

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**ELABORACIÓN DE CHIPS DE OLLUCO**

**POR:**

**MARCELA TERÁN VERAMENDY**

Trabajo final de Grado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar al Grado Académico de Licenciatura de Ingeniería de Alimentos.

**Mayo, 2018**

**TARIJA-BOLIVIA**

### **DEDICATORIAS:**

A mis padres Enrique y Marisol que me brindaron todosu amor incondicional y apoyo.

A mi hermana Carolina portodo el aliento, amor y paciencia.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron a lograr mi objetivo

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

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

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Olluco .....	6
2.2	Origen del olluco.....	6
2.3	Taxonomía del olluco.....	7
2.4	Especies de olluco.....	7
2.5	Descripción botánica del olluco.....	9
2.5.1	Planta.....	9
2.5.2	Tallo.....	9
2.5.3	Flor y hojas.....	10
2.5.4	Fruto (olluco).....	10
2.6	Composición fisicoquímica del olluco.....	11
2.7	Importancia nutricional del olluco.....	12
2.8	Usos y aplicaciones del olluco.....	12
2.8.1	Piel.....	12
2.8.2	Protege contra el reumatismo.....	13

2.8.4	Ayuda a perder peso.....	13
2.8.5	Estreñimiento.....	13
2.9	Las patatas chips.....	13
2.9.1	Clasificación de las patatas chips fritas.....	14
2.10	Operaciones que involucran en el proceso.....	15
2.10.1	Escaldado de los alimentos.....	15
2.10.2	Deshidratación de los alimentos.....	15
2.10.2.1	Tipos de secadores.....	16
2.10.2.2	Secador de bandejas o de amario.....	17
2.10.3	La fritura de los alimentos.....	18
2.10.3.1	Función de fritura.....	19
2.10.3.2	Etapas del proceso de fritura.....	19
2.10.3.3	Tipos de fritura.....	20
2.10.3.4	Características generales de la fritura de los alimentos.....	21
2.10.3.5	Cambios físicos y químicos que sufren los alimentos fritos.....	22
2.11	Aceites utilizados en la elaboración de chips.....	24
2.11.1	La temperatura adecuada para la fritura.....	25

### **CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

3.1	Introducción.....	26
3.2	Materiales, equipos de laboratorio y utensilios de cocina.....	26
3.2.1	Secador de bandejas.....	26
3.2.2	Generador de aire.....	27
3.2.3	Balanza digital.....	28
3.2.4	Selladora eléctrica.....	29
3.2.5	Cocina industrial.....	30
3.2.6	Mandolina.....	31
3.2.7	Psicrómetro.....	32
3.2.8	Materiales de laboratorio.....	33

3.2.9	Utensilios de cocina.....	33
3.3	Materia prima e insumos alimentarios.....	33
3.3.1	Materia prima.....	33
3.3.2	Insumos alimentarios.....	34
3.4	Proceso de elaboración de chips de olluco.....	34
3.5	Descripción del proceso para la elaboración de chips de olluco.....	36
3.5.1	Olluco.....	36
3.5.2	Selección.....	36
3.5.3	Lavado.....	36
3.5.4	Cortado.....	37
3.5.5	Tratamiento térmico.....	38
3.5.6	Deshidratado.....	38
3.5.7	Fritado.....	39
3.5.8	Saborizado.....	39
3.5.9	Envasado.....	40
3.5.10	Almacenado.....	40
3.6	Metodología para la obtención de resultados.....	41
3.6.1	Análisis físico del olluco.....	41
3.6.2	Análisis físico-químico del olluco.....	41
3.6.3	Análisis microbiológico del olluco.....	42
3.7	Características de las variables en el proceso.....	42
3.7.1	Evaluación sensorial de los alimentos.....	42
3.7.1.1	Evaluación sensorial para establecer el tiempo de tratamiento térmico.....	43
3.7.1.2	Evaluación sensorial para establecer el tipo de grosor.....	43
3.7.1.3	Evaluación sensorial para establecer el sabor de las chips de olluco.....	43
3.7.1.4	Evaluación sensorial para establecer la concentración del saborizante.....	43
3.8	Análisis para el producto final.....	43
3.8.1	Análisis físico-químico del producto final.....	44
3.8.2	Análisis microbiológico del producto final.....	44
3.8.3	Análisis organoléptico del producto final.....	44
3.9	Diseño factorial.....	45
3.10	Diseño factorial de mas de tres factores.....	45

3.10.1	Diseño de más de tres factores para la dosificación del proceso.....	46
--------	--	----

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1	Caracterización de la materia prima.....	48
4.1.1	Análisis físico del olluco.....	48
4.1.2	Análisis físicoquímico del olluco.....	55
4.2	Caracterización de las variables del proceso para elaborar chips.....	56
4.2.1	Deteminación del tiempo de tratamiento térmico.....	57
4.3	Control de la variación del contenido de humedad en el secado.....	57
4.3.1	Influencia del tipo de corte a 60 °C.....	59
4.3.2	Influencia del tipo de corte a 65 °C.....	61
4.3.3	Influencia del tipo de corte a 60 °C.....	62
4.3.4	Influencia del tipo de corte a 65 °C.....	64
4.4	Evaluación sensorial del atributo textura en el proceso de secado.....	65
4.4.1	Deteminación del atributo textura a 60 °C y 30 minutos de escaldado.....	66
4.4.1.1	Prueba de Duncan para deteminar el tiempo de tratamiento térmico.....	67
4.4.2	Deteminación del atributo textura a 65 °C y 30 minutos de escaldado.....	68
4.4.2.1	Prueba de Duncan para deteminar el tiempo de tratamiento térmico.....	69
4.4.3	Deteminación del atributo textura a 60 °C y 20 minutos de escaldado.....	70
4.4.3.1	Prueba de Duncan para deteminar el tiempo de tratamiento térmico.....	71
4.4.4	Deteminación del atributo textura a 65 °C y 20 minutos de escaldado.....	72
4.4.4.1	Prueba de Duncan para deteminar el tiempo de tratamiento térmico.....	73
4.5	Diseño experimental en el proceso de secado.....	74
4.5.1	Prueba estadística de diseño experimental en el proceso de secado.....	75
4.6	Cinética en el proceso de secado para obtener chips de olluco.....	75
4.7	Evaluación sensorial en el proceso de fritura para obtener chips de olluco.....	78
4.7.1	Evaluación sensorial del atributo textura en el proceso de fritura.....	78
4.7.1.1	Prueba de duncan para deteminar el atributo textura en la fritura.....	80
4.7.2	Evaluación sensorial del atributo color en el proceso de fritado.....	80

4.7.2.2	Prueba de duncan para determinar el atributo color en la fritura .....	82
4.8	Evaluación sensorial para el sabor de las chips de olluco .....	83
4.8.1	Prueba de duncan para determinar el sabor de las chip de olluco .....	84
4.9	Evaluación sensorial para la cantidad de saborizante sabor tocino.....	85
4.9.1	Prueba de duncan para determinar la cantidad de saborizante .....	86
4.10	Caracterización del producto final (chips de olluco).....	87
4.10.1	Análisis físicoquímico del producto final .....	87
4.10.2	Análisis microbiológico del producto final .....	87
4.10.3	Análisis organoléptico del producto final.....	88
4.10.3.1	Prueba de duncan de las propiedades organolépticas.....	89
4.11	Balance de materia para obtener chips de olluco.....	90
4.11.1	Balance de materia en el proceso de selección y lavado.....	93
4.11.2	Balance de materia en el proceso de cortado del olluco .....	94
4.11.3	Balance de materia en el proceso de tratamiento térmico .....	96
4.11.4	Balance de materia en el proceso de secado de las muestras.....	98
4.11.5	Balance de materia en el proceso de fritado de las muestras.....	102
4.11.6	Balance de materia en el proceso de saborizado.....	103
4.12	Resumen general del balance de materia para la obtener chips .....	104
4.13	Balance de energía en el proceso para obtener chips de olluco.....	106
4.13.1	Balance de energía en el proceso de tratamiento térmico .....	106
4.13.2	Balance de energía en el proceso de secado .....	111
4.13.3	Balance de energía en el proceso de fritura.....	115

## **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones.....	118
5.2	Recomendaciones.....	120
	Bibliografía.....	121
	Anexos.....	151

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Datos de superficie, producción y rendimiento del cultivo de olluco.....	2
Tabla 2.1	Taxonomía del olluco.....	7
Tabla 2.4	Aminoácidos en el olluco.....	11
Tabla 2.5	Contenido de vitaminas y minerales en el olluco.....	12
Tabla 2.6	Principales tipos de aceites y grasas utilizados en la fritura.....	25
Tabla 3.1	Características técnicas del secador de bandejas.....	27
Tabla 3.2	Características técnicas del generador de aire.....	28
Tabla 3.3	Características técnicas de la balanza digital.....	29
Tabla 3.4	Características técnicas de la selladora eléctrica.....	30
Tabla 3.5	Características técnicas de la cocina industrial.....	31
Tabla 3.6	Características técnicas de la mandolina.....	31
Tabla 3.7	Características técnicas del psicrómetro.....	32
Tabla 3.8	Materiales de laboratorio.....	33
Tabla 3.9	Utensilios de laboratorio.....	33
Tabla 3.10	Materia prima.....	34
Tabla 3.11	Insumos Alimentarios.....	34
Tabla 3.12	Parámetros del análisis físico-químico del olluco.....	41
Tabla 3.13	Parámetros físico-químicos del producto final.....	44
Tabla 3.14	Parámetros microbiológicos del producto final.....	44
Tabla 4.1	Propiedades físicas del olluco para rodaja.....	49
Tabla 4.2	Valores estadísticos de las características físicas del olluco.....	50
Tabla 4.3	Análisis físico del olluco para rodajas.....	51
Tabla 4.4	Valores estadísticos de las características físicas del olluco.....	52
Tabla 4.5	Propiedades físicas del olluco.....	53
Tabla 4.6	Valores estadísticos de las características físicas del olluco.....	54
Tabla 4.7	Propiedades fisicoquímicas del olluco.....	55
Tabla 4.8	Composición nutricional del olluco.....	56
Tabla 4.9	Parámetros microbianos.....	56
Tabla 4.10	Tiempo de tratamiento térmico de las rodajas de olluco.....	57
Tabla 4.11	Control de la variación del contenido de humedad en el secado.....	59
Tabla 4.12	Variación del contenido de humedad.....	60
Tabla 4.13	Variación del contenido de humedad.....	61
Tabla 4.14	Variación del contenido de humedad.....	63
Tabla 4.15	Variación del contenido de humedad.....	64
Tabla 4.16	Deteminación del tributo textura en el proceso de secado.....	66
Tabla 4.17	Prueba de Duncan para deteminar el atributo textura.....	67
Tabla 4.18	Deteminación del tributo textura en el proceso de secado.....	68

Tabla 4.19	Prueba de Duncan para determinar el tiempo de tratamiento térmico....	69
Tabla 4.20	Deteminación del tributo textura en el proceso de secado.....	70
Tabla 4.21	Prueba de Duncan para determinar el tiempo de tratamiento térmico....	71
Tabla 4.22	Deteminación del tributo textura en el proceso de secado.....	72
Tabla 4.23	Prueba de Duncan para determinar el tiempo de tratamiento térmico....	73
Tabla 4.24	Contenido de humedad del diseño experimental en el secado.....	74
Tabla 4.25	Análisis de varianza del diseño experimental en el proceso de secado.	75
Tabla 4.26	Cinética en el proceso de secado para obtener chips de olluco.....	76
Tabla 4.27	Evaluación sensorial del atributo textura en el proceso de fritura .....	79
Tabla 4.28	Prueba de Duncan para el atributo textura para las muestras fritas .....	80
Tabla 4.29	Evaluación sensorial del atributo color en el proceso de fritura.....	81
Tabla 4.30	Prueba de Duncan para el atributo color para las muestras fritas.....	82
Tabla 4.31	Evaluación sensorial para seccionar el sabor de las chips de olluco.....	83
Tabla 4.32	Prueba de Duncan para determinar el sabor de las chips de olluco.....	84
Tabla 4.33	Evaluación sensorial de la cantidad de saborizante de tocino.....	85
Tabla 4.34	Prueba de Duncan para la cantidad de saborizante de tocino.....	86
Tabla 4.35	Análisis fisicoquímico del producto final.....	87
Tabla 4.36	Análisis microbiológico del producto final.....	87
Tabla 4.37	Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto... 88	
Tabla 4.38	Prueba de Duncan de las propiedades organolépticas del producto.....	89
Tabla 4.39	Propiedades psicométricas del aire .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Olluco fresco.....	6
Figura 2.2	Especie Laram.....	8
Figura 2.3	Especie Chiteque.....	8
Figura 2.4	Especie Janco.....	8
Figura 2.5	Especie Chiteque.....	8
Figura 2.6	Planta del olluco.....	9
Figura 2.7	Tallo del olluco.....	9
Figura 2.8	Flores del olluco .....	10
Figura 2.9	Hojas del olluco.....	10
Figura 2.10	Ollucos Frescos.....	10
Figura 2.11	Patatas chips fritas .....	14
Figura 2.12	Secador de cabina o bandejas.....	18
Figura 2.13	Etapas del proceso de fritura.....	19
Figura 3.1	Secador de bandejas.....	26
Figura 3.2	Generador de aire.....	27
Figura 3.3	Balanza digital.....	28
Figura 3.4	Selladora Eléctrica.....	31

Figura 3.5	Cocina industrial.....	30
Figura 3.6	Bamdolina.....	29
Figura 3.7	Psicrómetro.....	32
Figura 3.8	Diagrama de flujo de la elaboración de chips de olluco.....	35
Figura 3.9	Olluco variedad INIAP-Caramelo.....	36
Figura 3.10	Tipo de corte 1 mm.....	37
Figura 3.11	Tipo de corte 2 mm.....	37
Figura 3.12	Tipo de corte 3 mm.....	37
Figura 3.13	Tratamiento térmico de las muestras de olluco.....	38
Figura 3.14	Secado de chips en el secador.....	39
Figura 3.15	Saborizante de tocino.....	40
Figura 3.16	Saborizante de queso cheddar.....	40
Figura 4.1	Muestras de olluco.....	48
Figura 4.2	Porcentaje de peso comestible y no comestible en rodajas.....	50
Figura 4.3	Porcentaje de peso comestible y no comestible en rodajas.....	52
Figura 4.4	Porcentaje de peso comestible y no comestible en rodajas.....	54
Figura 4.5	Variación del contenido de humedad.....	60
Figura 4.6	Variación del contenido de humedad.....	62
Figura 4.7	Variación del contenido de humedad.....	63
Figura 4.8	Variación del contenido de humedad.....	65
Figura 4.9	Valores promedios para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	67
Figura 4.10	Valores promedios para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	69
Figura 4.11	Valores promedios para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	71
Figura 4.12	Valores promedios para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	73
Figura 4.14	Cinética en el proceso de secado para obtener chips de olluco.....	77
Figura 4.15	Valores promedios de las muestras fritas para el atributo textura.....	80
Figura 4.16	Valores promedios de las muestras fritas para el atributo color.....	82
Figura 4.17	Valores promedios de las muestras fritas para seleccionar el sabor.....	84
Figura 4.18	Valores promedios para determinar la cantidad de saborizante de tocino.....	86
Figura 4.19	Valores promedios de las propiedades organolépticas del producto final.....	89
Figura 4.20	Balance de materia para obtener chips de olluco.....	91
Figura 4.21	Balance de materia en el proceso de selección y lavado del olluco.....	93
Figura 4.22	Balance de materia en el proceso de cortado del olluco.....	94
Figura 4.23	Balance de materia en el proceso de tratamiento térmico.....	96
Figura 4.24	Balance de materia en el proceso de secado de las muestras de olluco.....	98
Figura 4.25	Balance de materia en el proceso de fritura de las muestras de olluco.....	102
Figura 4.26	Balance de materia en el proceso de saborizado de las muestras de olluco.....	103
Figura 4.27	Balance resumen del balance de materia para obtener chips de olluco.....	105
Figura 4.28	Balance de energía en el proceso de tratamiento térmico.....	106
Figura 4.29	Balance de energía en el proceso de secado de las muestras de olluco.....	111
Figura 4.30	Balance de energía en el proceso de fritado de las muestras de olluco.....	116

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Árbol de Variables para la elaboración de chips de olluco.....	47
----------	--	----