



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia
pandurata*) DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE-
ESPESANTE EN POLVO**

Carol Tatiana Cabrera Pinzón

Asesorado por Ing. César Alfonso García Guerra

Guatemala, junio de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia pandurata*) DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE-ESPESENTE EN POLVO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CAROL TATIANA CABRERA PINZÓN

ASESORADO POR EL INGENIERO CÉSAR ALFONSO GARCÍA GUERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Teresa Lisely de León Arana
EXAMINADOR	Ing. Williams G. Álvarez Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia pandurata*)
DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE-ESPESANTE EN
POLVO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, el 20 de mayo de 2009.

Carol Tatiana Cabrera Pinzón



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 010427

Guatemala, 09 de Marzo de 2010

Ms. Ing. Williams Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería, USAC
Ciudad de Guatemala

Respetable Ingeniero

Por este medio hago de su conocimiento que Carol Tatiana Cabrera Pinzón, estudiante de la carrera de Ingeniería Química con carné número 200212665, quien realizó el informe final del trabajo de graduación con tema **Evaluación del rechazo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada para elaborar saborizante-espesante, en polvo**. El cual ha sido realizado por el estudiante, para la inmediata revisión, corrección y aprobación. Por lo que hago de su conocimiento que YO como asesor apruebo el informe final de trabajo de graduación, pues su contenido es completo y adecuado al tema, cumpliendo también con lo establecido en el normativo para la elaboración de informe final de trabajos de graduación.

Sin otro particular, me despido de usted.

Deferentemente,


Ing. Cesar Alfonso Garcia
Jefatura Sección Química Industrial CII
Asesor





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 13 de mayo de 2010
Ref.EIQ.TG.047-2010

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-044-10-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de INGENIERA QUÍMICA a la estudiante universitaria **CAROL TATIANA CABRERA PINZÓN**, identificada con carné No. **2002-12665**, titulado: **EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia pandurata*) DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE-ESPESANTE EN POLVO**, el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico César Alfonso García Guerra.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice a la estudiante **Cabrera Pinzón**, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



ESCUELA DE
INGENIERÍA QUÍMICA

Inga. Teresa Lisely de León Arana, M.Sc.
COORDINADORA
Tribunal que revisó el informe final
Del trabajo de graduación

C.c.: archivo

71^{va} FORMANDO INGENIEROS QUÍMICOS EN GUATEMALA

PROGRAMA DE INGENIERÍA
QUÍMICA ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería
Período 2009 - 2012





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA.

Ref.EIQ.TG.058.2010

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante **CAROL TATIANA CABRERA PINZÓN** titulado: **"EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (FERNALDIA PANDURATA) DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE-ESPESANTE EN POLVO."** Procede a la autorización del mismo, ya que reúne rigor, coherencia y calidad requeridos.


Ing. César Alfonso García Guerra
Director a.i.
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, junio de 2010

Cc: Archivo
CAGG/am

71^o FORMANDO INGENIEROS QUÍMICOS EN GUATEMALA

PROGRAMA DE INGENIERÍA
QUÍMICA ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería
Período 2004 - 2012



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 216.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia pandurata*) DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE-ESPESANTE EN POLVO**, presentado por la estudiante universitaria **Carol Tatiana Cabrera Pinzón**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, junio de 2010



/gdach

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por su infinita misericordia y sabiduría al permitirme culminar hoy un sueño.
Jesús y la Virgen	Por cuidarme y estar junto a mí en las dificultades de mi vida.
Mis padres	Víctor Manuel y Ligia María, por el sacrificio, amor, apoyo y confianza que me brindaron siempre.
Mis hermanos	Víctor Alejandro y Luis Pedro, por su comprensión, apoyo y paciencia, tanto en mi formación como en mi vida.
Mis abuelos	Por su amor y sus sabias enseñanzas en especial a mi abuelita Soledad.
Mi familia	Por su apoyo, consejos y buenos momentos compartidos en mi vida.
Mis amigos	Por su amistad, consejos y apoyo brindado durante todo este tiempo.
Ing. César García	Por su asesoría, apoyo y tiempo dedicado durante la realización de esta investigación.

Inga. Mirna Herrera

Por su colaboración en la realización de esta investigación.

**Universidad San Carlos
de Guatemala**

Mi alma máter. Agradezco todos estos años de formación. Gracias por ser mi casa de estudios.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi guía y mi fortaleza en todo momento.
Mis padres	Víctor Manuel Cabrera Cruz (D.E.P) y Ligia María Pinzón Rodas, gracias por ser parte de mi vida.
Mis hermanos	Víctor Alejandro y Luis Pedro, por su ayuda y apoyo en todo momento.
Mi abuela	Soledad Rodas, gracias por todo tu apoyo.
Mi familia	Gracias por los buenos momentos y por su cariño. En especial a la familia Pinzón Rodas y Cabrera Cruz, por su ayuda en todo momento de mi vida.
Mis amigos	Esther Roquel, gracias por el apoyo incondicional y la ayuda brindada. Mariela Santizo, Liliana Quiroa, Marien Alvarado, Mónica López, Alejandra Cadenas, Andrea Cárcamo, Valeska y Arnulfo Vanegas, Carlos Martínez, Paulo Vendrel, Roberto Pozuelos, Francisco Carrillo, Ricardo Díaz, Jans Batres, Jose, William, Cefv, Asbel y Rodrigo.
Ingenieros	César García, Hilda Palma y Víctor Monzón,

por transmitirme sus conocimientos y hacer de esta investigación una realidad.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
SUMMARY	XVI
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Origen del loroco	3
2.2 Taxonomía	3
2.3 Descripción botánica	4
2.3.1 Raíz	4
2.3.2 Tallo	4
2.3.3 Hojas	5
2.3.4 Flor	5
2.3.5 Fruto	6
2.3.6 Semilla	6
2.4 Cosecha	6
2.5 Métodos de conservación	7
2.5.1 Refrigeración	7
2.5.2 Congelamiento	8
2.5.3 Criogénesis	8

2.5.4	Salmuera	8
2.5.4.1	Actividad de agua	9
2.5.5	Deshidratado	9
2.5.6	Aditivos alimentarios	10
2.6	Importancia de la planta	11
2.7	Valor alimenticio	12
2.8	Usos del loroco	13
2.8.1	Consumo directo	13
2.8.2	En productos lácteos	13
2.8.3	Productos alimenticios para preparados	13
2.9	Beneficios al consumir el rechazo de loroco	13
2.10	Descripción de maquinaria y equipo	14
2.10.1	Torre de secado	14
2.10.1.1	Secado al vacío	15
2.10.1.2	Grado de vacío	15
2.10.1.3	Secadores de bandejas al vacío	16
2.10.2	Molino de martillos	16
3.	METODOLOGÍA	19
3.1	Localización	19
3.1.1	Localización experimental	19
3.2	Recursos humanos	19
3.3	Obtención de las muestras	19
3.4	Metodología experimental para la obtención de la composición química de la flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada en polvo y la sopa de crema	20
3.4.1	Materia prima	20
3.4.2	Análisis químico proximal	20

3.5	Metodología de análisis organoléptico del producto realizado con flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada en polvo	20
3.6	Metodología para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada en polvo a nivel laboratorio	21
3.6.1	Materia prima	21
3.6.2	Equipos para el proceso de deshidratado y molienda	22
3.6.2.1	Secador de bandejas	22
3.6.2.2	Secador con sistema de vacío	23
3.6.2.3	Molino de martillos	23
3.6.2.4	Compresor	24
3.7	Metodología para la obtención de la sopa tipo crema utilizando como aditivo flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada en polvo a nivel laboratorio	24
3.7.1	Materia prima	24
3.7.2	Materiales	24
3.7.3	Cristalería y equipo	24
3.7.3.1	Cristalería	24
3.7.3.2	Equipo	25
3.7.3.3	Materiales	25
3.8	Diseño experimental.	25
3.8.1	Variables	25
3.8.1.1	Independientes	25
3.8.1.2	Dependientes	25
3.8.2	Parámetros fijos	26

4. RESULTADOS	27
5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	33
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	45
ANEXO 1. Tabla de requisitos académicos	45
ANEXO 2. Diagramas de Ishikawa	47
ANEXO 3. Datos del proceso de producción del saborizante	50
ANEXO 4. Corte histológico del loroco	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>).	5
2	Flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) rechazada por tiempo de corte.	22
3	Secador de bandejas.	22
4	Secador con sistema de vacío.	23
5.	Molino de martillos.	23
6	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte, secada a presión atmosférica.	27
7	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera, secada a presión atmosférica.	27
8	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte, secada al vacío (431.8 mmHg).	28
9	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera, secada al vacío (431.8 mmHg).	28
10	Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) entero, a presión atmosférica, como saborizante de una sopa tipo crema.	29
11	Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) en corte, a presión atmosférica, como saborizante de una sopa tipo crema.	29

12	Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) entero, secado al vacío, como saborizante de una sopa tipo crema.	30
13	Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) en corte, secado al vacío, como saborizante de una sopa tipo crema.	30
14	Diagrama de requisitos académicos.	45
15	Diagrama para la evaluación del rechazo de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratado en polvo.	47
16	Diagrama para la evaluación de las sopas tipo crema con rechazo de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratado en polvo.	48
17	Diagrama de flujo para el proceso de obtención de un saborizante-espesante, a nivel laboratorio, de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada en polvo.	49
18	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera y en corte, secada a presión atmosférica (Promedio).	56
19	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera y en corte, secada a presión atmosférica (Corrida 1).	56
20	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera y en corte, secada a presión atmosférica (Corrida 2).	57
21	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera y en corte, secada al vacío (431.8 mmHg, promedio).	57
22	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera y en corte, secada al vacío (431.8 mmHg, corrida 1).	58

23	Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, entera y en corte, secada al vacío (431.8 mmHg, corrida 2).	58
24	Flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) en corte secada a presión atmosférica y polvo saborizante.	60
25	Flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) entera secada a presión atmosférica y polvo saborizante.	61
26	Flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) en corte secada al vacío y polvo saborizante.	61
27	Flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) entera secada al vacío y polvo saborizante.	62
28	Corte histológico de la flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>).	63

TABLAS

I	Valor nutricional del loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) en fresco.	12
II	Valor nutricional del polvo de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>), obtenida a nivel laboratorio.	31
III	Procedimiento de trabajo.	46
IV	Secado para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte y entero, a presión atmosférica (promedio).	50
V	Secado para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte y entero, a presión atmosférica (Corrida 1).	51
VI	Secado para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte y entero, a presión atmosférica (Corrida 2).	52
VII	Secado para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte y entero, al vacío (Promedio).	53
VIII	Secado para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte y entero, al vacío (Corrida 1).	54
IX	Secado para la obtención de flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>) deshidratada, en corte y entero, al vacío (Corrida 2).	55
X	Porcentaje de aceptación del saborizante por el método de la escala hedónica de 9 puntos.	59

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentaje.
μ	Micro.
h	Horas.
L	Litros.
m	Metros.
s	Segundos.
°C	Grados Centígrados.
Aw	Actividad del agua.
cm	Centímetros.
gr	Gramos.
Kg	Kilogramos.
mm	Milímetros.
mg	Miligramos.
UI	Unidades internacionales.
g/L	Gramos por litro.
m/s	Metros por Segundo.
kWh	Kilowatts por hora.
min	Minutos.
kcal	Kilocaloría.
cmHg	Centímetros de mercurio.
mmHg	Milímetros de mercurio.

GLOSARIO

Características Organolépticas

Son el conjunto de descripciones físicas que tiene la materia en general, como su sabor, textura, olor color. Producen una sensación agradable o desagradable al comer un alimento.

Cenizas

Residuo inorgánico de una muestra incinerada.

Congelación

Operación unitaria en la que la temperatura del alimento se reduce por debajo de su punto de congelación, con lo que una proporción elevada del agua que contiene cambia de estado formando cristales de hielo.

Criogénesis

Sistema de conservación el cual utiliza nitrógeno líquido para congelar la materia instantáneamente.

Deshidratación

Operación unitaria mediante la cual se elimina la mayor parte del agua de los alimentos, por evaporación, aplicando calor.

Espesante

Sustancia que se añade a los alimentos para aumentar su viscosidad.

Extracto etéreo	Método que permite determinar el contenido de materias grasas brutas en materias primas.
Extracto libre de nitrógeno	Principal análisis para la determinación de la cantidad de carbohidratos digeribles.
Fibra cruda	Análisis principal en bromatología que se refiere a la cantidad de carbohidratos presentes en una muestra determinada.
Inflorescencia	Es la disposición de las flores sobre las ramas o la extremidad del tallo; su límite está determinado por una hoja normal. La inflorescencia puede presentar una sola flor o constar de dos o más flores.
Perecedero	Materia que conserva sus propiedades solo durante un espacio de tiempo determinado. De poca duración.
Presión ambiente	Es la presión ejercida por el aire atmosférico en cualquier punto de la atmósfera. Normalmente se refiere a la presión atmosférica terrestre, pero el término es generalizable a la atmósfera de cualquier planeta o satélite.

Proteína cruda	Se deriva del griego proteas que significa primero, es el componente fundamental de los tejidos como músculos, cartílagos, etc.
Rechazo de loroco	Es todo aquel producto que ya no es exportable o que no es vendido en el mercado local, debido al tiempo de corte o porque la flor está completamente abierta, pero que aún se encuentra en buen estado.
Refrigeración	Es aquella operación unitaria en la que la temperatura del producto se mantiene entre -1 y 8 °C.
Saborizante	Aditivos naturales o sintéticos que se utilizan como sabores añadidos.
Salmuera	Es una disolución de sal en agua que puede ser preparada en diferentes concentraciones. Es un tipo de conserva ácida y el procedimiento busca inhibir el desarrollo de los organismos productores de alteración.
Sopa tipo crema	Producto obtenido a partir de la mezcla de verduras o tubérculos, adicionado de agua potable, leche y otros ingredientes, especias y aditivos para alimentos.

Vacío

Espacio lleno con gases a una presión total menor que la presión atmosférica, por lo que el grado de vacío se incrementa en relación directa con la disminución de presión del gas residual.

RESUMEN

El trabajo de investigación propone una alternativa para la utilización de la flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) rechazada, tanto de exportación como de consumo interno, la cual es descartada por el tiempo de corte o por estar totalmente abierta.

Para la obtención del saborizante-espesante, se utilizaron dos formas para deshidratar el producto, entero y en corte. Además, se trabajó bajo dos parámetros de presión: presión atmosférica local y al vacío. Esto se realizó para determinar qué metodología es apta para la conservación de las propiedades organolépticas de la materia prima.

El producto realizado fue una sopa tipo crema de loroco (*Fernaldia pandurata*) para medir la aceptación del saborizante entre un grupo de evaluación de personas, para ello se utilizó un test hedónico de 9 puntos y se encuestó a 30 personas. Se determinó que el proceso de deshidratado a presión atmosférica fue el más aceptado y el producto en versión entero conservó mejor las características organolépticas. Un análisis químico proximal cuantificó las propiedades nutricionales del producto final (proteína, fibra y carbohidratos).

SUMMARY

The research work proposes an alternative to use the rejected button flower of loroco (*Fernaldia pandurata*), both export and domestic consumption, which is discarded because the extended time after the harvest or by being completely opens.

To obtain the flavor-thickening two forms were used to dehydrate the product, whole and in court. Research was also done under two pressure settings: local atmospheric pressure and vacuum. This was done to determine which method was suitable for the conservation of the organoleptic properties of the button flower.

The product made was a cream soup to measure the acceptance of the flavoring between an evaluation group of people, for this purpose it was used a 9-point hedonic test and 30 people were surveyed. It was determined that the process of dehydration at atmospheric pressure was the most accepted and the product in whole version retained better the organoleptic properties. A proximal chemical analysis quantified the nutritional properties of the final product (protein, fiber and carbohydrates).

OBJETIVOS

General:

Desarrollar un suplemento saborizante-espesante a base del rechazo de flor de loroco deshidratada y en polvo a nivel de laboratorio.

.

Específicos:

- 1 Utilizar un método de deshidratado con distintos parámetros para la conservación del sabor y aroma distintivos de la flor de loroco (*Fernaldia pandurata*).
- 2 Aplicar el método de deshidratado a la flor de loroco en versión entero y en corte, a presión atmosférica y al vacío.
- 3 Determinar el valor nutricional de la flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada en polvo y del producto alimenticio desarrollado, a partir del análisis químico proximal.
- 4 Realizar una sopa de crema utilizando el rechazo de flor de loroco deshidratada en polvo como aditivo saborizante-espesante para establecer el uso de este en la preparación de un alimento nuevo en la industria.

INTRODUCCIÓN

El loroco es una planta nativa, difundida en forma silvestre especialmente en la zona oriental y sur oriental del país, cultivándosele como una planta doméstica y como un cultivo de exportación desde la década de los años 90. Actualmente se encuentran plantaciones comerciales en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa.

Es un cultivo que hasta hace algunos años se encontraba en forma silvestre o en huertos caseros. Su cultivo a nivel comercial es relativamente nuevo en relación a otros y lo publicado del tema es poco, existiendo aspectos básicos del cultivo y de la flor que se desconocen.

Uno de los mayores retos es la preservación de la flor de loroco después de su cosecha, ya que esta es altamente perecedera, durando 2 días fresca después de su corte. Esto ha generado que muchas de las investigaciones actuales se enfoquen en métodos para la conservación de este cultivo. El más utilizado ahora es el proceso de deshidratación, ya que mucha de la cosecha de loroco es exportada, y otra gran parte está siendo utilizada en productos alimenticios nuevos, como el queso, crema, y preparado con loroco.

La finalidad de esta investigación es evaluar el potencial que puede tener el polvo de rechazo de flor de loroco deshidratada como un saborizante y espesante en un producto alimenticio preparado, como es la sopa tipo crema. Para esto se utilizará un secado a presión ambiente y uno al vacío para determinar que método preserve mejor las características organolépticas de dicha flor. Al aprovechar el rechazo de las cosechas de loroco se ayuda a los agricultores a reducir pérdidas económicas y también se abre campo al desarrollo de nuevos productos en la industria de los alimentos.

1. ANTECEDENTES

El loroco es una planta nativa, difundida en forma silvestre especialmente en la zona oriental y sur oriental del país, cultivándosele como una planta doméstica y como un cultivo de exportación desde la década de los años 90. Crece de forma silvestre en la región semiárida de Guatemala, en las zonas de vida del bosque seco subtropical y del monte espinoso subtropical, localizadas en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa (Ref. 2).

Durante un estudio realizado en los huertos familiares de la zona semiárida de Guatemala, se observó que el loroco se encuentra presente en el 67.4% de éstos. La cantidad de plantas de loroco observadas varía dependiendo del destino de la producción; por ejemplo, cuando se destina para autoconsumo, se observan pocas plantas creciendo sobre árboles del huerto. Por el contrario, cuando los productos se destinan a la venta, se observan más plantas sometidas a manejo agronómico, el cual consiste en la aplicación de riego, podas y establecimiento de tutores (Ref. 2).

Según el INTECAP (Ref. 10), su cultivo a nivel comercial es relativamente nuevo en relación a otros y lo publicado del tema es poco, existiendo aspectos básicos del cultivo y de la flor que se desconocen. El aprendizaje se ha dado principalmente a partir de la sistematización de la experiencia de agricultores innovadores, mientras que algunas instituciones como la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el INTECAP, a través de sus programas de Asistencia Técnica Agrícola, han iniciado algunos trabajos al respecto de la sistematización de este conocimiento generado.

Debido a ser un producto altamente perecedero se ha dado un enfoque especial a las diferentes formas de preservar dicho cultivo para alargar su vida de anaquel y desarrollar nuevos productos alimenticios. Entre los estudios de métodos de conservación desarrollados en Guatemala, se encuentra el de Ligia Véliz Escobar que expone el proceso de conserva en salmuera (Ref. 16), y el de Jorge Guerrero Martínez que abarca el desarrollo de un estudio técnico económico para el proceso de deshidratación del loroco (Ref. 8).

2. MARCO TEÓRICO

EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia pandurata*) DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE-ESPESANTE EN POLVO

2.1 Origen del loroco

El loroco es una planta comestible de la región mesoamericana, cultivada a una altura sobre el nivel del mar de igual o menor de 1000 metros. Es cultivado en toda Centro América, con excepción de Panamá. En El Salvador, Guatemala y algunos estados del sur de México lo consumen desde sus orígenes.

En Guatemala, el cultivo se distribuye en las zonas semiáridas del oriente, específicamente en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Izabal y Jutiapa. Según esto, en nuestro país es un cultivo que se ha mantenido y desarrollado en forma silvestre. Dicha flor se ha utilizado en la alimentación desde la época precolombina y aún es conocida con el nombre de "Quilite", del náhuatl, que significa "Cahollo " o "Hierba Comestible". (Ref.5).

2.2 Taxonomía

Su nombre científico es *Fernaldia pandurata* de la familia de las *Apocynaceas*, en Guatemala se puede encontrar también una variación del loroco llamada *Fernaldia brachypharynx* (Woodson).

La primera es cultivada en Guatemala, Escuintla, Baja Verapaz y Sacatepequez. La segunda se cultiva en Zacapa, Baja Verapaz, Escuintla, El Progreso, Santa Rosa, Jutiapa y Chiquimula.

2.3 Descripción botánica

El loroco es una hierba trepadora, pequeña o grande, densamente puberulenta o cortamente aterciopelada-pilosa en todas partes. Sus hojas son membranosas, en pecíolos de 1 a 2 cm de largo, oblongo-elípticas o ampliamente ovaladas, de 4 a 13 cm de largo y de 1.5 a 8 cm de ancho, cortamente acuminadas, las hojas de abajo algunas cortadas en la base, las superiores obtusas o truncadas, usualmente muy densas y suavemente pilosas en el envés. La inflorescencia consta de 8 a 18 flores, brácteas, ovaladas, de 1 a 2 mm de largo, cáliz con lóbulos ovalados, agudos u obtusos, de 2 a 3 mm de largo. Corola blanca internamente, verduzca exteriormente y glabra, el tubo de 20 a 22 mm de largo, y de 7 a 9 mm de ancho, los lóbulos ciliados de 10 a 13 mm de largo, densamente velludo-aracnoides al interior de la base. Generalmente la inflorescencia es más corta que las hojas, los pedicelos de 4 a 6 mm de largo (Ref. 17).

2.3.1 Raíz

Es fibrosa y posee sustancias con ciertas características alcaloides conocidas como "Lorocina" y "Loroquina", poseen principios activos que influyen en la presión arterial. Posee un fuerte olor y es considerada venenosa y desarrolla rizomas cuando tiene aproximadamente 6 meses de edad, estos son los responsables de nuevos brotes cuando inicia la época de lluvia.

2.3.2 Tallo

Es una enredadera delgada, débil y pubescente, tiene una base leñosa que persiste, pero con ramas que mueren después que termina su floración en

condiciones silvestres o cuando no existe riego, pero permanece verde en caso que se le aplique riego en época de verano.

2.3.3 Hojas

Son oblongas, elípticas, opuestas, bastante acuminadas, con los bordes externos un poco ondulados. Con dimensiones de 4 a 22 centímetros de largo y 1.5 a 12 centímetros de ancho. Es posible extraer esencias de ellas (Ref. 5).

2.3.4 Flor

Es la parte más aprovechable en la alimentación, la corola en su interior tiene muchos vellos finos observables cuando la flor está fresca. La inflorescencia se da en racimos y cada uno de ellos posee de 10 a 32 flores, dando un promedio de 25 por racimo. Produce flores en la época de mayo a octubre, aunque si existe riego produce flores durante 10 meses al año, entrando la planta en receso en enero y febrero.

Se pueden coleccionar de 30 a 40 racimos cada 4 días por planta en su época de mayor floración.

Figura 1. Flor de loroco (*Fernaldia pandurata*)



2.3.5 Fruto

Es un folículo cilíndrico, alargado y curvado hacia adentro pudiendo alcanzar hasta 34 centímetros de longitud y entre 0.5 y 0.6 centímetros de diámetro. Su obtención es lo más difícil debido a que la flor es constantemente cosechada.

2.3.6 Semilla

Posee gran cantidad de vilano (pelos algodonosos) en el extremo, el cual le sirve para que el viento lo disperse. La semilla posee una gran viabilidad y el porcentaje de germinación es un promedio del 90%. El tiempo que tarda en germinar es de 10 a 15 días (Ref. 5).

2.4 Cosecha

La época de mayor producción es durante los meses de agosto, septiembre y octubre, realizándose en este tiempo cortes semanales. Los meses de menor producción es mayo, junio, julio y noviembre. El corte lo realizan en forma manual, para lo cual utilizan baldes plásticos o canastos de mimbre. La cosecha se realiza en las primeras horas de la mañana para evitar que las flores se deshidraten.

Para transportar el producto se utilizan canastos revestidos de hojas de banano y/o mantas o manteles húmedos para poder mantener la frescura y evitar daños del producto.

2.5 Métodos de conservación

Dado que el producto comercializable es bastante perecedero – dura dos días en temperatura ambiente - los productores-exportadores se han visto en la necesidad de buscar métodos que les permitan conservar el producto por mucho más tiempo. El loroco se prefiere fresco en el mercado local y externo ya que en este estado conserva sus características organolépticas, debido a esto los métodos de conservación más utilizados son los de refrigeración y congelamiento. Existen además otro tipo de conservación como deshidratado, salmuera, criogénesis, esencia, aceite y vinagre.

Cabe mencionar que el producto por ser muy delicado, hasta el momento no puede seguir ningún tratamiento de conservación, algunos productores o comerciantes realizan un lavado previo aplicando tintura de yodo, esto con el propósito de desinfectar la flor; este proceso se realiza en un corto período.

2.5.1 Refrigeración

Con la refrigeración de uso doméstico es posible conservar el loroco por un período de ocho días y la calidad que este posea dependerá de las condiciones de manejo a que se someta el producto previo al enfriamiento, en un cuarto frío el tiempo de conservación puede ser alargado controlando la temperatura y humedad del mismo.

El producto se selecciona, se lava en una solución de 50 ppm de cloro, se escurre y empaca en bolsas plásticas dosificado en libras, posteriormente se coloca en estibas hasta de tres bolsas para evitar daño provocado por el peso (Ref. 12).

2.5.2 Congelamiento

El loroco para exportación se conserva por el sistema de congelamiento rápido, aún en estas condiciones ocurre pérdidas de aroma y deterioro de la calidad; sin embargo, permite conservarlo en mejores condiciones y por más tiempo que en los congeladores de uso doméstico, en los que se ha logrado conservar en condiciones aceptables hasta por tres meses (Ref. 12).

2.5.3 Criogénesis

En Salvador para lograr exportar el loroco a los países de mayor demanda, se creó el sistema de conservación por criogénesis, el cual utiliza nitrógeno líquido congelando el producto instantáneamente.

Uno de los inconvenientes que posee esta técnica, es el daño que sufre el producto a la hora de descongelarse, ya que pierde consistencia y algunas características organolépticas como el sabor y olor, y si existe un exceso de humedad, puede perder el olor característico de la flor, además de ocasionar daños (oxidación y pudrición) en el producto.

2.5.4 Salmuera

Es una disolución de sal en agua que puede ser preparada en diferentes concentraciones. Es un tipo de conserva ácida y el procedimiento busca inhibir el desarrollo de los organismos productores de alteración. Este tipo de conservación no implica necesariamente la destrucción de los microorganismos y se realiza con el fin de disminuir la actividad de agua en los alimentos.

2.5.4.1 Actividad de agua

La mayoría de los procesos vitales requieren la presencia de agua para su desarrollo por lo que la reducción del contenido en agua de los alimentos ha constituido un método eficaz de conservación. El porcentaje en agua de un alimento no es en sí mismo un buen indicador de su estabilidad, puesto que existen diferentes fracciones de agua con distinto grado de disponibilidad para el crecimiento microbiano y la actividad enzimática y química. A efectos de valorar la vida útil de un alimento se utiliza el concepto de actividad de agua (a_w) que indica la proporción de agua libre que contiene el sistema y que es, lógicamente, máxima en el agua pura cuyo valor es 1.

El óptimo valor de a_w para el crecimiento microbiano suele situarse en torno a valores de 0.99 y por debajo de este valor disminuye progresivamente hasta alcanzar un valor mínimo en el cual cesa el crecimiento microbiano. La disminución de la actividad de agua de los alimentos puede conseguirse: bien retirando parte del agua de constitución mediante procesos tales como la deshidratación, evaporación, liofilización, etc, o reteniendo parte del agua libre de los alimentos por adición de solutos, tales como azúcares, sal, etc.

2.5.5 Deshidratado

Este procedimiento se está implementando actualmente en algunas fincas de loroco para exportar el producto. El loroco que se obtiene es aceptable, pero gran parte de sus características organolépticas se pierden en el proceso, por lo que antes del procedimiento es necesario realizar un pretratamiento para asegurar un producto que sea aceptado por el mercado local y exterior.

2.5.6 Aditivos alimentarios

Se define como “aditivo alimentario” cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento en sí, ni se use como ingrediente característico en la alimentación, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada a los productos alimenticios, con un propósito tecnológico en la fase de su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase, transporte o almacenamiento tenga, o pueda esperarse razonablemente que tenga, directa o indirectamente, como resultado que el propio aditivo o sus subproductos se conviertan en un componente de dichos productos alimenticios.

Hay que distinguir entre aditivos, que son sustancias que se añaden intencionalmente, e impurezas, que aparecen en los alimentos por diversas causas de contaminación.

Los aditivos se utilizan por varias razones: para mantener las cualidades organolépticas y microbiológicas de un alimento sano hasta el momento de su consumo; mejorar los alimentos, muchos aditivos sirven para mantener o mejorar las características organolépticas que atraen al consumidor, al añadir un suplemento de color o un potenciador de sabor, las ventas del alimento serán mayores.

Los aditivos pueden ser clasificados, en función de su acción, de la siguiente manera:

- Colorantes.
- Aromas.
- Conservadores.
- Antioxidantes.
- Emulgentes, estabilizantes, espesantes y gelificantes.
- Acidulantes y correctores de la acidez.

- Antiaglomerantes.
- Potenciadores de sabor.
- Antiespumantes.
- Edulcorantes artificiales.
- Almidones modificados.
- Gasificantes.
- Productos diversos (endurecedores, humectantes, secuestrantes, etc.).

2.6 Importancia de la planta

El cultivo del Loroco (*Fernaldia pandurata woodson*) en El Salvador y ahora en Guatemala es una respuesta para muchos agricultores locales a la emergente problemática de baja rentabilidad de cultivos convencionales. Hoy en día, muchos agricultores y exportadores conocen el potencial del cultivo, ya sea en forma fresca o procesada y sus posibilidades tanto en el mercado interno como para el comercio exterior.

Según un estudio realizado por Ana Luisa Mendez Hernandez de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para el Instituto de Agricultura y Comida, BENSON, la deficiencia de vitamina A en las regiones rurales del oriente de Guatemala puede ser controlada con una dieta diaria de alimentos que contiene esta y que se encuentran al alcance de las personas.

Uno de estos alimentos es el loroco, el cual es una planta silvestre en los departamentos de dicha región y que ahora se ha convertido en uno de los principales cultivos para algunas familias. La venta del loroco genera mayores ganancias en época de baja producción, por lo que muchas comunidades han optado por el riego para obtener producto durante 10 meses en el año.

El cultivo de loroco presentó un crecimiento anual sostenido en su precio por libra en el año 1,999, este fue de Q14.62 y para el año 2003 de Q17.54, representando en un lapso de 5 años una variación absoluta de Q2.92, lo que equivale a un incremento en términos relativos de 16.64%. En términos cuantitativos, para el año 2003, la producción anual de loroco en Guatemala era de 18,916 quintales (851,220 Kg.), en un área de 300 manzanas (210 hectáreas), proyectándose para el 2008 una producción de 23,742 quintales (1,068,390 Kg.), representando una tendencia ascendente a nivel productivo (Ref. 7).

2.7 Valor Alimenticio

Además del exquisito olor y sabor que el loroco posee, estudios realizados demuestran que contiene un alto valor alimenticio por su contenido de proteínas, vitamina A activada, alto valor energético, entre otros.

Por 100g de flores de loroco.

Tabla I. Valor nutricional del loroco (*Fernaldia pandurata*) en fresco.

Agua	89.3 g	Calcio	58 mg
Proteínas	2.6 g	Fósforo	46 mg
Grasa	0.2 g	Hierro	1.1 mg
Carbohidratos	6.7 g	Vitamina A	60 UI
Fibra cruda	1.4 g	Tiamina	0.62 mg
Ceniza	1.2 g	Riboflavina	0.10 mg
Niacina	2.34 mg	Acido ascórbico	12 mg
Valor energético	32 kcal		

Fuente: www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap2.htm

2.8 Usos del loroco

2.8.1 Consumo directo

Los botones del loroco son consumidos preferiblemente frescos, mejor si son recién cortados ya que aún tienen el olor y sabor distintivos de la planta. Se utiliza para condimentar comidas como el caldo, frijoles, arroz, tamales y tortillas.

2.8.2 En productos lácteos

Por ser un condimento, el loroco es utilizado para dar sabor a quesos y crema que se encuentran de venta en los diferentes mercados del país.

2.8.3 Productos alimenticios para preparados

En la actualidad el loroco deshidratado se utiliza en preparados de caja para la realización de pollo en crema con loroco.

2.9 Beneficios al consumir el rechazo de loroco

No existen normas legales de calidad establecidas en el país para la flor de loroco. Las experiencias de transacciones comerciales en el exterior, permiten deducir que cada comprador define sus propias normas de calidad, algunos quieren el racimo floral sólo con las flores cerradas más desarrolladas con cierta uniformidad en el tamaño, para ellos se hace necesario eliminar las flores más pequeñas. Otros piden el racimo con flor abierta, para el consumidor

local el producto se prefiere fresco sin mancha por oxidación y sin daños por insectos.

El rechazo entonces es todo aquel producto que ya no es exportable o que no es vendido en el mercado local, debido al tiempo de corte o porque la flor está completamente abierta, por lo que aún se encuentra en buen estado. Se rechaza entre un 10-15% de la producción diaria, siendo esta de 2 quintales en una plantación en época de lluvia o cuando se cuenta con riego. La flor es rechazada generalmente después de 24 horas de haber sido cortada sin ningún tipo de tratamiento. La producción reportada anualmente es de aproximadamente 2500 a 3000 quintales solamente en El Progreso.

Si se utiliza el rechazo, el productor tiene oportunidad de sacar provecho de la mayor parte de su cosecha y además se obtiene un costo menor en la producción del preparado de una sopa estilo crema, ya que no se está utilizando producto de primera, pero si un loroco que aún posee sus características organolépticas.

2.10 Descripción de maquinaria y equipo

Está enfocada básicamente a la recopilación de las características físicas de las maquinas que se emplearan para la elaboración de polvo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada.

2.10.1 Torre de secado

Esta contiene una serie de bandejas circulares dispuestas unas sobre otras. Utiliza una corriente de aire o gas caliente que pasa por las bandejas. El

sólido se descarga por medio de raquetas en la bandeja inferior y de esta forma circula a través del secador, el producto final es descargado en el fondo de la torre.

2.10.1.1 Secado al vacío

Los métodos de deshidratación al vacío pueden crear los productos secados de más alta calidad, pero los costos también son más altos generalmente que los de otros métodos en que no se emplea el vacío. En el secado al vacío, la temperatura del alimento y la velocidad con la que se elimina el agua se controlan regulando el grado de vacío y la intensidad del calor introducido. La transmisión de calor al alimento se efectúa sobre todo por conducción e irradiación. Normalmente los procesos de secado al vacío se pueden controlar con más precisión que los que se basan en el calentamiento por convección del aire.

Todos los sistemas de secado al vacío tienen cuatro elementos esenciales: una cámara al vacío de construcción fuerte para que resista a la presión del aire exterior que puede exceder a la del aire interior hasta 3,000 kg/m²; un medio de suministro de calor; un mecanismo para producir y mantener el vacío; y unos componentes para recoger el vapor de agua a medida que se evapora del alimento.

2.10.1.2 Grado de vacío

La presión atmosférica al nivel del mar es aproximadamente 15 psi, la que se requeriría para sostener una columna de mercurio de 76 cm. Esto es equivalente a 760 mmHg o 2.5 cmHg es aproximadamente 25 mm. A una atmósfera, o 76 cm, o 760 mmHg, el agua pura hierve a 100 °C.

A 25 cm, o 250 mmHG, el agua pura hierve a 72°C. A 5 cm o 50 mmHg, el agua pura hierve a 38°C. La deshidratación al alto vacío se hace con presiones más bajas aún, que se miden en fracciones de 1 mmHg. En Europa una presión equivalente a 1 mmHg se denomina 1 Torr. Un vacío equivalente a una presión de 2 Torr, por lo tanto, a 2/760 de presión atmosférica. La liofilización se hace generalmente en la escala entre 2 – 0.1 mmHg. La décima parte de un milímetro es también 100 μ , puesto que 1 mm equivale a 1000 μ .

2.10.1.3 Secadores de bandejas al vacío

Uno de los tipos más sencillos de secadores al vacío es el de bandejas para el secado de cantidades fijas. Si se secan líquidos como jugos de frutas concentrados arriba de unos 3 mm, el jugo hierve y salpica, pero a unos 3 mm o más abajo, el jugo concentrado se infla a medida que pierde vapor de agua. Después el jugo deshidratado retiene la estructura inflada y esponjosa. Ya que se puede emplear temperaturas muy por debajo de 38°C, además de lograr una solubilidad muy rápida, se reducen al mínimo los cambios de sabor y los otros daños causados por el calor. Este tipo de secador de charolas al vacío sirve también para la deshidratación de alimentos en trozos. En este caso, la rigidez del alimento sólido no deja que se esponje mucho. Y también tiende a limitar el encogimiento.

2.10.2 Molino de martillos

Son molinos que contienen un rotor que gira a gran velocidad en el interior de una coraza cilíndrica. La alimentación entra por la parte superior de la coraza, se trocea y cae a través de una abertura situada en el fondo. Las partículas son trituradas por una serie de martillos acoplados a un disco rotor.

Una partícula de alimentación que entra en la zona de molienda no puede salir sin ser golpeada por los martillos, estos la rompen en pedazos que se proyectan contra la placa yunque estacionaria situada dentro de la coraza, rompiéndose todavía en fragmentos más pequeños, estos a su vez son pulverizados por los martillos y son impulsados a través de una rejilla o un tamiz que cubre la abertura de descarga.

Los molinos de martillos pulverizan casi cualquier producto: sólidos fibrosos duros como cortezas de un árbol o piel, virutas de acero, pastas húmedas blandas, arcilla viscosa y roca dura. para una molienda fina, la velocidad periférica de los extremos de los martillos alcanza 110 m/s (360 ft/s) y reducen de 0.1 a 15 toneladas/h a tamaños más finos que 200 mallas (Ref. 13).

3. METODOLOGÍA

3.1 Localización

3.1.1 Localización experimental

La parte experimental de la investigación se realizará en las siguientes instalaciones:

1. Laboratorio de bromatología del Centro de Investigaciones de alimentos en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Laboratorio de alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas (USAC).
3. Sección de Química-Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería (USAC).
4. Laboratorio de Histología de la Facultad de Agronomía (USAC).
5. Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales LIEXVE (USAC).

3.2 Recursos humanos

Investigador: Carol Tatiana Cabrera Pinzón
Asesor: Ing. César Alfonso García

3.3 Obtención de las muestras

La materia prima será flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) del rechazo de cosecha de la región de El Progreso.

3.4 Metodología experimental para la obtención de la composición química de la flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada en polvo y la sopa de crema.

3.4.1 Materia prima

Flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) de rechazo de la cosecha.

3.4.2 Análisis químico proximal

El análisis químico proximal es un método por el cual se conoce cuantitativamente el valor nutricional de un alimento o materias primas y sirve para la formulación específica de un alimento, para especies humano y animal en particular. Este se realizará en el laboratorio de bromatología del Centro de Investigaciones de alimentos en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Las muestras serán: rechazo de flor de loroco, polvo de loroco deshidratado a presión atmosférica en corte y entero; polvo de loroco deshidratado al vacío en corte y entero. Y las sopas desarrolladas con cada uno de los deshidratados.

3.5 Metodología de análisis organoléptico del producto realizado con flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada en polvo

Para esto se utilizará la prueba hedónica de 9 puntos.

Nombre: _____

Instrucciones: Observe y pruebe cada muestra. Indique el grado en que le gusta o le desagrada la muestra, haciendo una marca en la línea correspondiente a las palabras apropiadas en cada columna:

_____	Me gusta muchísimo
_____	Me gusta mucho
_____	Me gusta moderadamente
_____	Me gusta poco
_____	No me gusta ni disgusta
_____	Me disgusta poco
_____	Me disgusta moderadamente
_____	Me disgusta mucho
_____	Me disgusta muchísimo

Observaciones: _____

3.6 Metodología para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada en polvo a nivel laboratorio.

3.6.1 Materia prima

Rechazo de Loroco fresco. El rechazo es todo aquel producto que ya no es exportable o que no es vendido en el mercado local, debido al tiempo de corte o porque la flor está completamente abierta, por lo que aún se encuentra en buen estado. Se rechaza entre un 10-15% de la producción diaria, siendo esta de 2 quintales en una plantación en época de lluvia o cuando se cuenta con riego. La flor es rechazada generalmente después de 24 horas de haber sido cortada sin ningún tipo

de tratamiento. La producción reportada anualmente es de aproximadamente 2500 a 3000 quintales solamente en El Progreso.

Figura 2. Flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) rechazada por tiempo de corte.



3.6.2 Equipos para el proceso de deshidratado y molienda.

3.6.2.1 Secador de bandejas: capacidad de 14 bandejas con malla. Se utilizará una temperatura promedio de 60°C.

Figura 3. Secador de bandejas.



3.6.2.2 Secador con sistema de vacío: capacidad de 3 bandejas sin malla. Se utilizará una temperatura promedio de 40°C.

Figura 4. Secador con sistema de vacío.



3.6.2.3 Molino de martillos: Marca Thomas con 10 martillos de molienda y malla de 0.5mm, para molienda de material deshidratado .

Figura 5. Molino de martillos.



3.6.2.4 Compresor.

3.7 Metodología para la obtención de la sopa tipo crema utilizando como aditivo flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada en polvo a nivel laboratorio.

3.7.1 Materia prima

Rechazo de flor de loroco deshidratado y en polvo.

3.7.2 Materiales

Cebolla

Ajo en polvo

Espesante (maicena, papa o harina de trigo).

Glutamato monosódico.

Crema láctea.

Sal y especias.

3.7.3 Cristalería y equipo

3.7.3.1 Cristalería

Beackers.

Varillas de agitación.

Probetas.

Vidrio de reloj.

Embudo.

3.7.3.2 Equipo

Estufa.

Secador de Bandejas.

Molino.

Balanza.

3.7.3.3 Materiales

Papel filtro.

Espátula.

Agitador magnético.

3.8 Diseño experimental

3.8.1 Variables

3.8.1.1 Independientes

FL Flor de loroco procedente de El Progreso con característica no exportable.

SV, SP Secado a vacío y a presión atmosférica.

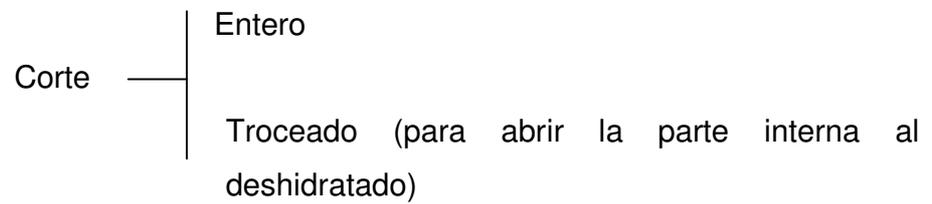
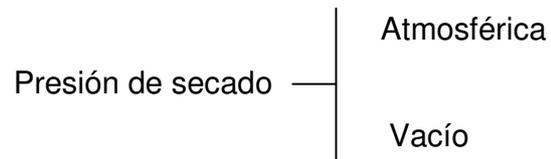
FLE, FLC Loroco entero y cortado.

3.8.1.2 Dependientes

Porcentaje de humedad residual (peso de materia).

Tiempo de secado.

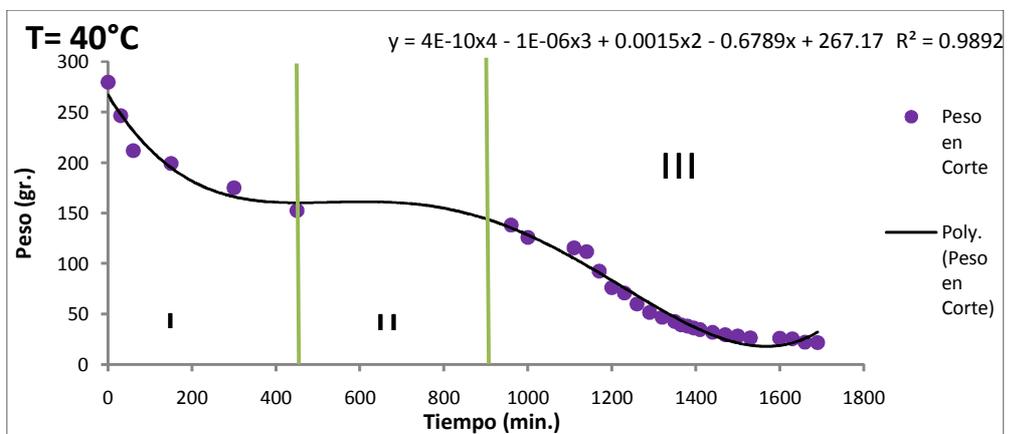
3.8.2 Parámetros fijos



Se realizarán tres corridas cada parámetro, haciendo un total de 12 corridas.

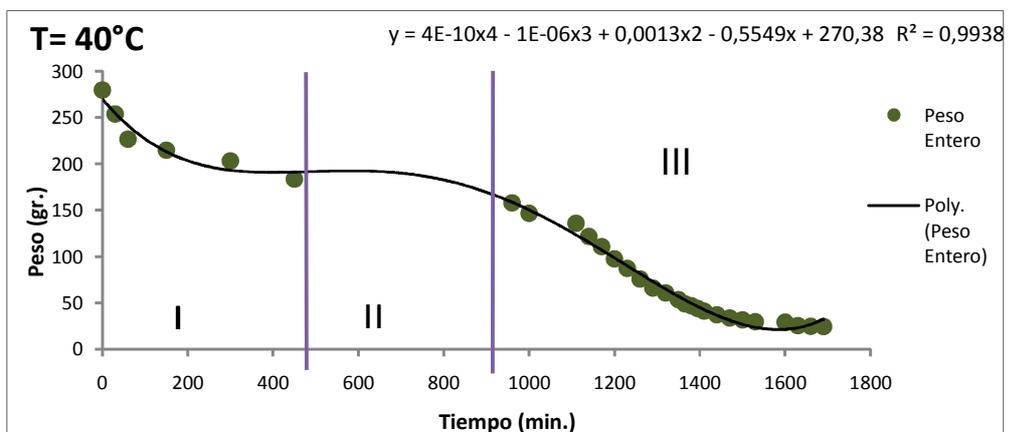
4. RESULTADOS

Figura 6. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte, secada a presión atmosférica.



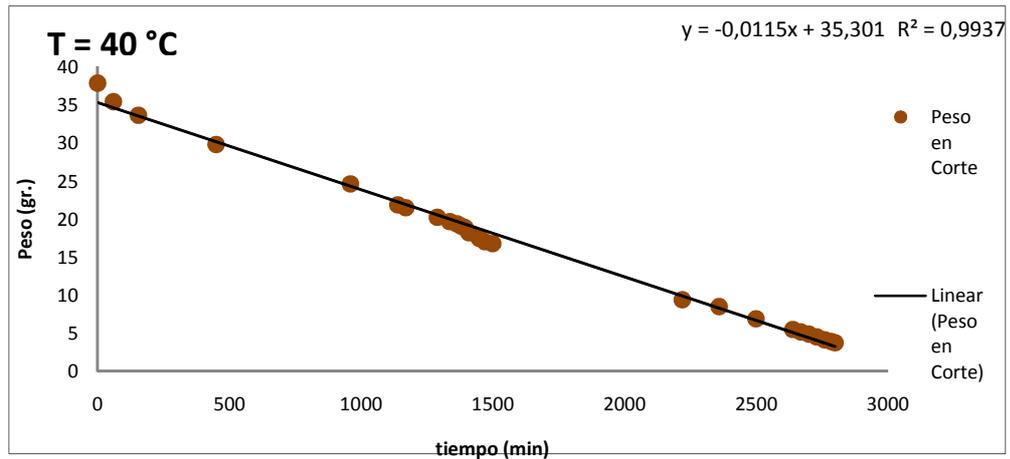
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 7. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera, secada a presión atmosférica.



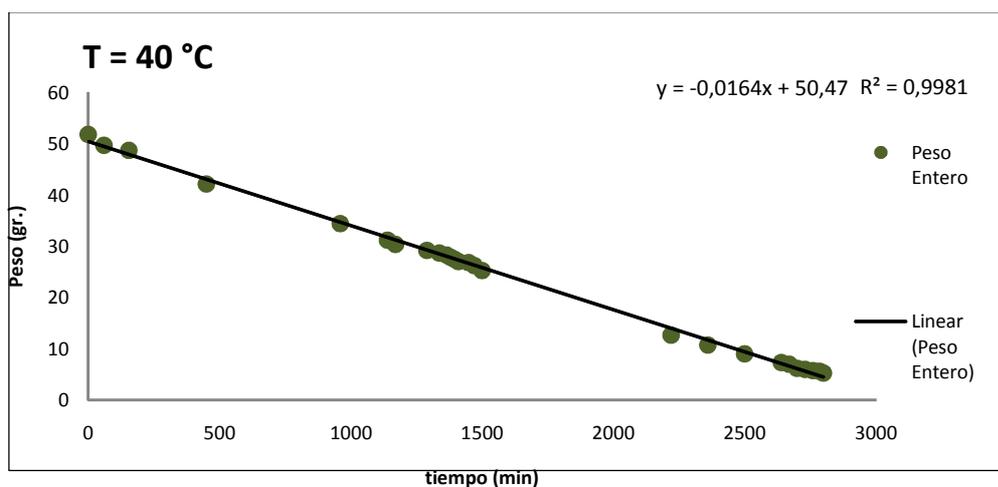
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 8. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte, secada al vacío (431.8 mmHg).



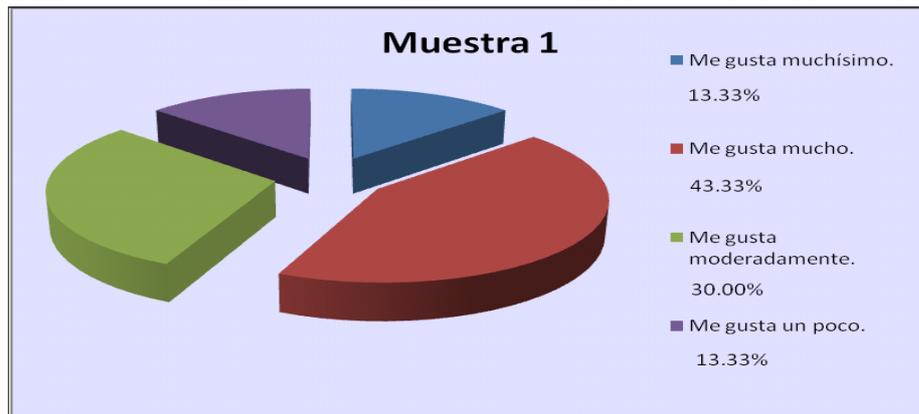
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 9. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera, secada al vacío (431.8 mmHg).



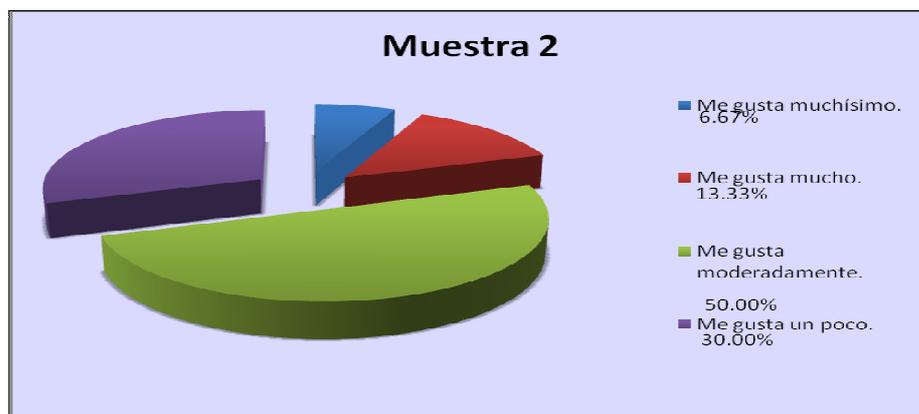
Fuente: Dato obtenidos en laboratorio.

Figura 10. Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) entero, a presión atmosférica, como saborizante de una sopa tipo crema.



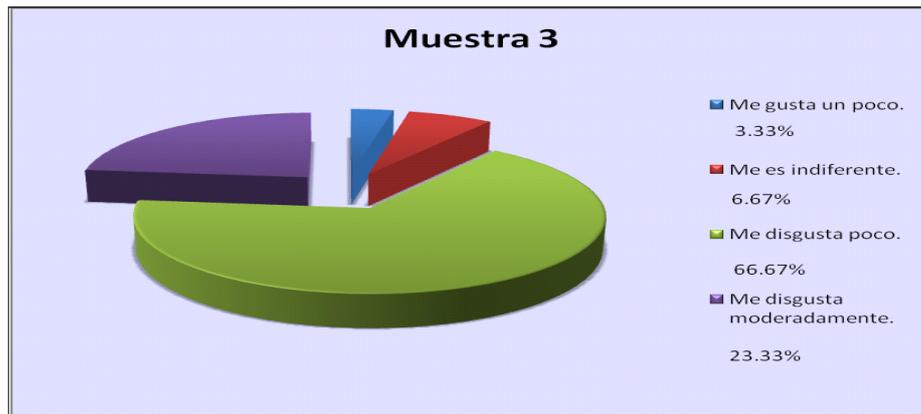
Fuente: Anexos Tabla

Figura 11. Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) en corte, a presión atmosférica, como saborizante de una sopa tipo crema.



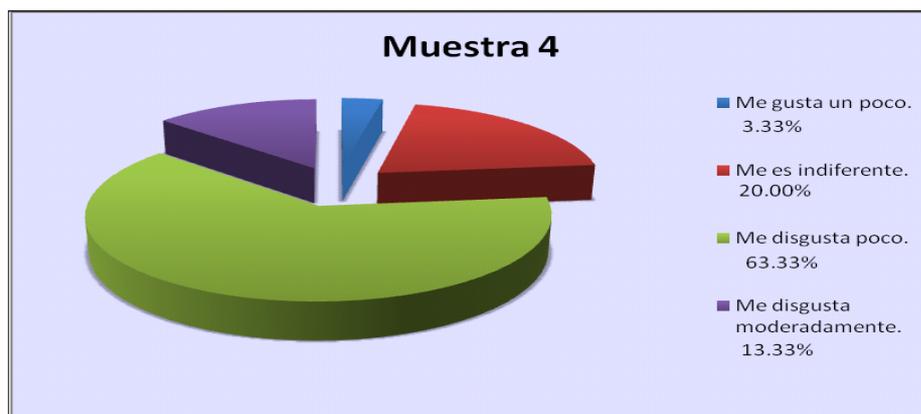
Fuente: Anexos tabla

Figura 12. Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) entero, secado al vacío, como saborizante de una sopa tipo crema.



Fuente: Anexos Tabla

Figura 13. Análisis sensorial del polvo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) en corte, secado al vacío, como saborizante de una sopa tipo crema.



Fuente: Anexos Tabla

Tabla II. Valor nutricional del polvo de loroco (*Fernaldia pandurata*), obtenida a nivel laboratorio.

	Presión Atmosférica		Vacío	
	Entero	En corte	Troceado	En corte
Análisis	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Materia Seca	78.62	86.17	89.25	88.13
Cenizas	11.18	12.14	12.81	4.10
Extracto Etéreo	1.02	1.01	1.17	1.20
Fibra Cruda	32.84	30.13	16.11	18.27
Proteína Cruda	25.30	26.64	29.21	29.01
Carbohidratos	29.65	30.08	40.7	47.42

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se desarrolló un suplemento saborizante-espesante a base del rechazo de botones de flor de loroco deshidratada y en polvo a nivel de laboratorio. Este cultivo es altamente perecedero y sus propiedades organolépticas empiezan a declinar al momento de cortar la flor, debido a esto la producción se consume fresca el mismo día, el loroco se vende a menor precio al día siguiente de corte y este ya es considerado rechazo. Para poder utilizar este producto se llevó a cabo dos pre tratamientos antes de deshidratarlo. El primero se realizó sumergiendo las flores en una solución de ácido ascórbico con concentración de 1 g/L y luego se escaldaron en una solución de 5 g/L de sal. Para el secado se utilizaron dos equipos diferentes, una secadora de bandejas de flujo forzado (presión atmosférica) y una secadora de bandejas con sistema de vacío.

El producto que se obtuvo con el primer equipo mantuvo su color en las partes verdes de la flor y los pétalos se tornaron, amarillos algunos y café otros, se mantuvo el olor característico del loroco pero en menor intensidad. En este procedimiento se aplicaron dos versiones de producto; entero y en corte. Las dos curvas de secado se realizaron tomando una muestra de cada versión y pesando cada media hora, se realizaron tres corridas para cada una de las versiones, la primera corrida se utilizó como control del deshidratado, y las siguientes para realizar las curvas de secado, calculando la pérdida en peso en función del tiempo. El comportamiento que se obtuvo no fue lineal y en la gráfica se obtuvieron tres zonas de deshidratado, la primera muestra una pérdida rápida de peso en las muestras con una velocidad alta de secado, la segunda presenta un estancamiento en la pérdida de peso y la última zona presenta una pérdida de peso constante. Este comportamiento se dio debido a

la estructura vegetal del loroco, como se puede ver en la figura 28, los pétalos de los botones de flor de loroco se encuentran enrollados y en los botones florales y sus pedúnculos, así como el raquis de la inflorescencia de loroco, existen conductos de excreción que contienen un líquido acuoso, por lo tanto al deshidratar se elimina primero el agua externa del producto (zona I), después el líquido acuoso dentro de la flor se evapora (zona II), y la última zona representa el deshidratado completo de la flor. La curva que se obtuvo para el loroco entero presentó un comportamiento polinomial, cuya ecuación fue $y = 4E-10x^4 - 1E-06x^3 + 0.0013x^2 - 0.5549x + 270.38$ con una correlación $R^2 = 0.9938$. Para el loroco en corte la ecuación calculada fue $y = 4E-10x^4 - 1E-06x^3 + 0.0015x^2 - 0.6789x + 267.17$, con una correlación $R^2 = 0.9892$.

El loroco secado en el equipo con sistema de vacío presentó una declinación de color desde el inicio y tomó más tiempo secar el producto. La flor deshidratada mostró un color verde menos intenso que el original y todos los pétalos de las flores se tornaron café debido a la oxidación. A pesar de los pre tratamientos aplicados para evitar la oxidación esta fue inevitable debido al equipo utilizado, ya que este no cuenta con extracción de la humedad que se libera de la materia prima y tampoco cuenta con sistemas que ayuden a calcular la humedad en ella, por lo que es necesario abrir la cámara para tomar muestra, rompiendo así el sistema de vacío. El olor característico del loroco no se mantuvo ya que la humedad se acumulaba en la recámara de secado creando una actividad de agua alta y constante por un período de tiempo largo en el producto, lo cual ayudó a que este empezara a descomponerse.

A pesar de esto, las curvas de secado presentadas tanto para loroco entero como en corte muestran un comportamiento lineal debido a que el vacío creado en la recámara elimina las barreras estructurales de los botones de flor, manteniendo una velocidad de secado casi constante lo cual, en un equipo

ideal, ayuda a que la materia prima pierda agua uniformemente y las propiedades de esta se mantengan. Para las dos muestras se obtuvieron sistemas lineales de secado, para loroco entero la ecuación fue $y = -0.0164x + 50.47$, con una correlación $R^2 = 0.9981$, y para el loroco en corte se obtuvo una ecuación lineal $y = -0.0115x + 35.301$, con una correlación $R^2 = 0.9937$.

En el análisis proximal realizado a las cuatro muestras se pudo observar que la cantidad de cenizas disminuye drásticamente cuando el loroco se seca entero y al vacío. El valor del extracto etéreo se mantuvo igual en las muestras. En cuanto a la fibra cruda, las dos muestras a presión atmosférica mostraron un valor de casi el doble que en el sistema al vacío, esto pudo ser debido a la descomposición que presentó el producto final, debido a la humedad acumulada en la cámara de vacío. La fibra también pudo hidrolizarse dejando cadenas de carbohidratos, aumentando el valor de estos en la materia deshidratada en la cámara de vacío.

En ambos sistemas, tanto a presión atmosférica como al vacío, el loroco entero y el loroco en corte no presentaron diferencias en la pérdida en peso en función del tiempo y sus curvas muestran el mismo comportamiento, pero el loroco entero presentó mejores características organolépticas que el loroco en corte.

Para comprobar su función como saborizante-espesante, se realizó una sopa tipo crema con las cuatro muestras obtenidas. Para la sopa se utilizó leche y crema como base, mantequilla y especias, además se agregó glutamato monosódico para resaltar el sabor de loroco. Para la muestra 1 (loroco entero secado a presión atmosférica) se obtuvo un 43.44% de aceptación y un valor de tres puntos (me gusta mucho), para la muestra 2 (loroco entero secado a presión atmosférica) se obtuvo un 50% de aceptación y un valor de 2 puntos (me gusta moderadamente). La muestra 2 poseía un sabor más leve a loroco,

al igual que su olor. La cantidad de loroco utilizada en la muestra 1 fue de 7% en peso respecto a la receta utilizada y para la muestra 2 fue el doble. En cuanto a la apariencia, en las dos muestras se obtuvo una aceptación moderada debido al color (verde-café) y a su consistencia grumosa.

Tanto la muestra 3 y 4 (loroco entero y en corte secado al vacío) tuvieron una calificación negativa de -1 (me disgusta poco) debido al mal sabor que obtuvieron las materias primas al secarse dentro de la cámara de vacío. Las observaciones en cuanto a la apariencia fueron las mismas hechas para las primeras muestras. Ninguna muestra tuvo la característica de espesante debido a la baja cantidad o inexistencia de almidón dentro de la flor de loroco.

CONCLUSIONES

1. Es factible utilizar el rechazo de botón de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratado en polvo como un saborizante.
2. El rechazo de botón de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratado en polvo no puede utilizarse como espesante debido a la baja cantidad o inexistencia de almidón en su estructura.
3. El loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratado entero preserva mejor las propiedades organolépticas características de este alimento.
4. El nivel bajo de fibra cruda en las muestras a vacío se debió a la descomposición de la materia prima dentro de la cámara de secado.
5. La temperatura de deshidratado fue igual para los dos sistemas, presión atmosférica y vacío, pero en el sistema al vacío se pierden todas las características organolépticas.
6. Es posible realizar una sopa tipo crema con sabor a loroco (*Fernaldia pandurata*) al utilizar el rechazo de botón de flor deshidratado en polvo.
7. La sopa tipo crema elaborada con saborizante en polvo de loroco (*Fernaldia pandurata*), deshidratado a presión atmosférica y entero, tuvo mayor aceptación, con una calificación de tres puntos (me gusta mucho) del 43.33% de la muestra.
8. El loroco (*Fernaldia pandurata*) en corte secado a presión atmosférica tuvo una calificación de dos puntos (me gusta moderadamente), con una

aceptación del 50%, utilizando el doble de cantidad en porcentaje en peso que en la muestra 1.

9. Las dos sopas tipo crema realizadas con las muestras secadas en el sistema al vacío tuvieron la misma calificación de -1 (me disgusta poco) y no fueron aceptadas por sus características organolépticas.
10. La velocidad de secado en las muestras a presión atmosférica no fue constante ya que el producto libera primero la humedad superficial y luego la humedad interna de la flor, creando tres regiones marcadas en la curva, una de secado a velocidad alta (zona I), la segunda de estancamiento (zona II), donde la humedad interna se evapora y la última (zona III) donde se termina de deshidratar el producto a menor velocidad.
11. La velocidad de secado en las muestras al vacío fue constante, permitiendo un deshidratado uniforme y la conservación de las propiedades nutricionales del producto.
12. Las curvas de secado para las muestras a presión atmosférica presentaron un comportamiento polinomial de grado 4.
13. Las curvas de secado para las muestras al vacío presentaron un comportamiento lineal.
14. Los botones florales y sus pedúnculos, así como el raquis de la inflorescencia de loroco (*Fernaldia pandurata*), presentan conductos de excreción conteniendo un líquido acuoso con las sustancias que le dan el sabor y el aroma típico.

RECOMENDACIONES

1. Realizar más investigación sobre las propiedades del loroco como alimento y fuente de ingresos para el área oriente del país.
2. Desarrollar nuevos productos para la industria alimenticia, utilizando el rechazo de flor de loroco deshidratado en polvo como saborizante.
3. Investigar más sobre los valores nutritivos del loroco, enfocándose especialmente en el tipo de aminoácidos que este posee.
4. Desarrollar y construir un sistema de extracción de humedad para el equipo de secado al vacío, para obtener mejores resultados al secar la materia prima.
5. Realizar nuevos pre tratamientos, para el secado de flor de loroco al vacío, para evitar el pardiamiento de esta debido a la toma de muestras.
6. Realizar pruebas con sulfito de sodio como antioxidante para preservar el loroco y ver su efecto tanto en deshidratado a presión atmosférica como deshidratado al vacío.
7. Investigar más sobre los diferentes métodos de conservación para alargar la vida de anaquel del loroco y para preservar y aprovechar el rechazo de cosecha del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. AVENDAÑO, Nancy. Botones de Loroco. Guatemala, PRENSA LIBRE (en línea). Consultado el 29 de abril del 2009. Disponible en <http://www.prensalibre.com/pl/domingo/archivo/domingo/pdfs/do071001.pdf>
2. AZURDIA, César. Agrobiodiversidad de Guatemala. Capítulo 9. Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP, 2008. Disponible en <http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/libro-biodiversidad-de-guatemala/Capitulo%209.pdf>
3. BENSON. Contenido de Vitamina A en Alimentos Vegetales de Mayor Consumo en las Comunidades Beneficiarias del Instituto Benson (en línea). Consultado el 30 de abril del 2009. Disponible en <http://benson.byu.edu/Publication/RELAN/V14/Contenido.asp>.
4. DE LEÓN De Paz, Otto Raúl. Manejo de sólidos en ingeniería química. Tercera remodelación. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.
5. DE ROSA, Evelyn. El Cultivo de Loroco. Boletín Divulgativo No. 57, El Salvador: MAGA y CENTA, 1992.
6. FELLOWS, Peter. Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y Prácticas. España: Editorial Acribia, S.A., 1994.
7. GARZA Castillo, Romeo A. Impacto Socio Económico de la Introducción del Cultivo de Loroco *Fernaldia pandurata*, (Apocynaceae), en el

Municipio de Jerez, Jutiapa. Tesis Ing. Agr., Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, 2008.

8. GUERRERO Rodríguez, Jorge U. Estudio Técnico – Económico para el Proceso de Deshidratación de Loroco (Fernaldia Pandurata). Tesis Ing. Química. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, 2008.
9. INCAP. Plantas alimenticias y medicinales de las zonas semiáridas de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos. 1988, pp. 185-186.
10. INTECAP. Loroco. Revista Identidad (en línea). Guatemala, consultado el 29 de abril del 2009. Disponible en <http://intecap.info/revistaidentidad/24/asistencia.htm>
11. MADRID, Antonio. Los Aditivos en los Alimentos. España: Editorial Mundi-Prensa.
12. MARTÍNEZ Barrios, Silas Misael. Evaluación Agroeconómica de métodos de propagación de loroco (Fernaldia Pandurata) y su producción en el Departamento de Retalhuleu. Tesis Ing. Agr., Guatemala, Quetzaltenango, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, 2007.
13. McCABE, Smith Harriott. Operaciones Unitarias Ingeniería Química. Sexta edición. México: Editorial McGraw – Hill, 2003.
14. PERRY, Robert H. Manual del Ingeniero Químico. Quinta edición. México: Editorial McGraw – Hill, 1973.

15. POTTER, Norman. La Ciencia de los Alimentos. México: Harla, 1973.
16. VÉLIZ Escobar, Ligia María. Diseño del proceso de loroco (Fernaldia Pandurata) en salmuera a nivel planta piloto. Tesis Ing. Química. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, 2008.
17. <http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdr om/contenido/libro11/cap2.htm>

ANEXO 1

Figura 14. Diagrama de requisitos académicos.

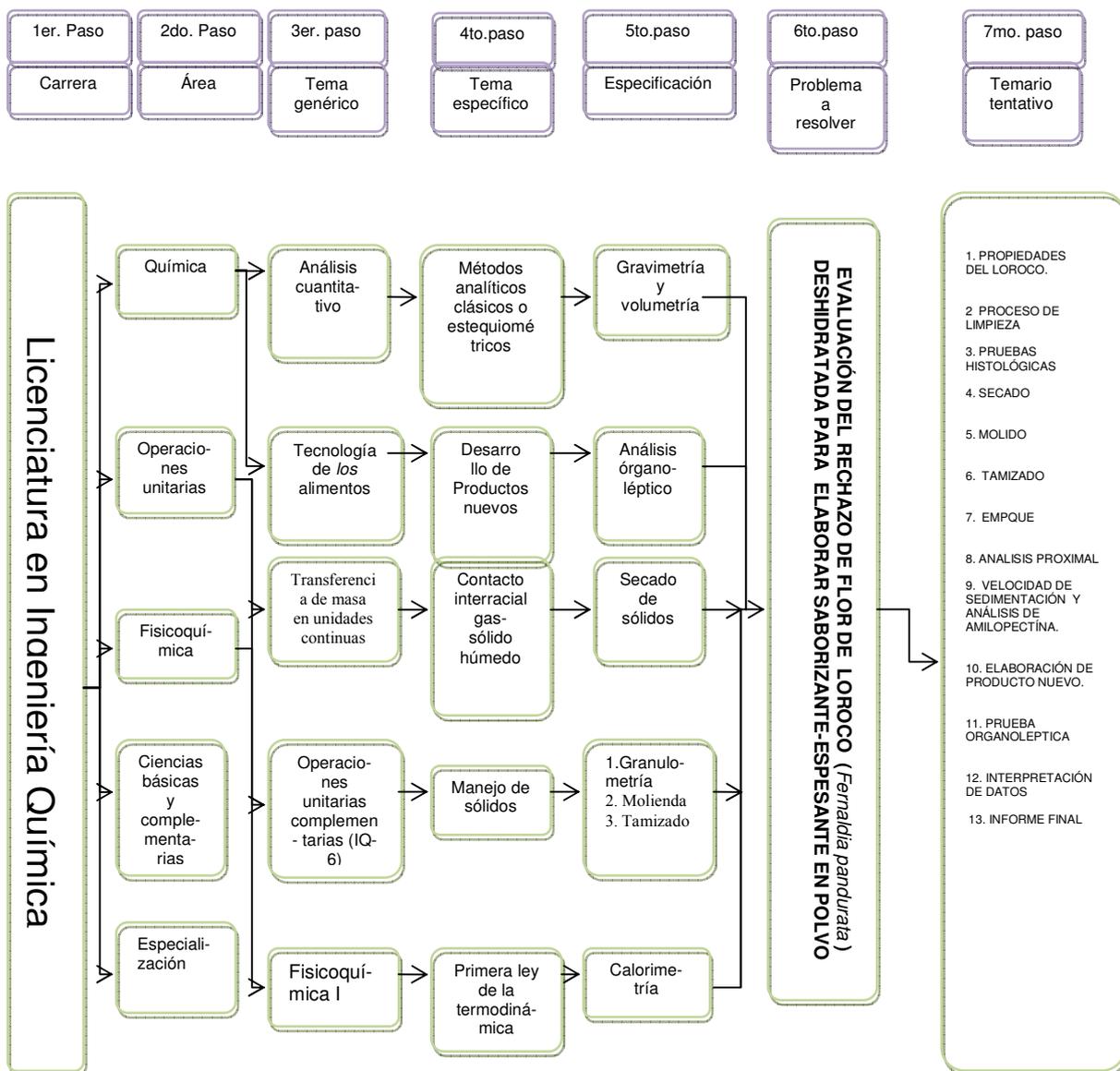


Tabla III. Procedimiento de trabajo.

<i>INFORMACION RELACIONADA</i>	<i>TRABAJO LABORATORIO</i>	<i>TRABAJO ESCRITO</i>
Requisitos académicos	Laboratorio de investigación de extractos vegetales. *Pre-tratamientos. *Secado (presión Atmosférica y vacío) *Molido y tamizado.	Registro de datos
Consulta con Inga. Hilda Palma, Inga. Licely de León e Ing. César García.		Evaluación sensorial Y de calidad
Centros de información y Bibliotecas	Laboratorio de química de Facultad de Ingeniería *Análisis de velocidad Sedimentación.	Recolección de datos y análisis de resultados finales.
Facultad de Agronomía	*Análisis de Amilopectina.	Informe Final
Faculta de Ingeniería USAC y URL	Centro de Herbario de la Facultad de Agronomía. *Clasificación botánica del rechazo de flor de loroco.	
Biblioteca Central USAC, URL		
Intecap		
Banco de Guatemala	Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria *Análisis químico proximal.	
Infoagro del MAGA		
Agexport	Laboratorio de Microscopia de la Facultad de Agronomía * Cortes histológicos.	
Consultas en línea	Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Farmacia *Realización de las sopas tipo crema con los 4 polvos de rechazo de flor de loroco obtenidos.	

Fuente: Desarrollo de investigación.

ANEXO 2

Figura 15. Diagrama para la evaluación del rechazo de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratado en polvo.

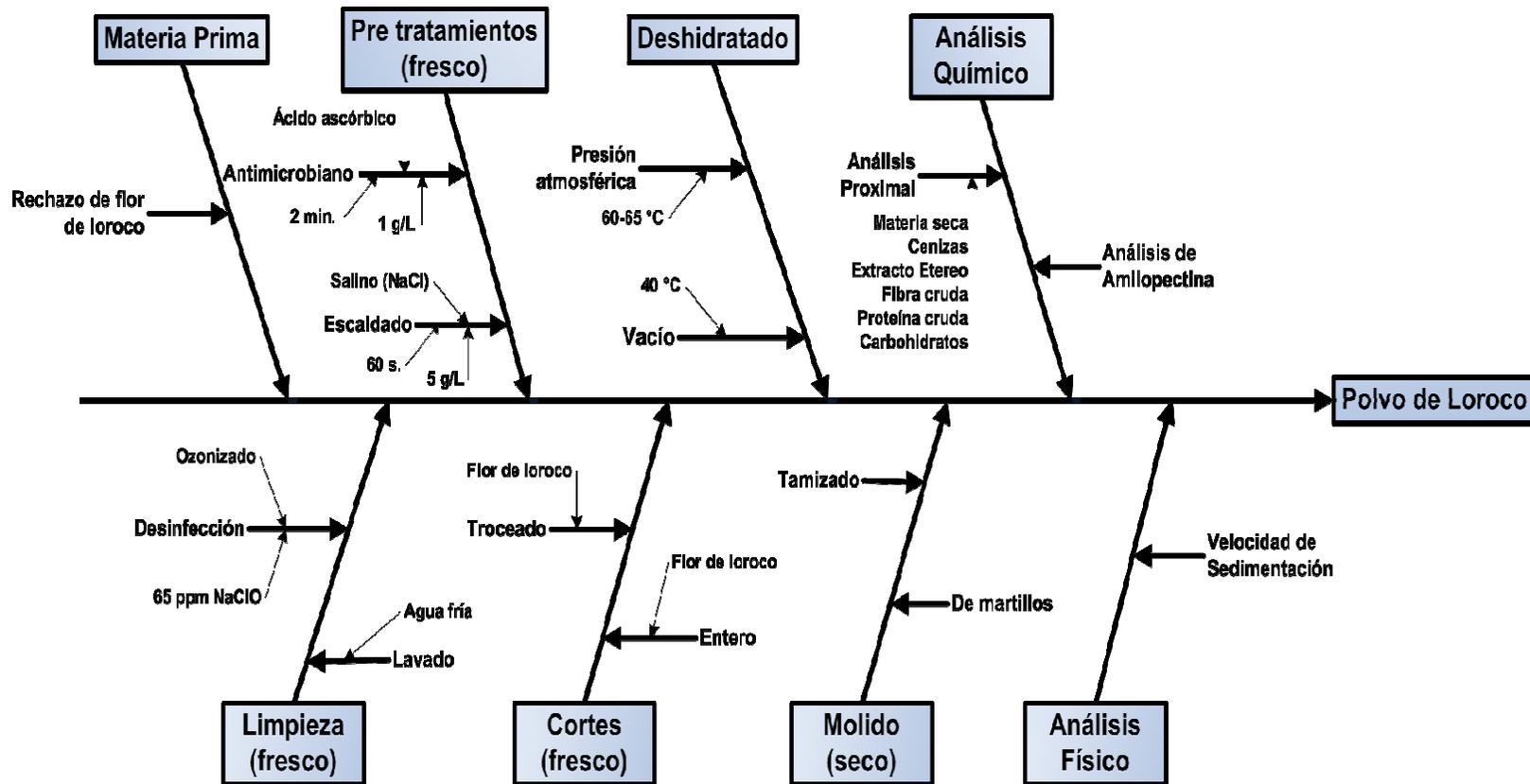


Figura 16. Diagrama para la evaluación de las sopas tipo crema con rechazo de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratado en polvo.

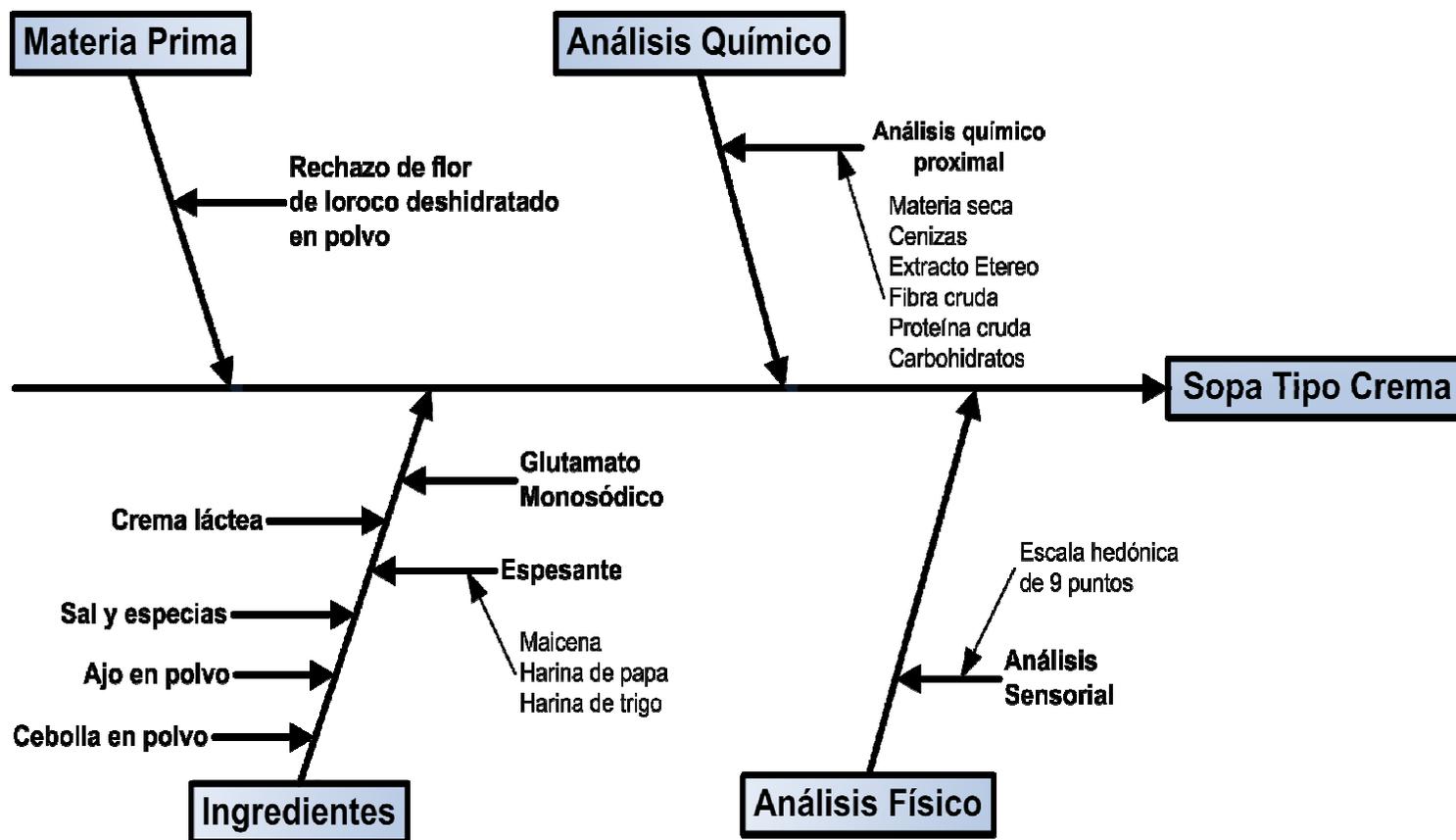
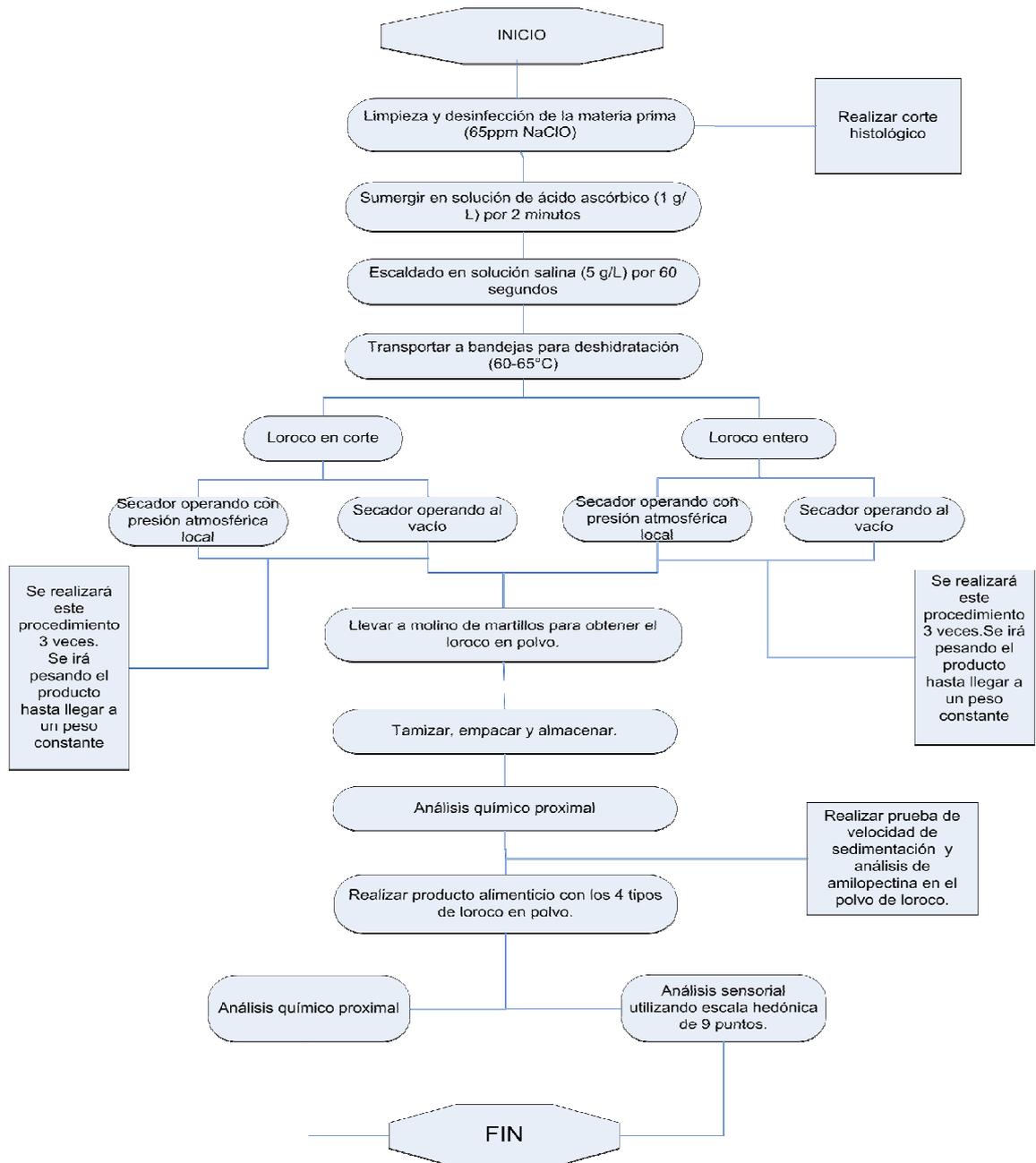


Figura 17. Diagrama de flujo para el proceso de obtención de un saborizante-espesante, a nivel laboratorio, de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada en polvo.



ANEXO 3

Tabla IV. Secado para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte y entero, a presión atmosférica (Promedio).

Promedio	Entero		Cortado		Entero Velocidad (gr./min)	Cortado Velocidad (gr./min)
	Peso (gr.)		Peso (gr.)			
t (min)	χ	\pm S	χ	\pm S		
0	280	0.444	280	0.199	0.86	1.11
30	254.08	0.444	246.77	0.199	0.86	1.11
60	226.96	0.444	212.15	0.199	0.90	1.15
150	215.02	0.444	199.44	0.199	0.13	0.14
300	203.54	0.444	175.37	0.199	0.08	0.16
450	183.83	0.444	152.73	0.199	0.13	0.15
960	158.16	0.444	138.39	0.199	0.05	0.03
1000	146.92	0.444	126.12	0.199	0.28	0.31
1110	136.18	0.444	115.79	0.199	0.10	0.09
1140	121.94	0.444	112.05	0.199	0.47	0.12
1170	110.97	0.444	92.66	0.199	0.37	0.65
1200	97.77	0.444	76.36	0.199	0.44	0.54
1230	87.46	0.444	70.99	0.199	0.34	0.18
1260	76.06	0.444	60.13	0.199	0.38	0.36
1290	66.31	0.444	51.72	0.199	0.33	0.28
1320	60.98	0.444	46.96	0.199	0.18	0.16
1350	53.77	0.444	42.77	0.199	0.24	0.14
1365	49.20	0.444	39.41	0.199	0.30	0.22
1380	47.20	0.444	38.19	0.199	0.13	0.08
1395	44.25	0.444	36.30	0.199	0.20	0.13
1410	41.38	0.444	34.71	0.199	0.19	0.11
1440	37.43	0.444	32.05	0.199	0.13	0.09
1470	34.00	0.444	29.68	0.199	0.11	0.08
1500	31.97	0.444	28.46	0.199	0.07	0.04
1530	29.93	0.444	26.52	0.199	0.07	0.06
1600	29.44	0.444	26.24	0.199	0.01	0.00
1630	25.69	0.444	25.59	0.199	0.13	0.02
1660	25.00	0.444	22.26	0.199	0.02	0.11
1690	24.73	0.444	21.88	0.199	0.01	0.01

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Tabla V. Secado para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte y entero, a presión atmosférica (Corrida 1).

Corrida 1	Entero	Cortado	Entero	Cortado
t (min)	Peso (gr.)	Peso (gr.)	Velocidad (gr./min)	Velocidad (gr./min)
0	280	280	0.83	1.09
30	255.01	247.22	0.83	1.09
60	228.23	212.24	0.89	1.17
150	214.96	199.14	0.15	0.15
300	203.98	174.99	0.07	0.16
450	184.12	153.01	0.13	0.15
960	158.25	138.55	0.05	0.03
1000	146.58	125.89	0.29	0.32
1110	135.62	115.63	0.10	0.09
1140	122.48	111.97	0.44	0.12
1170	110.02	92.58	0.42	0.65
1200	98.02	76.24	0.40	0.54
1230	87.23	70.85	0.36	0.18
1260	76.20	60.08	0.37	0.36
1290	66.87	51.57	0.31	0.28
1320	61.14	47.00	0.19	0.15
1350	54.00	42.88	0.24	0.14
1365	49.10	39.19	0.33	0.25
1380	46.99	38.15	0.14	0.07
1395	44.09	36.22	0.19	0.13
1410	40.97	34.61	0.21	0.11
1440	37.15	32.11	0.13	0.08
1470	34.18	29.87	0.10	0.07
1500	31.86	28.51	0.08	0.05
1530	29.84	26.54	0.07	0.07
1600	29.37	26.59	0.01	0.00
1630	25.59	25.86	0.13	0.02
1660	24.96	22.48	0.02	0.11
1690	24.67	21.83	0.01	0.02

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Tabla VI. Secado para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte y entero, a presión atmosférica (Corrida 2).

Corrida 2	Entero	Cortado	Entero	Cortado
t (min)	Peso (gr.)	Peso (gr.)	Velocidad (gr./min)	Velocidad (gr./min)
0	280	280	0.90	1.12
30	253.15	246.32	0.90	1.12
60	225.68	212.05	0.92	1.14
150	215.08	199.74	0.12	0.14
300	203.10	175.74	0.08	0.16
450	183.54	152.45	0.13	0.16
960	158.07	138.23	0.05	0.03
1000	147.25	126.35	0.27	0.30
1110	136.73	115.94	0.10	0.09
1140	121.39	112.12	0.51	0.13
1170	111.92	92.74	0.32	0.65
1200	97.51	76.48	0.48	0.54
1230	87.69	71.12	0.33	0.18
1260	75.92	60.17	0.39	0.37
1290	65.75	51.86	0.34	0.28
1320	60.81	46.92	0.16	0.16
1350	53.54	42.66	0.24	0.14
1365	49.30	39.63	0.28	0.20
1380	47.41	38.23	0.13	0.09
1395	44.41	36.38	0.20	0.12
1410	41.78	34.81	0.18	0.10
1440	37.71	31.99	0.14	0.09
1470	33.81	29.48	0.13	0.08
1500	32.08	28.41	0.06	0.04
1530	30.01	26.49	0.07	0.06
1600	29.50	25.88	0.01	0.01
1630	25.78	25.31	0.12	0.02
1660	25.03	22.03	0.03	0.11
1690	24.78	21.93	0.01	0.00

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Tabla VII. Secado para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte y entero, al vacío (Promedio).

Promedio t (min)	Entero			Cortado			Entero Velocidad (gr./min)	Cortado Velocidad (gr./min)
	Peso (gr.)			Peso (gr.)				
	χ	\pm	S	χ	\pm	S		
0	51.85	0.116		37.90	0.115		0.04	0.04
60	49.73	0.116		35.46	0.115		0.04	0.04
155	48.74	0.116		33.67	0.115		0.01	0.02
450	42.17	0.116		29.83	0.115		0.02	0.01
960	34.44	0.116		24.64	0.115		0.02	0.01
1140	31.21	0.116		21.89	0.115		0.02	0.02
1170	30.38	0.116		21.51	0.115		0.03	0.01
1290	29.21	0.116		20.26	0.115		0.01	0.01
1337	28.70	0.116		19.69	0.115		0.01	0.01
1365	28.31	0.116		19.39	0.115		0.01	0.01
1380	27.87	0.116		19.11	0.115		0.03	0.02
1395	27.48	0.116		18.88	0.115		0.03	0.01
1410	27.04	0.116		18.21	0.115		0.03	0.04
1449	26.84	0.116		17.49	0.115		0.01	0.02
1470	26.27	0.116		17.05	0.115		0.03	0.02
1500	25.28	0.116		16.79	0.115		0.03	0.01
2220	12.68	0.116		9.41	0.115		0.02	0.01
2360	10.75	0.116		8.51	0.115		0.01	0.01
2500	9.03	0.116		6.90	0.115		0.01	0.01
2640	7.33	0.116		5.49	0.115		0.01	0.01
2670	6.99	0.116		5.17	0.115		0.01	0.01
2700	6.20	0.116		4.90	0.115		0.03	0.01
2730	6.00	0.116		4.53	0.115		0.01	0.01
2760	5.76	0.116		4.14	0.115		0.01	0.01
2785	5.64	0.116		3.93	0.115		0.00	0.01
2800	5.27	0.116		3.75	0.115		0.02	0.01

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Tabla VIII. Secado para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte y entero, al vacío (Corrida 1).

Corrida 1	Entero	Cortado	Entero	Cortado
t (min)	Peso (gr.)	Peso (gr.)	Velocidad (gr./min)	Velocidad (gr./min)
0	51.85	37.90	0.04	0.05
60	49.61	35.01	0.04	0.05
155	48.68	33.80	0.01	0.01
450	42.34	29.99	0.02	0.01
960	34.50	24.80	0.02	0.01
1140	31.33	21.83	0.02	0.02
1170	30.54	21.52	0.03	0.01
1290	29.27	20.18	0.01	0.01
1337	28.82	19.66	0.01	0.01
1365	28.37	19.32	0.02	0.01
1380	27.90	19.14	0.03	0.01
1395	27.45	18.94	0.03	0.01
1410	27.01	18.26	0.03	0.05
1449	26.88	17.54	0.00	0.02
1470	26.35	17.09	0.03	0.02
1500	25.24	16.84	0.04	0.01
2220	12.33	9.45	0.02	0.01
2360	10.52	8.41	0.01	0.01
2500	8.91	6.88	0.01	0.01
2640	7.25	5.41	0.01	0.01
2670	6.98	5.15	0.01	0.01
2700	6.15	4.91	0.03	0.01
2730	5.98	4.54	0.01	0.01
2760	5.76	4.16	0.01	0.01
2785	5.64	3.95	0.00	0.01
2800	5.23	3.77	0.03	0.01

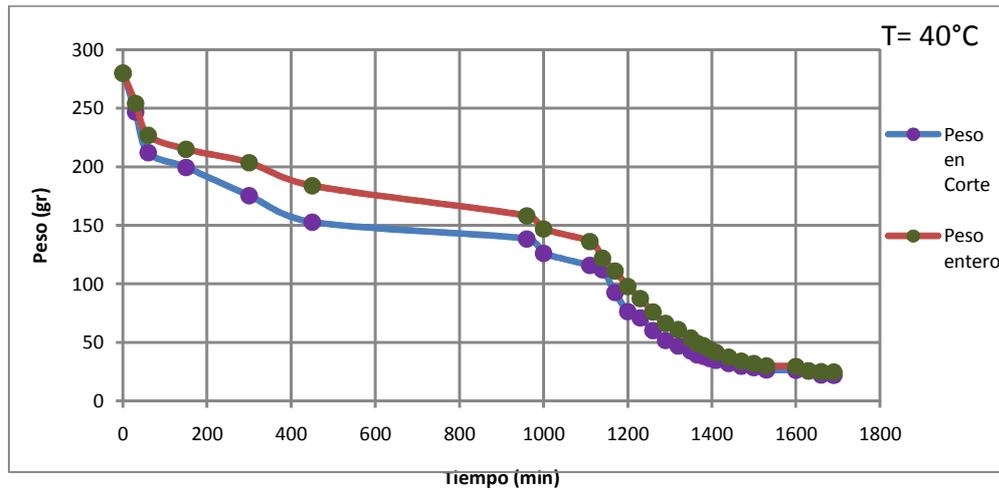
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Tabla IX. Secado para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, en corte y entero, al vacío (Corrida 2).

Corrida 2	Entero	Cortado	Entero	Cortado
t (min)	Peso (gr.)	Peso (gr.)	Velocidad (gr./min)	Velocidad (gr./min)
0	51.85	37.90	0.03	0.03
60	49.84	35.91	0.03	0.03
155	48.79	33.54	0.01	0.02
450	41.99	29.67	0.02	0.01
960	34.37	24.48	0.01	0.01
1140	31.08	21.94	0.02	0.01
1170	30.22	21.49	0.03	0.02
1290	29.15	20.33	0.01	0.01
1337	28.57	19.71	0.01	0.01
1365	28.24	19.45	0.01	0.01
1380	27.84	19.07	0.03	0.03
1395	27.51	18.82	0.02	0.02
1410	27.06	18.16	0.03	0.04
1449	26.79	17.44	0.01	0.02
1470	26.18	17.00	0.03	0.02
1500	25.31	16.74	0.03	0.01
2220	13.02	9.37	0.02	0.01
2360	10.98	8.60	0.01	0.01
2500	9.14	6.92	0.01	0.01
2640	7.41	5.57	0.01	0.01
2670	7.00	5.19	0.01	0.01
2700	6.24	4.88	0.03	0.01
2730	6.02	4.51	0.01	0.01
2760	5.75	4.12	0.01	0.01
2785	5.63	3.90	0.00	0.01
2800	5.31	3.72	0.02	0.01

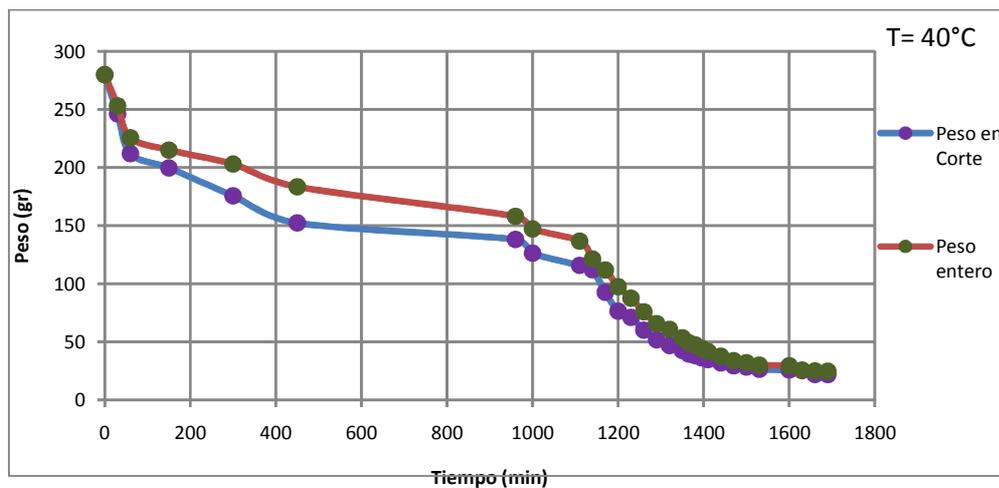
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 18. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera y en corte, secada a presión atmosférica (Promedio).



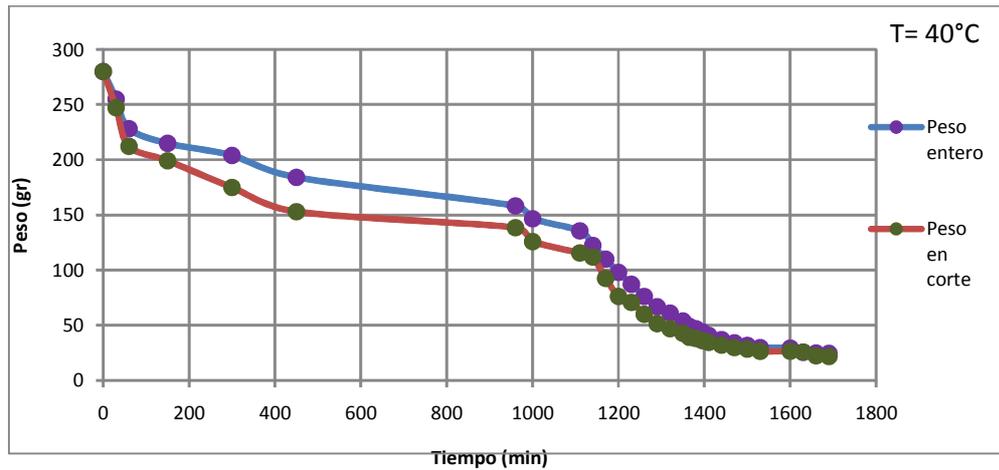
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 19. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera y en corte, secada a presión atmosférica (Corrida 1).



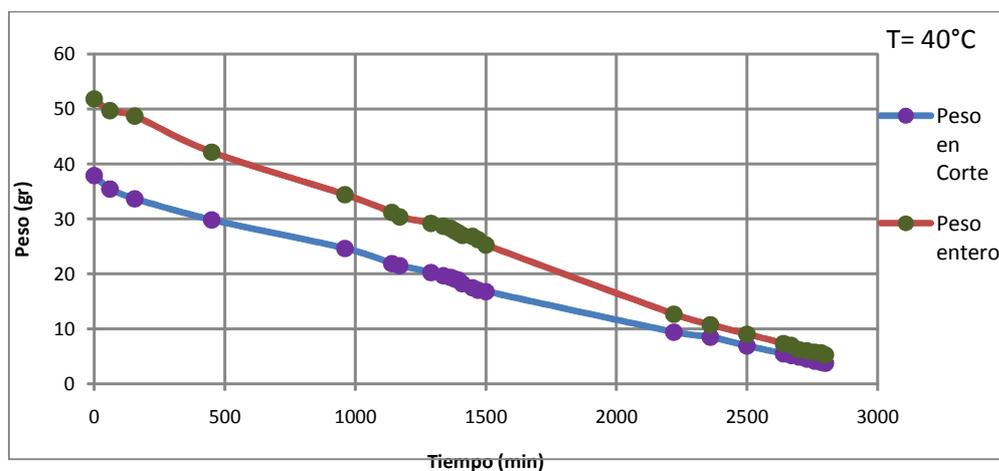
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 20. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera y en corte, secada a presión atmosférica (Corrida 2).



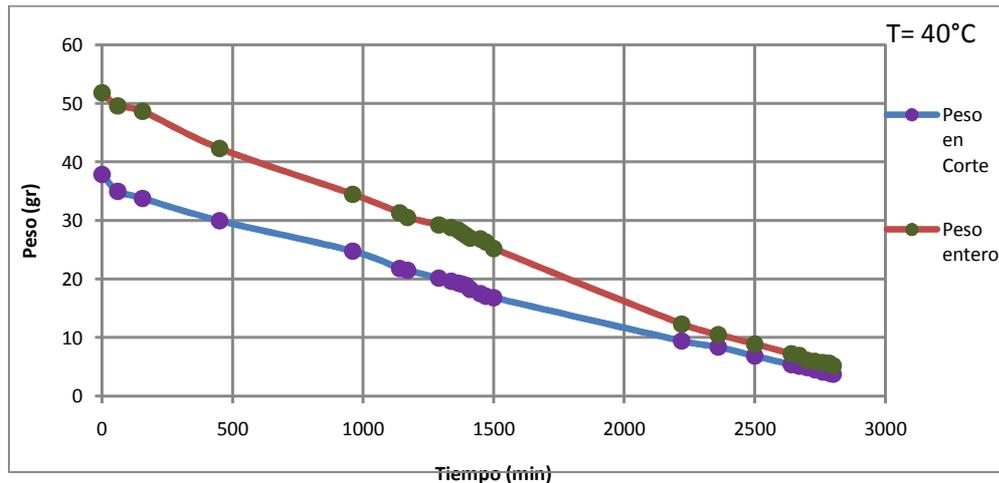
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 21. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera y en corte, secada al vacío (431.8 mmHg, promedio).



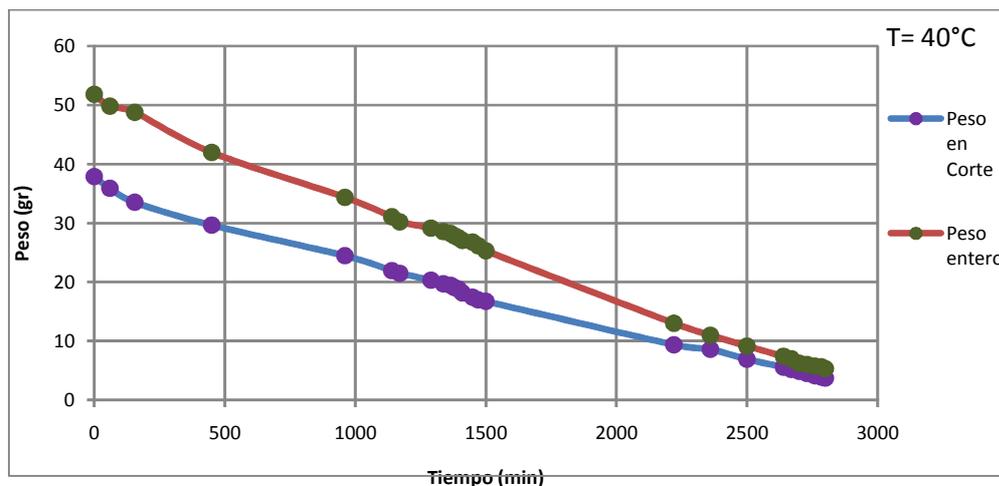
Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 22. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera y en corte, secada al vacío (431.8 mmHg, corrida 1).



Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Figura 23. Correlación de pérdida en peso en función del tiempo, para la obtención de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada, entera y en corte, secada al vacío (431.8 mmHg, corrida 2).



Fuente: Datos obtenidos en laboratorio.

Tabla X. Porcentaje de aceptación del saborizante por el método de la escala hedónica de 9 puntos.

Descripción	Valor	Muestra 1 (%)	Muestra 2 (%)	Muestra 3 (%)	Muestra 4 (%)
Me gusta muchísimo.	4	13.33	6.67	0.00	0.00
Me gusta mucho.	3	43.33	13.33	0.00	0.00
Me gusta moderadamente.	2	30.00	50.00	0.00	0.00
Me gusta un poco.	1	13.33	30.00	3.33	3.33
Me es indiferente.	0	0.00	0.00	6.67	20.00
Me disgusta poco.	-1	0.00	0.00	66.67	63.33
Me disgusta moderadamente.	-2	0.00	0.00	23.33	13.33
Me disgusta mucho.	-3	0.00	0.00	0.00	0.00
Me disgusta muchísimo.	-4	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Encuesta realizada.

Datos del proceso de producción de saborizante-espesante de de polvo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) en corte y entero, a presión atmosférica local y al vacío.

1. Datos de secado a presión atmosférica:

- Horno de bandejas con flujo forzado.
- T 40 °C (104 °F).
- T_{bulbo húmedo} 28.35 °C (83.03 °F)
- Humedad 10%
- Humedad lb de vapor de agua por lb de aire seco 0.01
- Calor húmedo 0.2433 cal/gr °C (0.2433 BTU/ lb °F)

2. Datos de secado al vacío:

- Horno de bandejas con flujo forzado.
- T 40°C (104 °F).
- Humedad 20%
- Humedad lb de vapor de agua por lb de aire seco 0.0096
- Calor 0.3383 húmedo cal/gr °C (0.3383 BTU/ lb °F)

3. Porcentaje de rendimiento:

- Producto entero a presión atmosférica = 7.64%
- Producto en corte a presión atmosférica = 4.94%
- Producto entero al vacío = 10.09%
- Producto en corte al vacío = 9.95%

4. Velocidad de sedimentación:

- Polvo de producto entero 0.59 cm³/s.
- Polvo de producto en corte 0.86 cm³/s.

Figura 24. Flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) en corte secada a presión atmosférica y polvo saborizante.



Figura 25. Flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) entera secada a presión atmosférica y polvo saborizante.



Figura 26. Flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) en corte secada al vacío y polvo saborizante.

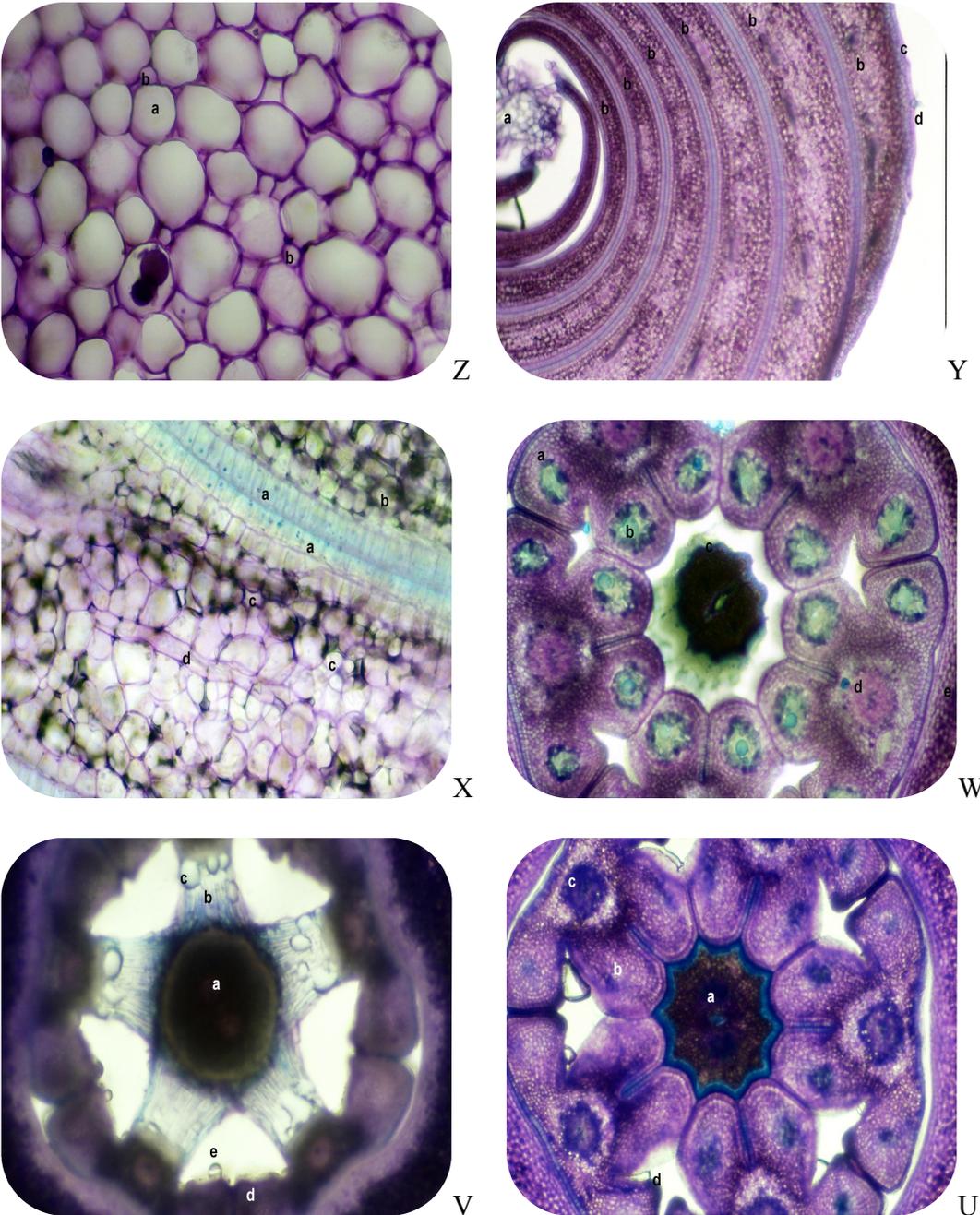


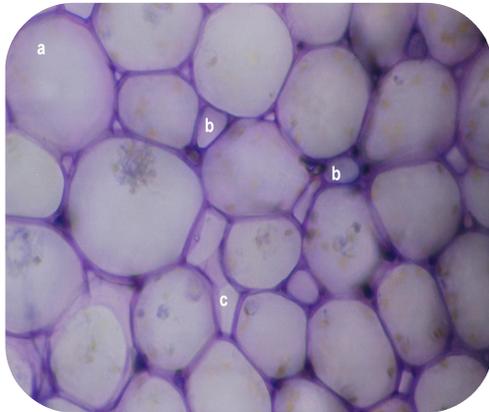
Figura 27. Flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) entera secada al vacío y polvo saborizante.



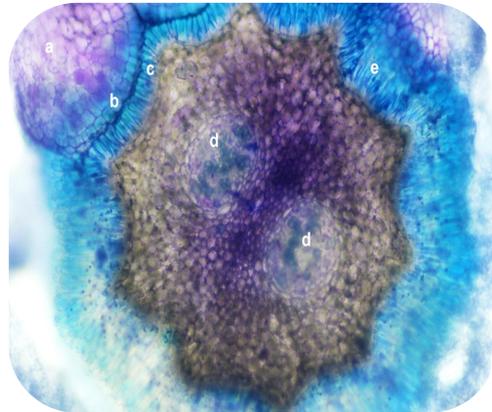
ANEXO 4

Figura 28. Corte histológico de la flor de loroco (*Fernaldia pandurata*)

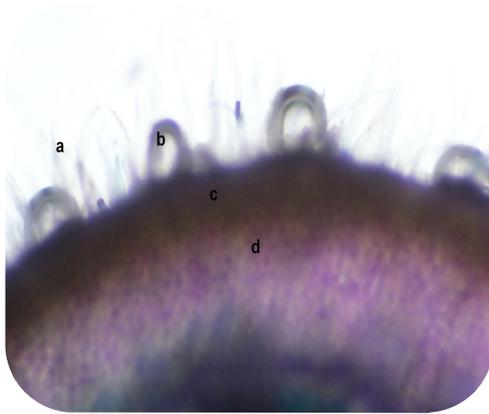




T



S



R

Fotografías tomadas por Inga. Mirna Herrera.

Descripción de las fotografías

- Z. Corte transversal del pedúnculo del botón 4x. Se observan una sección con células de parénquima (a) y conductos, posiblemente de sustancias aromáticas (b).
- Y. Vista de los pétalos enrollados en el botón floral, con 40 aumentos en corte transversal. Notación: a- estigma, b- pétalos enrollados, c- epidermis. D- tricoma.
- X. Vista de un pétalo del botón floral en corte transversal. 200 aumentos. Se observa: epidermis (a), clorénquima (b), espacios intercelulares (c), conducto con sustancias de excreción (d).

- W. Anteras de un botón floral en vista transversal, con 40 aumentos. Al centro, de color oscuro se observa el gineceo. Notación: a- saco polínico, b-granos de polen, c- gineceo, d- sistema vascular de una antera.
- V. Botón floral. Al centro está el gineceo (a), rodeado de los filamentos (b) de los estambres en cruz. En los filamentos se observan gotas producto de excreción (c) y las anteras inmaduras (d), también presentan dichas gotas. Aumento: 4X.
- U. Botón floral. Receptáculo, anteras (b) y gineceo (a) al centro. Se observan líquidos de excreción afuera de las anteras (d). El receptáculo está rodeando a gineceo y estambres. 4X.
- T. Pedúnculo del botón floral de loroco. 40X. Detalle del Parénquima del córtex (a), conductos (b) y espacios intercelulares (c).
- S. Ovario con 2 rudimentos seminales del botón floral de loroco. 4X. Notación: c- capa externa o epidermis del ovario, d- rudimento seminal, e- pared del ovario, a- antera, b- pared o epidermis de la antera.
- R. Detalle de gotas y tricomas en epidermis del raquis de inflorescencias de loroco. 4X. Notación: a- tricomas, b- gotas de excreción, c- epidermis, d- córtex.