

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

“Desarrollo de sopa instantánea a partir de

Harina de Melloco Ullucus Tuberosus”

**INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

**Marjorie Vanessa Velásquez Figueroa**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2011

**AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por siempre tenerme bajo su manto y protección. A la Ing. Fabiola Cornejo, directora de tesis, por su invaluable ayuda, a la Ing. Grace Vásquez por su apoyo constante en la realización de este proyecto y por siempre confiar en mí, al Ingeniero Freddy Chávez por su apoyo en el laboratorio de termofluidos.

A mis profesores: Ing. Luis Miranda, Ing. Priscila Castillo, Ing. Sandra Acosta, Ing. Karín Coello, Ing. Mariela Reyes, Ing. Nelson Cevallos, Ing. Patricio Cáceres, MSc. María Fernanda Morales; porque aprendí mucho de cada uno de ustedes.

A mis amigas, amigos.

**DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres: Alberto Velásquez, mi pilar, mi ejemplo a seguir, siempre apoyándome y guiándome por el camino correcto; y Blanca Figueroa, mi ejemplo de perseverancia, siempre aconsejándome y empujándome para alcanzar mis metas.

A mis hermanos: Carlos, que es como si fuera el hermano mayor y me ha apoyado cuando lo he necesitado; a Estefania, que siempre ha tenido una palabra de aliento en todo momento; a Verito, que ha estado conmigo para todo, en las buenas y en las malas, apoyándome aun cuando no se lo pedía. A Nery y a Yelito, por ayudarme siempre. A mi Tin, que es el perrito más educado del mundo.

A mi amor Richard Landi, que desde que apareció en mi vida, solo me ha traído felicidad, siempre ha estado apoyándome incondicionalmente en todo.

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Ing. Gustavo Guerrero M. Ing. Fabiola Cornejo Z.

 DECANO DE LA FIMCP DIRECTORA DE TESIS

 PRESIDENTE

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Ing. Grace Vásquez V.

 VOCAL

**DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Informe de Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Marjorie V. Velásquez Figueroa.

# RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue elaborar una sopa instantánea a base de harina de melloco, el cual es una materia prima con un elevado contenido de agua, además de ser rica en carbohidratos y algunos minerales como: fósforo, potasio, magnesio, sodio y calcio; a la cual se le añadieron otros componentes para obtener una sopa con mayor contenido nutritivo.

En la primera parte del proyecto se realizó la caracterización de la materia prima, dándole así un perfil de requerimientos para obtener un producto de óptima calidad. Se realizó el respectivo análisis de color para determinar el grado de madurez al cual debe de ser secado el producto, además de otros análisis físicos y químicos (humedad, actividad de agua, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos). Por medio del método isopiéstico e ingresando los parámetros en el programa Water Analyzer, se obtuvo la isoterma de la materia prima, la cual es fundamental para la obtención de la humedad de equilibrio de la misma.

Luego de la caracterización, la cual determinó los parámetros óptimos de la materia prima; se procedió a realizar el secado de la misma bajo condiciones controladas de velocidad del aire, humedad y temperatura. Una vez obtenida la harina se procedió a realizar distintas formulaciones, las cuales fueron debidamente equilibradas; para luego, por medio de la evaluación sensorial con jueces no entrenados, realizar el respectivo análisis de varianza para determinar si la disminución de la cantidad de leche en la formulación incidió o no en las características sensoriales de la misma.

Finalmente, se evaluó la permeabilidad del empaque bajo condiciones de almacenamiento en la ciudad de Guayaquil, junto con el análisis de estabilidad el mismo que indicó la humedad máxima a la cual podía ser sometida la sopa de melloco sin presentar alteraciones organolépticas; de esta manera, se obtuvo la permeabilidad máxima que debe tener el empaque para que el tiempo de vida útil del producto sea de aproximadamente 8 meses.

# ÍNDICE GENERAL

 **Pág.**

[RESUMEN I](#_Toc301489836)

[ÍNDICE GENERAL III](#_Toc301489837)

[ABREVIATURAS VI](#_Toc301489838)

[SIMBOLOGÍA VII](#_Toc301489839)

[ÍNDICE DE FIGURAS VIII](#_Toc301489840)

[ÍNDICE DE TABLAS IX](#_Toc301489841)

[ÍNDICE DE PLANOS XI](#_Toc301489842)

[INTRODUCCIÓN 1](#_Toc301489843)

[CAPÍTULO 1](#_Toc301489844)

[1 GENERALIDADES 2](#_Toc301489845)

[1.1 Materia Prima 2](#_Toc301489846)

[1.1.1 Cultivos y disponibilidad 3](#_Toc301489847)

[1.1.2 Composición química y Valor nutricional 4](#_Toc301489848)

[1.2 Proceso de Secado 8](#_Toc301489849)

[1.3 Sopas Instantáneas 9](#_Toc301489850)

[1.3.1 Tipos y características 10](#_Toc301489851)

[1.3.2 Proceso de elaboración 11](#_Toc301489852)

[1.4 Principales alteraciones 12](#_Toc301489853)

[1.5 Rehidratación de Polvos 13](#_Toc301489854)

[1.5.1 Medios de rehidratación 13](#_Toc301489855)

[1.5.2 Factores que influyen en la rehidratación 14](#_Toc301489856)

[1.5.3 Factores extrínsecos del proceso de rehidratación 15](#_Toc301489857)

[1.5.4 Factores intrínsecos del proceso de rehidratación 17](#_Toc301489858)

[CAPÍTULO 2](#_Toc301489859)

[2 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA 20](#_Toc301489860)

[2.1 Características de materia prima 20](#_Toc301489861)

[2.2 Metodología de trabajo 21](#_Toc301489862)

[2.2.1 Ensayos Físico – Químicos 24](#_Toc301489863)

[2.2.2 Secado 24](#_Toc301489864)

[2.3 Isotermas de absorción 28](#_Toc301489865)

[2.4 Proceso de secado 29](#_Toc301489866)

[2.4.1 Curvas de secado 32](#_Toc301489867)

[2.5 Caracterización de la harina 35](#_Toc301489868)

[CAPÍTULO 3](#_Toc301489869)

[3 OBTENCIÓN DE SOPAS INSTANTÁNEAS A BASE DE HARINA DE MELLOCO 37](#_Toc301489870)

[3.1 Ingredientes 37](#_Toc301489871)

[3.2 Formulaciones 39](#_Toc301489872)

[3.2.1 Evaluación sensorial 40](#_Toc301489873)

[3.2.2 Aporte nutricional y energético 41](#_Toc301489874)

[3.2.3 Rehidratación 42](#_Toc301489875)

[3.3 Estabilidad 43](#_Toc301489876)

[3.3.1 Determinación de la Humedad Crítica 43](#_Toc301489877)

[3.3.2 Elaboración de Isoterma del producto terminado 45](#_Toc301489878)

[3.4 Cálculos de Permeabilidad al vapor de agua en empaque 47](#_Toc301489879)

[CAPÍTULO 4](#_Toc301489880)

[4 CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES 51](#_Toc301489881)

[APÉNDICES](#_Toc301489882)

[BIBLIOGRAFÍA](#_Toc301489883)

# ABREVIATURAS

Aw Actividad de agua

AOAC Association of Official Analytical Chemists

FIMCP Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción

cm Centímetros

Ec. Ecuación

Exp. Experimento

F Factor

Fr Factor residual

Fv Factor de la variable

g Gramos

h Horas

Kcal Kilocalorías

Kg Kilogramos

m Metros

mm Milímetros

min Minutos

Rc Velocidad de secado

s Segundos

s.s Sólidos secos

# SIMBOLOGÍA

A Área

GLJ Grados de libertad de los jueces

GLV Grados de libertad de la variable

H2O Agua

n Número de jueces

X Humedad libre

Xt Humedad en base seca

X\* Humedad de Equilibrio

∆t Diferencial de tiempo

∆X Diferencial de humedad libre

mE Niveles de la variable bajo estudio

% Porcentaje

# ÍNDICE DE FIGURAS

 **Pág.**

[FIGURA 1: REHIDRATACIÓN DE UN ALIMENTO 14](#_Toc301489005)

[FIGURA 2: DIAGRAMA DEL PROCESO DE SECADO DEL MELLOCO 27](#_Toc301489006)

[FIGURA 3: SISTEMA DE SÍLICA GEL CON MELLOCO 28](#_Toc301489007)

[FIGURA 4: ISOTERMA DE ABSORCIÓN DEL MELLOCO 29](#_Toc301489008)

[FIGURA 5: SECADOR DE BANDEJA 30](#_Toc301489009)

[FIGURA 6: GRÁFICA DE HUMEDAD LIBRE Vs TIEMPO 34](#_Toc301489010)

[FIGURA 7: GRÁFICA DE LA CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO 34](#_Toc301489011)

[FIGURA 8: DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE SOPA DE MELLOCO 38](#_Toc301489012)

[FIGURA 9: SISTEMAS PARA ELABORACIÓN DE ISOTERMA DE PRODUCTO FINAL 46](#_Toc301489013)

[FIGURA 10: ISOTERMA DE DESORCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO 47](#_Toc301489014)

# ÍNDICE DE TABLAS

 **Pág.**

[TABLA 1: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MELLOCO 4](#_Toc301489884)

[TABLA 2: PRINCIPALES CARBOHIDRATOS EN EL MELLOCO 5](#_Toc301489885)

[TABLA 3: CONTENIDO DE AMILOSA Y AMILOPECTINA EN MELLOCO 6](#_Toc301489886)

[TABLA 4: CONTENIDO DE MACROELEMENTOS EN EL MELLOCO 7](#_Toc301489887)

[TABLA 5: CONTENIDO DE MICRO ELEMENTOS EN EL MELLOCO 8](#_Toc301489888)

[TABLA 6: CARACTERIZACIÓN DEL MELLOCO 21](#_Toc301489889)

[TABLA 7: GRADO DE MADUREZ DEL MELLOCO 22](#_Toc301489890)

[TABLA 8: VARIACIÓN DEL ESTADO FISIOLÓGICO DEL MELLOCO 23](#_Toc301489891)

[TABLA 9: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL MELLOCO 24](#_Toc301489892)

[TABLA 10: PARÁMETROS DEL PROCESO DE SECADO 31](#_Toc301489893)

[TABLA 11: CARACTERÍSTICAS DE LAS BANDEJAS 32](#_Toc301489894)

[TABLA 12: ANÁLISIS QUÍMICO DE LA HARINA DE MELLOCO 35](#_Toc301489895)

[TABLA 13: ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE LA HARINA DE MELLOCO 36](#_Toc301489896)

[TABLA 14: FORMULACIÓN DE LA SOPA DE MELLOCO 39](#_Toc301489897)

[TABLA 15: DATOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA 40](#_Toc301489898)

[TABLA 16: RESULTADO DE ANÁLISIS DE VARIANZA 41](#_Toc301489899)

[TABLA 17: ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LA SOPA DE MELLOCO 42](#_Toc301489900)

[TABLA 18: REHIDRATACIÓN DE LA HARINA DE MELLOCO 43](#_Toc301489901)

[TABLA 19: RESULTADOS DE MUESTRAS PARA EXPERIMENTO DE HUMEDAD CRÍTICA 44](#_Toc301489902)

[TABLA 20: CONTENIDO DE HUMEDAD EN BASE SECA 49](#_Toc301489903)

[TABLA 21: DATOS PARA CÁLCULO DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA SOPA 50](#_Toc301489904)

# ÍNDICE DE PLANOS

 **Pág.**

[PLANO 1: UBICACIÓN DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS 30](#_Toc301421683)

# INTRODUCCIÓN

Actualmente, la alimentación de las personas se ve afectada por el consumo de alimentos que no proveen cantidades adecuadas de nutrientes. Esto es como consecuencia de la vida moderna que no dispone de tiempo suficiente para preparar los alimentos, lo que ha conducido a un hábito y a un consumo de productos denominados “comida rápida”; por lo tanto, es importante ingresar al mercado productos que sean de fácil preparación y que aporten con la cantidad de nutrientes que el organismo necesita, con lo que se logrará mejorar el nivel nutricional del consumidor.

Esta tesis se basa en obtener un producto seco, el cual deberá contener un máximo valor nutricional posible de la materia prima seleccionada y logre ser rehidratado en poco tiempo para su preparación y consumo inmediato. Por este motivo, se ha seleccionado un alimento tradicional como es la sopa y una materia prima de consumo en todas las clases sociales a nivel nacional como lo es el melloco; tratando de ofrecer un producto final de buen sabor, de fácil preparación y de consumo masivo. Hoy en día, el consumo de estos productos se ha visto en aumento y el mercado abre sus puertas a estos, ya que la demanda sigue creciendo con alimentos de preparación fácil y rápida como lo es una sopa deshidratada, que será un producto de la percha a la mesa con pocos minutos de cocción y a un bajo costo.

# BIBLIOGRAFÍA

* 1. ANZALDÚA–MORALES, Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 1994. Págs. 67 – 75.
	2. BARRERA V., TAPIA C., MONTEROS A., Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador. 2004. Pág. 93.
	3. **BRAUNA R., Técnicas de procesamiento de granos que mejoran la eficiencia alimentaria en la producción animal. Universidad Nacional de la Pampa – Facultad de agronomía. 2003.** Disponible en internet: http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=2&Type=G&Datemin=2003-10-01%2000:00:00&Datemax=2003-10-31%2023:59:59
	4. CIP, COTESU, CONSESAN. Programa colaborativo Biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. 1995. Págs. 12 – 17.
	5. ESPINOZA P., VACA R., ABAD J., CRISSMAN C., Raíces y tubérculos Andinos: Cultivos marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador. 1997.
	6. ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación NTC 4482 – Sopas y Cremas. Industria Alimentaria. Bogotá – Colombia. 1998. Disponible en internet: http://www.sinab.unal.edu.co/ntc/NTC4482.pdf
	7. LABUZA, Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm, Measurement and Use, University of Minnesota, 1984.
	8. LEÓN J., Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica.2000. Págs. 34 – 37.
	9. MARÍN E., LEMUS R., FLORES V., VEGA A., La rehidratación de alimentos deshidratados. Revista Chilena de nutrición. 1996. Disponible en internet: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182006000500009&script=sci\_arttext
	10. Registro Municipal de Montevideo. Volumen 14.
	11. RUIZ M., Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. 2da Edición. Tomo II. 2010. Págs. 48 – 60.
	12. TAPIA M., La Agricultura Andina: El medio, los cultivos y los sistemas agrícolas en los andes del sur de Perú. 1982. Págs. 27 – 34.
	13. Los Alimentos. Guía Nutricional. Disponible en internet: http://alimentos.org.es/leche-polvo-entera
	14. Ministerio de Salud – Departamento de Asesoría Jurídica. Reglamento Sanitario de los Alimentos. 2010. Disponible en internet: http://es.scribd.com/doc/49819306/21/TITULO-XXII-DE-LOS-CALDOS-Y-SOPAS-DESHIDRATADAS
	15. Secado de Alimentos Vegetales. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/42948164/Secado-de-alimentos>
	16. ESPOL. FIMCP. Disponible en internet: http://www.espol.edu.ec/espol/main.jsp?urlpage=tour.jsp
	17. Universidad Nacional Experimental de Yaracuy. Disponible en internet: http://practicasintegrales.files.wordpress.com/2007/09/practica-2.pdf
	18. Vimos C., Nieto C., Rivera M., El Melloco: Características, técnicas de cultivo y potencial en Ecuador. Págs. 8 – 14.