición (b) de la muestra en estudio al espectrofotómetro	98
Figura 30. Adición de los reactivos a la muestra en estudio (a). Análisis de ácido ascórbico en el espectrofotómetro (b)	99

INTRODUCCIÓN.

El árbol de *Moringa oleífera* por ser una planta de alto valor alimenticio y nutracéutico, y por su capacidad edafoclimática ha sido introducido y propagado en diversos países del mundo, y en Latinoamérica países como México, Guatemala, Nicaragua, Uruguay, Colombia, Ecuador, Brasil y Perú, ya se cuentan con áreas de producción y proyectos para su industrialización. Sin embargo, el tema del procesamiento agroindustrial de las hojas de esta planta para el consumo humano, debe ser estudiado adecuadamente, para determinar un procesamiento que permita conservar mejor sus propiedades y prolongar su vida útil.

En la Región Ucayali, como en otros lugares del país, el Ministerio de Agricultura viene impulsando la siembra y consumo de la moringa, ya que puede aportar al complemento nutricional de la población más vulnerable y mejorar su alimentación. Actualmente existen empresas que vienen procesando y comercializando hojas de moringa deshidratadas en distintas presentaciones, teniendo solo referencias del efecto del deshidratado sobre sus componentes. Para ello se requieren parámetros que permitan lograr un producto que conserve en lo posible sus propiedades nutricionales y sea inocuo.

Uno de los componentes más susceptibles de la hoja de moringa a la deshidratación por efecto de la temperatura y exposición, es la vitamina C, componente que debe ser evaluado como uno de los parámetros para definir la mejor técnica de deshidratado, sin embargo no se reportan trabajos de investigación en lo que refiere a estos temas. Motivo por el cual, en el presente

trabajo de investigación se plantea el estudio de tres técnicas de secado: natural bajo sombra (T1), solar indirecto (T2) y en cabina a 45 °C (T3) para la deshidratación de hojas de moringa, con la finalidad de determinar su efecto en el contenido de vitamina C, el tiempo de secado, la humedad final de las hojas deshidratadas entre otras características, en consecuencia establecer la mejor técnica. Este estudio permitirá a aquellos productores, asociaciones y empresas que vienen procesando y comercializando hojas deshidratadas de moringa, aportando a mejorar su proceso y garantizándoles productos de calidad.