

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos

Carrera de Ingeniería de Alimentos



“OBTENCIÓN DE AJÍ EN POLVO VARIEDAD CAMBA ROJO”

Por:

Romer Santos Navarro

Trabajo final de grado presentado a consideración de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Diciembre, 2013

Tarija-Bolivia

VoBo

.....
Ing. Erick Ramírez
CATEDRÁTICO GUÍA

.....
Ing. Ernesto Álvarez
DECANO FCYT

.....
Ing. Silvana Paz Ramírez
VICEDECANO FCYT

.....
Ing. Jesús Zamora G.
DIRECTOR DPTO. BIOTECNOLOGÍA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA.

*Quiero dedicar este trabajo:
A mis padres Hugo Santos y Rosa
Navarro, ya que ellos son mi
inspiración y ejemplo a seguir,
siempre me animaron a luchar por
mis sueños confiando en Dios.*

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por ser mi creador y guía en este proyecto de investigación.

A mi catedrático guía Ing. Erick Ramírez por su dedicación, tiempo y orientación en la realización de este trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Carrera de Ing. de Alimentos por implantar sus conocimientos de la ciencia de los alimentos y de tener con ellos la experiencia de aprender.

A mi familia por todo su amor y apoyo incondicional.

Y a todos aquellos que de alguna manera han colaborado en la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedente.....	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos especificos	4
1.4 Planteamiento del problema	5
1.5 Formulación del problema.....	6
1.6 Planteamiento de la hipótesis	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del ají.....	7
2.1.1 Especies de ají y su país de origen.....	7
2.2 Descripción de las partes del fruto del ají	7
2.3 Variedades de ají.....	8
2.3.1 Ají dulce	8
2.3.2 Ají uro pica	9
2.3.3 Ají mala palabra	10
2.3.4 Ají cambia.....	10
2.4 Clasificación botánica del ají variedad cambia	11
2.5 Taxonomía del ají variedad cambia	11
2.5.1 Flor.....	12
2.5.2 Tallo	12
2.5.3 Hojas.....	12
2.5.4 Fruto	13
2.6 Valor nutricional del ají.....	14

2.7 Composicion química del ají	14
2.8 Usos y aplicaciones del ají.....	14
2.8.1 Fruto fresco.....	15
2.8.2 Fruto procesado.....	15
2.8.3 Medicinal.....	15
2.8.4 En la cocina	15
2.9 Transformación de alimentos.....	16
2.9.1 Tratamiento térmico	16
2.9.2 Escaldado	17
2.9.3 Factores que intervienen en el proceso de escaldado.....	17
2.9.4 Objetivos del proceso de escaldado	18
2.10 Proceso de secado de alimentos	18
2.10.1 Deshidratación de alimentos.....	18
2.10.2 Consideraciones teóricas del deshidratado de alimentos	19
2.10.3 Humedad	20
2.10.4 Humedad absoluta.....	20
2.10.5 Humedad relativa.....	20
2.10.6 Humedad de equilibrio	20
2.10.7 Temperatura de bulbo húmedo.....	20
2.10.8 Tempertatura de bulbo seco	21
2.10.9 Contenedi de humedad en base seca.....	21
2.10.10 Contenido de humedad en base humeda	21
2.11 Curvas de secado	21
2.12 Variables que afectan el proceso de secado	23
2.12.1 Temperatura	23
2.12.2 Velocidad del aire	24
2.12.3 Área de superficie	24
2.12.4 Sequedad del aire.....	24
2.13 Tipos de secadores.....	24
2.13.1 Secadores adiabáticos.....	25

2.13.1.1 Secadores de Bandejas	25
2.14 Ventajas y desventajas de la deshidratación respecto a la calidad del producto	26
2.14.1 Textura.....	26
2.14.2 Aromas.....	26
2.14.3 Color	27
2.14.4 Valor nutritivo	27
2.15 Descripción del producto.....	28

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo del trabajo experimental	29
3.2 Equipos y materiales de laboratorio.....	29
3.2.1 Balanza analítica.....	29
3.2.2 Secador de Bandejas.....	29
3.2.3 Molino de martillo	30
3.2.4 Selladora eléctrica.....	30
3.2.5 Generador de aire	31
3.2.6 Psicrómetro.....	31
3.2.7 Cocina industrial	31
3.2.8 Materiales de laboratorio y utensilios de cocina.....	32
3.2.9 Reactivos químicos.....	33
3.2.9.1 Solución de guayacol y peróxido de hidrogeno.....	33
3.3 Diagrama de flujo para la obtención de ají en polvo variedad cambia rojo.....	33
3.4 Descripción del proceso de obtención de ají en polvo	35
3.4.1 Materia prima	35
3.4.2 Lavado y selección	35
3.4.3 Acondicionamiento.....	35
3.4.4 Escaldado	36
3.4.5 Escurrido.....	36

3.4.6 Secado.....	36
3.4.7 Molienda	37
3.4.8 Clasificación.....	37
3.4.9 Envasado.....	37
3.5 Metodología para la obtención de los resultados	38
3.5.1 Propiedades físicas del ají variedad camba rojo.....	38
3.5.2 Propiedades fisicoquímicas del ají en polvo variedad camba	38
3.5.3 Análisis microbiológico del ají en polvo variedad camba rojo	39
3.6 Análisis sensorial de los alimentos	39
3.6.1 Evaluación sensorial para establecer el tiempo de tratamiento térmico en muestras de ají	40
3.6.2 Evaluación sensorial en el proceso de secado para obtener ají en polvo variedad camba rojo.....	40
3.6.3 Evaluación sensorial para el proceso de clasificación granulométrica del ají polvo variedad camba rojo	40
3.6.4 Propiedades organolépticas del producto terminado	40
3.7 Diseño factorial	41
3.7.1 Diseño factorial 3 ²	41
3.7.2 Diseño factorial en el proceso de secado para obtener ají en polvo variedad camba rojo .	41

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Caracterización de la materia prima	43
4.1.1 Propiedades físicas del ají variedad camba rojo.....	43
4.1.2 Propiedades fisicoquímicas del ají variedad camba rojo	45
4.2 Determinación del tiempo de tratamiento térmico para muestras de ají variedad camba rojo	46
4.2.1 Eficacia térmica para determinar el tiempo de tratamiento térmico en láminas de ají	47
4.2.2 Evaluación sensorial para establecer el tiempo de tratamiento térmico para láminas de ají	48

4.2.3 Eficacia térmica para determinar el tiempo de tratamiento térmico en rallas de ají.	50
4.2.4 Evaluación sensorial para establecer el tiempo de tratamiento térmico para rallas de ají.....	51
4.3 Control de la variación del contenido de humedad en el secado de muestras de ají	54
4.3.1 Influencia del tipo de corte en la variación del contenido de humedad en muestras de ají	55
4.3.2 Influencia de la temperatura en la variación del contenido de humedad en muestras de ají	62
4.3.3 Evaluación sensorial en el proceso de secado	66
4.3.3.1 Evaluación sensorial para el atributo color en el proceso de secado.....	66
4.3.3.1.1 Prueba de Duncan para el atributo color en el proceso de secado	68
4.3.3.2 Evaluación sensorial para el atributo aspecto en el proceso de secado.	70
4.3.3.2.1 Prueba de Duncan para el atributo color en el proceso de secado	71
4.4 Diseño experimental en el proceso de secado para obtener ají en polvo variedad cambia rojo	73
4.4.1 Prueba estadística para el diseño experimental en el proceso de secado para obtener ají en polvo variedad cambia rojo.....	74
4.5 Cinética de secado para rallas de ají	75
4.6 Clasificación granulométrica del ají en polvo variedad cambia rojo.....	78
4.6.1 Evaluación sensorial en el proceso de clasificación granulométrica para el atributo color.....	79
4.6.1.1 Prueba de Duncan en el proceso de clasificación granulométrica para el atributo color.....	80
4.6.2 Evaluación sensorial para el proceso de clasificación granulométrica para el atributo granulometría.....	81
4.6.2.1 Prueba de Duncan en el proceso de clasificación granulométrica para el atributo granulometría	83
4.7 Caracterización del producto terminado ají en polvo variedad cambia rojo	84
4.7.1 Propiedades organolépticas del producto terminado	85
4.7.1.1 Prueba de Duncan de las propiedades organolépticas del producto terminado.....	86
4.7.2 Propiedades fisicoquímicas del producto terminado	87

4.7.3 Análisis microbiológico del producto terminado	88
4.8 Balance de materia para el proceso de obtencion de ají variedad camba rojo..	88
4.8.1 Balance de materia en el proceso de acondicionamiento	90
4.8.2 Balance de materia en el proceso de escaldado	91
4.8.3 Balance de materia en el proceso de secado	93
4.8.4 Balance de materia en el proceso de molienda	96
4.8.5 Balance de materia en el proceso de clasificación	98
4.8.6 Resumen general del balance de materia para la obtención de ají en polvo variedad camba rojo.....	99
4.9 Balance de energía para el proceso de obtencion de ají en polvo variedad camba rojo	100
4.9.1 Balance de energía en el proceso de escaldado	100
4.9.2 Balance de energía en el proceso de secado	102

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	105
5.2 Recomendaciones	107
Bibliografía.....	108
Anexos	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Especies de ají en sus países de origen	7
Cuadro 2.2 Clasificación botánica <i>capsicum baccatum</i>	11
Cuadro 2.3 Composición química del ají variedad camba <i>capsicum baccatum</i>	14
Cuadro 2.4 Contenido de humedad de hortalizas y temperatura de secado.....	19
Cuadro 2.5 Tipos de secadores a nivel industrial	25
Cuadro 3.1 Balanza analítica	29
Cuadro 3.2 Secador de bandejas	30
Cuadro 3.3 Molino de martillo	30

Cuadro 3.4 Selladora eléctrica.....	30
Cuadro 3.5 Psicrómetro	31
Cuadro 3.6 Cocina industrial.....	31
Cuadro 3.7 Materiales de laboratorio utilizados para la obtención de ají en polvo variedad cambia rojo	32
Cuadro 3.8 Utensilios de cocina para obtener ají en polvo variedad cambia rojo	32
Cuadro 3.9 Propiedades físicas del ají variedad cambia rojo	38
Cuadro 3.10 Propiedades fisicoquímicas de la materia prima y producto terminado	39
Cuadro 3.11 Propiedades microbiológicas del ají en polvo variedad cambia rojo.....	39
Cuadro 3.12 Nivel de variación de las variables en el proceso de secado.....	41
Cuadro 3.13 Diseño experimental en el proceso de secado para la obtención de ají en polvo variedad cambia rojo.....	42
Cuadro 4.1 Propiedades físicas del ají variedad cambia rojo	44
Cuadro 4.2 Propiedades fisicoquímicas del ají variedad cambia rojo.....	45
Cuadro 4.3 Evaluación sensorial del atributo color para establecer el tiempo de tratamiento térmico para láminas de ají.....	49
Cuadro 4.4 Evaluación sensorial del atributo color para establecer el tiempo de tratamiento térmico para rallas de ají	52
Cuadro 4.5 Variación del contenido de humedad en función del tipo de corte para muestras de ají a 50 °C.....	56
Cuadro 4.6 Variación del contenido de humedad en base seca en función del tipo de corte para muestras de ají a 60 °C	58
Cuadro 4.7 Variación del contenido de humedad en función del tipo de corte para muestras de ají a 70 °C.....	60
Cuadro 4.8 Variación del contenido de humedad en base seca en función de la temperatura para láminas de ají	62
Cuadro 4.9 Variación del contenido de humedad en función de la temperatura para rallas de ají	64
Cuadro 4.10 Evaluación sensorial para el atributo color en el proceso de secado ...	67
Cuadro 4.11 Prueba de Duncan para el atributo color en el proceso de secado ...	69

Cuadro 4.12 Evaluación sensorial para el atributo aspecto en el proceso de secado.	70
Cuadro 4.13 Prueba de Duncan para el atributo aspecto en el proceso de secado...	72
Cuadro 4.14 Resultados de las variables en el proceso de secado para obtener ají en polvo variedad cambia rojo	73
Cuadro 4.15 Análisis de varianza en el proceso de secado para obtener ají en polvo variedad cambia rojo	74
Cuadro 4.16 Cinética de secado para rallas de ají a 50 °C.....	75
Cuadro 4.17 Evaluación sensorial en el proceso de clasificación granulométrica para el atributo color	79
Cuadro 4.18 Prueba de Duncan en el proceso de clasificación granulométrica para el atributo color.....	80
Cuadro 4.19 Evaluación sensorial en el proceso de clasificación granulométrica para el atributo granulometría	82
Cuadro 4.20 Prueba de Duncan en el proceso de clasificación granulométrica para el atributo granulometría.....	84
Cuadro 4.21 Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto terminado	85
Cuadro 4.22 Prueba de Duncan para las propiedades organolépticas del producto terminado	87
Cuadro 4.23 Propiedades fisicoquímicas del producto terminado	87
Cuadro 4.24 Análisis microbiológico del producto terminado	88
Cuadro 4.25 Propiedades psicométricas del aire.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Partes del fruto de ají.....	8
Figura 2.2 Ají dulce	9
Figura 2.3 Ají ulo pica	9
Figura 2.4 Ají mala palabra.....	10
Figura 2.5 Ají cambia.....	11

Figura 2.6 Flor de la planta de ají variedad camba	12
Figura 2.7 Hoja de planta de ají variedad camba.....	13
Figura 2.8 Ají variedad camba rojo	13
Figura 2.9 Contenido de humedad en función del tiempo.....	22
Figura 2.10 Velocidad de desecación en función del contenido de humedad	23
Figura 3.1 Diagrama de flujo para la obtención de ají en polvo variedad camba rojo	34
Figura 4.1 Ají cortado en láminas	47
Figura 4.2 Ají cortado en rallas	47
Figura 4.3 Tratamiento termico para láminas de ají.....	48
Figura 4.4 Resultado promedio del atributo color para establecer el tiempo de tratamiento térmico para láminas de ají.....	50
Figura 4.5 Tratamiento térmico para rallas de ají variedad camba rojo	51
Figura 4.6 Resultado promedio del atributo color para establecer el tiempo de tratamiento térmico para rallas de ají.....	53
Figura 4.7 Variación del contenido de humedad en función del tipo de corte para muestras de ají a 50 °C.....	57
Figura 4.8 Variación del contenido de humedad en función del tipo de corte para muestras de ají a 60°C.....	59
Figura 4.9 Variación del contenido de humedad en función del tipo de corte para muestras a 70 °C.....	61
Figura 4.10 Variación del contenido de humedad en base seca en función de la temperatura para láminas de ají.....	63
Figura 4.11 Variación del contenido de humedad en función de la temperatura para rallas de ají	65
Figura 4.12 Valores promedio para el atributo color en el proceso de secado.....	68
Figura 4.13 Valores promedio para el atributo aspecto en el proceso de secado ..	71
Figura 4.14 Agua evaporada para muestras de ají en función del tiempo	76
Figura 4.15 Curva típica de velocidad de secado para rallas de ají.....	77
Figura 4.16 Valores promedio de la evaluación sensorial para el atributo color.....	80

Figura 4.17 valores promedio de la evaluación sensorial para el atributo granulometría.....	83
Figura 4.18 Valores promedio de las propiedades organolépticas del producto terminado	86
Figura 4.19 Diagrama para el proceso de obtención de ají en polvo variedad cambia rojo	89
Figura 4.20 Diagrama del proceso de acondicionamiento	90
Figura 4.21 Diagrama del proceso de escaldado.....	92
Figura 4.22 Diagrama del proceso de secado	93
Figura 4.23 Diagrama del proceso de molienda	97
Figura 4.24 Diagrama del proceso de clasificado del ají en polvo variedad cambia rojo	98
Figura 4.25 Resumen del balance de materia para obtener ají en polvo variedad cambia rojo	99
Figura 4.26 Diagrama del proceso de escaldado para el balance de energía	100
Figura 4.27 Diagrama del proceso de secado para el balance de energía	103