

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



OBTENCIÓN DE HONGO COMESTIBLE SECO EN POLVO

POR:

WILFREDO LOPEZ SANGUINO

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.

OCTUBRE 2021

TARIJA-BOLIVIA

El tribunal de presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas responsabilidades del autor.

DEDICATORIA:

A Dios por ser mi fortaleza para seguir adelante y nunca decaer, por bendecirme con una maravillosa familia y cruzar por mi camino a personas que jamás olvidare.

A mis padres, Pedro y Marta por mostrarme el camino de la superación y ser un ejemplo en mi vida; a mis hermanos Esmeralda y Juan Carlos que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan a seguir adelante.

A Jazmín, por ser alguien muy especial en mi vida y brindarme su apoyo incondicional en toda mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” especialmente a la Facultad de Tecnología de la Carrera de Ingeniería de Alimentos por haberme formado académicamente.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez, por su permanente asesoramiento y sus conocimientos impartidos; gracias por su ayuda para concluir con el presente trabajo.

A los docentes de la carrera de Ingeniería de alimentos, por su sabiduría, paciencia y consejos impartidos.

A toda mi familia y amigos, por el apoyo y comprensión durante el tiempo de estudio profesional.

A mis compañeros, por brindarme su apoyo incondicional en cada momento que lo necesitaba, me incentivaron a seguir y terminar mi formación profesional

“El conocimiento se aprende por medio de estudio y la sabiduría por medio de la observación”

Arturo Torres

INDICE

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	Objeto de estudio.....	3
1.5	Campo de acción	4
1.5.1	Espacial	4
1.5.2	Temporal	4
1.5.3	Institución.....	4
1.6	Situación problemática.....	4
1.7	Formulación del problema	5
1.8	Planteamiento de la hipótesis	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Origen de los hongos comestibles	6
2.2	Hongos comestibles.....	6
2.3	Generalidades de los hongos comestibles	6
2.4	Tipos de hongos	7
2.4.1	Hongos tóxicos.....	8
2.4.2	Hongos alucinógenos	8
2.4.3	Hongos medicinales	9
2.5	Compuestos bioactivos de los hongos comestibles.....	9
2.5.1	Polisacáridos.....	9
2.5.2	β -glucanos	10
2.6	Definición del hongo comestible " <i>Pleurotus Ostreatus</i> "	10
2.6.1	Morfología del hongo comestible	10
2.6.2	Taxonomía del hongo comestible " <i>Pleurotus Ostreatus</i> "	10
2.6.3	Propiedades nutricionales del hongo comestible <i>Pleurotus Ostreatus</i>	11

2.7	Usos y aplicaciones del hongo comestible “Pleurotus Ostreatus”	12
2.7.1	Efectos antitumorales	12
2.7.2	Efecto antiinflamatorio.....	12
2.7.3	Control del colesterol	12
2.7.4	Efectos antivirales	13
2.7.5	Estimula el sistema inmune.....	13
2.7.6	Control de la diabetes.....	13
2.8	Aditivos alimentarios	13
2.8.1	Ácido cítrico.....	14
2.8.2	Ácido ascórbico.....	14
2.8.3	Meta bisulfito de potasio.....	14
2.9	Secado como medio de conservación de alimentos	14
2.10	Secado con aire caliente	14
2.11	Secador de bandejas	15
2.12	Contenido de humedad de los sólidos	16
2.12.1	Humedad base húmeda.....	16
2.12.2	Humedad en base seca.....	17
2.12.3	Humedad en equilibrio	17
2.12.4	Humedad no ligada.....	17
2.12.5	Humedad ligada.....	17
2.12.6	Humedad libre	17
2.12.7	Humedad relativa	17
2.12.8	Humedad absoluta	18
2.13	Variables que influye en la velocidad de secado.....	18
2.13.1	Temperatura del aire.....	18
2.13.2	Velocidad másica del aire	18
2.13.3	Humedad absoluta de aire	19
2.13.4	Naturaleza del alimento.....	19
2.13.5	Tamaño de partícula.....	19
2.14	Curvas de secado.....	19
2.14.1	Curva de contenido de humedad a través del tiempo.....	20
2.14.2	Curva de velocidad de secado en función del contenido de humedad.....	21

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1	Introducción	23
3.2	Descripción de los equipos, instrumentos de laboratorio, utensilios e aditivos	23
3.2.1	Equipos de proceso.....	23
3.2.2	Instrumentos de laboratorio.....	26
3.2.3	Material de laboratorio	28
3.2.4	Utensilios de cocina	29
3.3	Materia prima e insumos alimentarios	29
3.4	Proceso para la obtención del hongo comestible seco en polvo	30
3.4.1	Descripción del proceso para obtener hongo comestible seco en polvo .	32
3.5	Metodología para la obtención de resultados	35
3.5.1	Propiedades físicas del hongo comestible	35
3.5.2	Análisis fisicoquímicos del hongo comestible	35
3.5.3	Análisis microbiológicos del hongo comestible.....	36
3.5.4	Análisis fisicoquímicos del hongo comestible seco en polvo	36
3.5.5	Análisis microbiológicos del hongo comestible seco en polvo	37
3.6	Operacionalización de las variables en el proceso de obtención del hongo comestible seco en polvo.....	37
3.7	Evaluación sensorial de los alimentos.....	38
3.8	Diseño experimental.....	39
3.8.1	Diseño factorial	40
3.8.2	Diseño factorial en la etapa de secado del hongo comestible	40

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Caracterización del hongo comestible.....	42
4.1.1	Propiedades físicas del hongo comestible	42
4.1.2	Análisis fisicoquímico del hongo comestible.....	43
4.1.3	Análisis de minerales del hongo comestible	43
4.1.4	Análisis microbiológico del hongo comestible	44

4.2	Caracterización de las variables del proceso para la obtención de hongo comestible seco en polvo.....	44
4.2.1	Pruebas preliminares para determinar el pretratamiento de muestras de hongo comestible.....	44
4.3	Diseño experimental en el proceso de secado para las muestras del hongo comestible.....	52
4.3.1	Diseño factorial 2 ³ para muestras con pretratamiento.....	52
4.3.2	Diseño factorial 2 ³ para del hongo comestible sin tratamiento.....	59
4.4	Influencia del contenido de humedad en la etapa de secado de las muestras del hongo comestible	65
4.4.1	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₁ (0,5 cm) vs C ₁ (3 m/s).....	66
4.4.2	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₂ (1,0 cm) vs C ₁ (3 m/s).....	67
4.4.3	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₁ (0,5 cm) vs C ₂ (6 m/s).....	68
4.4.4	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₂ (1,0 cm) vs C ₂ (6 m/s).....	69
4.4.5	Variación del contenido de humedad en función al tipo de corte, A ₁ (45 °C) vs C ₁ (3 m/s)	71
4.4.6	Variación del contenido de humedad en función al tipo de corte, A ₂ (55 °C) vs C ₁ (3 m/s).....	72
4.4.7	Variación del contenido de humedad en función al tipo de corte, A ₁ (45 °C) vs C ₂ (6 m/s).....	73
4.4.8	Variación del contenido de humedad en función al tipo de corte, A ₂ (55 °C) vs C ₂ (6 m/s).....	74
4.4.9	Variación del contenido de humedad en función de la velocidad del aire A ₁ (45 °C) vs B ₁ (0,5 cm)	75
4.4.10	Variación del contenido de humedad en función de la velocidad del aire A ₂ (55 °C) vs B ₁ (0,5 cm)	76
4.4.11	Variación del contenido de humedad en función de la velocidad del aire A ₁ (45 °C) vs B ₂ (1,0 cm)	77
4.4.12	Variación del contenido de humedad en función de la velocidad del aire A ₂ (55 °C) vs B ₂ (1,0 cm)	78

4.5	Cinéticas de secado en la obtención de hongo comestible seco en polvo.....	79
4.6	Rehidratación de hongo comestible seco	85
4.7	Caracterización del hongo comestible seco en polvo.....	86
4.7.1	Caracterización fisicoquímica del hongo comestible seco en polvo.....	86
4.7.2	Caracterización microbiológica del hongo comestible seco en polvo	87
4.8	Balance de materia en el proceso de obtención de hongo comestible seco en polvo.....	88
4.8.1	Balance de materia en la etapa de lavado.....	90
4.8.2	Balance de materia en la etapa de acondicionamiento.....	91
4.8.3	Balance de materia durante la etapa de troceado	92
4.8.4	Balance de materia durante la etapa de pretratamiento.....	93
4.8.5	Balance de materia en la solución de pretratamiento	94
4.8.6	Balance de materia en la etapa de escurrido	95
4.8.7	Balance de materia en la etapa de secado	96
4.8.8	Balance de materia para la etapa de molienda	100
4.8.9	Balance de materia en la etapa de tamizado.....	101
4.9	Resumen general de balance de materia en el proceso de obtención de hongo comestible seco en polvo.....	102
4.10	Balance de energía en el proceso de obtención de hongo comestible seco en polvo.....	102
4.10.1	Balance de energía en la etapa de secado.....	103

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	109
5.2	Recomendaciones.....	111

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Clasificación de los tipos de hongos.....	7
Figura 2.2	Esquema del secador de bandejas.....	16
Figura 2.3	Periodos de secado.....	20
Figura 2.4	Cinética de secado.....	22
Figura 3.1	Secador de bandejas.....	23
Figura 3.2	Molino Analítico eléctrico.....	24
Figura 3.3	Tamizador eléctrico.....	24
Figura 3.4	Generador de aire.....	25
Figura 3.5	Selladora eléctrica.....	25
Figura 3.6	Balanza analítica digital.....	26
Figura 3.7	Balanza de precisión.....	27
Figura 3.8	Anemómetro digital.....	27
Figura 3.9	Termo-higrómetro digital.....	28
Figura 3.10	Hongo comestible (Pleurotus Ostreatus).....	29
Figura 3.11	Diagrama para obtener hongo comestible seco en polvo.....	31
Figura 4.1	Pruebas preliminares para la determinación del pretratamiento.....	45
Figura 4.2	Valoración subjetiva del atributo color con ácido cítrico.....	46
Figura 4.3	Valoración subjetiva del atributo color con ácido ascórbico.....	47
Figura 4.4	Valoración subjetiva del atributo color con metabisulfito de potasio ..	49
Figura 4.5	Caja y bigote de la evaluación sensorial del atributo color para elegir el pretratamiento.....	50
Figura 4.6	Caja y bigote de la evaluación sensorial del atributo apariencia.....	51
Figura 4.7	Efectos principales con relacion al contenido de humedad.....	54
Figura 4.8	Interacciones de los factores con relacion al contenido de humedad ...	55
Figura 4.9	Diagrama de Pareto del diseño factorial con pretratamiento.....	56
Figura 4.10	Efectos principales de factores en relacion contenido de humedad	60
Figura 4.11	Interacciones de los factores con relacion al contenido de humedad ..	61
Figura 4.12	Diagrama de pareto estandarizado.....	62
Figura 4.13	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₁ (0,5 cm) vs C ₁ (3 m/s).....	67
Figura 4.14	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₂ (1,0 cm) vs C ₁ (3 m/s).....	68

Figura 4.15	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₁ (0,5cm) vs C ₂ (6 m/s).....	69
Figura 4.16	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a B ₂ (1,0 cm) vs C ₂ (6 m/s).....	70
Figura 4.17	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a A ₁ (45 °C) vs C ₁ (3 m/s).....	71
Figura 4.18	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a A ₂ (55 °C) vs C ₁ (3 m/s).....	72
Figura 4.19	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a A ₁ (45 °C) vs C ₂ (6 m/s).....	73
Figura 4.20	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a A ₂ (55 °C) vs C ₂ (6 m/s).....	74
Figura 4.21	Variación del contenido de humedad con la velocidad del aire, a A ₁ (45 °C) vs B ₁ (0,5 cm)	75
Figura 4.22	Variación del contenido de humedad con la velocidad del aire, a A ₂ (55 °C) vs B ₁ (0,5 cm)	76
Figura 4.23	Variación del contenido de humedad con la velocidad del aire, a A ₁ (45 °C) vs B ₂ (1,0 cm).....	77
Figura 4.24	Variación del contenido de humedad con la velocidad del aire, a A ₂ (55 °C) vs B ₂ (1,0 cm)	78
Figura 4.25	Cinética en el proceso de secado con pretratamiento para obtener hongo comestible seco en polvo	81
Figura 4.26	Cinética en el proceso de secado sin pretratamiento para obtener hongo comestible seco en polvo	84
Figura 4.27	Variación de ganancia de peso función del tiempo de muestra (L04)..	86
Figura 4.28	Diagrama de flujo del balance de materia en el proceso de obtención de hongo comestible seco en polvo.....	88
Figura 4.29	Etapa de lavado.....	90
Figura 4.30	Etapa de acondicionamiento	91
Figura 4.31	Etapa de troceado.....	92
Figura 4.33	Etapa de pretratamiento	93
Figura 4.32	Preparación de la solución.....	94
Figura 4.34	Etapa de pretratamiento	95
Figura 4.35	Etapa de secado.....	97

Figura 4.36	Etapa de molienda.....	100
Figura 4.37	Etapa de tamizado.....	101
Figura 4.38	Resumen general del balance de materia para la obtención de hongo comestible seco en polvo	102
Figura 4.39	Balance de energía para muestra troceadas y pre tratadas de hongo comestible	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Clasificación taxonómica del hongo comestible.....	11
Tabla 2.2	Composición fisicoquímica de <i>Pleurotus Ostreatus</i>	11
Tabla 3.1	Material de laboratorio.....	28
Tabla 3.2	Utensilios utilizados durante la parte experimental	29
Tabla 3.3	Insumos alimentarios	30
Tabla 3.4	Datos del metabisulfito de potasio	30
Tabla 3.5	Caracterización física del hongo comestible.....	35
Tabla 3.6	Análisis fisicoquímicos de hongo comestible.....	36
Tabla 3.7	Análisis microbiológicos del hongo comestible	36
Tabla 3.8	Análisis fisicoquímicos del hongo comestible seco en polvo.....	37
Tabla 3.9	Análisis microbiológicos del hongo comestible seco en polvo	37
Tabla 3.10	Operacionalización de las variables en la obtención hongo comestible seco en polvo	38
Tabla 3.11	Evaluación sensorial para muestras secas del hongo comestible.....	39
Tabla 3.12	Niveles de variación de los factores en el proceso de secado.....	41
Tabla 3.13	Diseño factorial de las variables para el proceso de secado	41
Tabla 4.1	Propiedades físicas del hongo comestible.....	42
Tabla 4.2	Análisis fisicoquímico del hongo comestible	43
Tabla 4.3	Análisis de minerales del hongo comestible	43
Tabla 4.4	Análisis microbiológico del hongo comestible.....	44
Tabla 4.5	Porcentaje de soluciones con ácido cítrico	46
Tabla 4.6	Porcentaje de soluciones con ácido ascórbico	47
Tabla 4.7	Porcentaje de soluciones con metabisulfito de potasio.....	48
Tabla 4.8	Contenido de humedad en base seca del proceso de secado del hongo comestible.....	53

Tabla 4.9	Análisis de varianza en la etapa de secado de las muestras del hongo comestible con pretratamiento	53
Tabla 4.10	Muestras del hongo comestible con pretratamiento.....	57
Tabla 4.11	Valores óptimos para minimizar el contenido de humedad	57
Tabla 4.12	Valores óptimos para maximizar el contenido de humedad	58
Tabla 4.13	Contenido de humedad en base seca del proceso de secado del hongo comestible sin pretratamiento	59
Tabla 4.14	Análisis de varianza en la etapa de secado de las muestras del hongo comestible	60
Tabla 4.15	Muestras del hongo comestible sin pretratamiento.....	63
Tabla 4.16	Valores óptimos para minimizar el contenido de humedad	64
Tabla 4.17	Valores óptimos para maximizar el contenido de humedad	64
Tabla 4.18	Variables para el análisis del contenido de humedad en base seca.....	66
Tabla 4.19	Variación del contenido de humedad y velocidad de secado para la obtención de hongo comestible seco en polvo con pretratamiento... ..	80
Tabla 4.20	Variación del contenido de humedad y velocidad de secado para la obtención de hongo comestible seco en polvo sin pretratamiento... ..	83
Tabla 4.21	Ganancia de peso de muestra del hongo comestible seco.....	85
Tabla 4.22	Análisis fisicoquímico del hongo comestible seco en polvo	87
Tabla 4.23	Análisis microbiológico del hongo comestible seco en polvo	87
Tabla 4.24	Propiedades psicométricas del aire	99
Tabla 4.25	Datos de la composición fisicoquímica del hongo comestible	107
Tabla 4.26	Datos de la composición fisicoquímica del hongo comestible seco	107