

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)



**FACULTAD DE: CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS**

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CARGA DE BANDEJA Y LA
VELOCIDAD DEL AIRE SOBRE EL TIEMPO DE
DESHIDRATACIÓN Y ACEPTABILIDAD GENERAL
DE HONGO COMESTIBLE (*Suillus luteus A.*)”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
CIENCIA-TECNOLOGÍA DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
SEDANO PUENTE, Yeffer Cristian**

HUANCABELICA 2014

124

Asesor

Ing. Rafael Julián MALPARTIDA YAPIAS

Co-asesor

Ing. Alfonso RUIZ RODRÍGUEZ

123

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria "Común Era"; en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 25 días del mes de Junio del año 2014, a horas 8:00 am, se reunieron; los miembros del Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Mg. Ing. Marino BAUTISTA VARGAS.
Secretario : Ing. Virgilio VALDERRAMA PACHO.
Vocal : Ing. Jimmy pablo ECHEVARRÍA VICTORIO.

Designados con resolución N° 319-2014-CF-FCA-UNH; para optar el Título Profesional por la modalidad de: proyecto de investigación (Tesis), Titulado: "EVALUACIÓN DE LA CARGA DE BANDEJA Y LA VELOCIDAD DEL AIRE SOBRE EL TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE HONGO COMESTIBLE (*Suillus luteus* A.)"

Cuyo autor es el graduado:

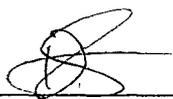
BACHILLER : Yeffer Cristian SEDANO PUENTE.

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR: UNANIMIDAD
DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie:



Presidente



Secretario



Vocal

na

Dedicatoria

A las personas que buscan solucionar los problemas
de la sociedad en el maravilloso mundo del
conocimiento.

Agradecimientos

- A Dios por darme la vida, el discernimiento y la salud hasta actualidad.
- A mis padres por darme su apoyo incondicional y por ser fuente de mi inspiración.
- A mi asesor y docentes por guiarme en el sendero del conocimiento.
- A mis amigos (as), que me ofrecieron su amistad y compañía en todo momentos.

Índice

Índice	5
Resumen	10
Introducción	12
Capítulo I: Problema	14
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Formulación del Problema.....	15
1.3. Objetivo: General y Específico	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivo específico.....	15
1.4. Justificación.....	15
Capítulo II: Marco Teórico.....	17
2.1. Antecedentes	17
2.2. Bases Teóricas.....	20
2.2.1. Los hongos	20
2.2.2. Deshidratación de setas comestibles.....	32
2.2.3. Evaluación sensorial	45
2.3. Hipótesis.....	50
2.4. Variables de estudio.....	50
Capítulo III: Metodología de la Investigación.....	51
3.1. Ámbito de estudio.....	51
3.2. Tipo de Investigación	57
3.3. Nivel de Investigación	57
3.4. Método de Investigación.....	58

- 3.5. Diseño de Investigación 59
- 3.6. Población, Muestra, Muestreo 61
- 3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos 62
- 3.8. Procedimiento de Recolección de Datos 63
- 3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 63
 - 3.9.1. Análisis químico proximal 63
 - 3.9.2. Evaluación sensorial 64
- Capítulo IV: Resultados 65
 - 4.1. Presentación de resultados 65
 - 4.1.1. Determinación de carga de bandeja 65
 - 4.1.2. Diseño experimental 65
 - 4.1.3. Análisis químico proximal 69
 - 4.1.4. Análisis microbiológico 70
 - 4.1.5. Balance de materia. 71
 - 4.1.6. Consumo energético. 72
 - 4.1.7. Características psicrométricas de aire deshidratación. 73
 - 4.1.8. Curvas de secado. 73
 - 4.1.9. Evaluación sensorial 77
 - 4.2. Discusiones. 80
- Conclusiones 86
- Recomendaciones 87
- Referencia Bibliográfica 88
- Artículo científico 91
- Anexos 93

Índice de cuadros

Cuadro N° 1: Resultado de análisis de hongo <i>Suillus luteus</i> A. en estado fresco.....	30
Cuadro N° 2: Cifras promedio de producción anual de <i>Suillus luteus</i> A. en 1999.....	32
Cuadro N° 3: Cuadro de análisis de varianza (ANVA)	61
Cuadro N° 4 : Análisis químico proximal	64
Cuadro N° 5: Tiempo de las tres repeticiones en horas.	66
Cuadro N° 6: Análisis de varianza (ANVA).....	66
Cuadro N° 7: Análisis de efecto simples	67
Cuadro N° 8: Análisis químico proximal del hongo <i>Suillus luteus</i> A. en estado fresco.....	69
Cuadro N° 9: Análisis químico proximal del hongo <i>Suillus luteus</i> A. en estado deshidratado .	70
Cuadro N° 10: Análisis microbiológicos.....	70
Cuadro N° 11: Valores estadísticos calculado X^2_{cal} para los diferentes atributos evaluado en los hongos deshidratados.....	78
Cuadro N° 12: Comparación de análisis químico proximal del hongo <i>Suillus luteus</i> (fresco)..	80
Cuadro N° 13: Comparación de análisis químico proximal del hongo <i>Suillus luteus</i> (deshidratado).	82

Índice de figuras

Figura N° 1: Hifas divididas en células multinucleadas 23

Figura N° 2 Micelio 23

Figura N° 4: Asociación simbiótica: hongo – raíz 24

Figura N° 5: Cuerpo de fructificación..... 25

Figura N° 6: Curva de velocidad de secado en función al contenido de humedad..... 38

Figura N° 7: Curva de secado del hongo *Suillus luteus* A. una velocidad de aire de 1 m/s con carga de bandeja de 4 Kg/m² y 5 Kg/m². 74

Figura N° 8: Curva de secado del hongo *Suillus luteus* A. una velocidad de aire de 2 m/s con carga de bandeja de 4 Kg/m² y 5 Kg/m². 75

Figura N° 9: Curva de secado del hongo *Suillus luteus* A. una velocidad de aire de 3 m/s con carga de bandeja de 4 Kg/m² y 5 Kg/m²..... 76

Figura N° 10: Comparación de análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* (fresco)... 81

Figura N° 11: Comparación de análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* (deshidratado)..... 84

Índice de anexos

Anexo N° 1: Numero aleatorio	94
Anexo N° 2: tabla de Chi- cuadrado	95
Anexo N° 3: Cuestionario de evaluación sensorial.....	96
Anexo N° 4: Resultados de evaluación sensorial.....	97
Anexo N° 5: Diseño experimental de la investigación	102
Anexo N° 6: Ficha técnica del deshidratador.....	107
Anexo N° 7: Grafico de carta psicometrica.....	108
Anexo N° 8: Datos experimentales obtenidos en la fase experimental.	109
Anexo N° 9: Norma técnica peruana 205,006, agosto de 1980: determinación de materia grasa.	112
Anexo N° 10: Norma técnica peruana 205,005, febrero de 1979: determinación proteínas totales (método de kjeldahl).	114
Anexo N° 11: Norma técnica peruana 205,003, agosto de 1980: determinación de fibra cruda.	116
Anexo N° 12: Norma técnica peruana 205,004, febrero de 1979: determinación de cenizas.	118
Anexo N° 13: Norma técnica peruana 205,002, febrero de 1979: determinación de humedad.	120
Anexo N° 14: Extracto libre de nitrógeno, AOAC, 1990.	122

Resumen

En la presente investigación se trabajó con el hongo comestible *Suillus luteus* A. Este hongo presente de manera silvestre en los pinos como el *Pinus radiata* de los bosques del vivero Totoral - Huancavelica, la fructificación se realiza entre los meses de diciembre a abril debido a la presencia de precipitaciones fluviales. El objetivo de esta investigación fue evaluar la carga de bandeja y la velocidad del aire sobre el tiempo de deshidratación y aceptabilidad general para dicho hongo, las cargas de bandeja utilizadas son: 4 Kg/m² y 5 Kg/m² y las velocidades del aire: 1 m/s, 2 m/s y 3 m/s, dándole a cada combinación un código: XA (carga de bandeja 4 Kg/m² y velocidad de aire 1 m/s), YA (carga de bandeja 5 Kg/m² y velocidad de aire 1 m/s), XB (carga de bandeja 4 Kg/m² y velocidad de aire 2 m/s), YB (carga de bandeja 5 Kg/m² y velocidad de aire 2 m/s), XC (carga de bandeja 4 Kg/m² y velocidad de aire 3 m/s) y YC (carga de bandeja 5 Kg/m² y velocidad de aire 3 m/s).

Tras la fase experimental y el análisis estadístico de los datos con un nivel de significancia del 1% y un coeficiente de variación de 1,98 % se concluye que estos dos factores alteran el tiempo de deshidratación siendo 4 Kg/m² la carga de bandeja más adecuada y 3 m/s la velocidad de aire más aceptable para poder disminuir el tiempo de deshidratación, consumiendo un total de 38,22 Kw-h en este tratamiento. Con respecto a la evaluación sensorial y tras el análisis estadístico realizado con la prueba no paramétrica de Friedman con nivel de significancia del 1% se muestra una gran variación en función a las características sensoriales, en apariencia el tratamiento XB es el más aceptado, en el color el tratamiento YA es el más aceptado, en el aroma el tratamiento XC es el más aceptado, en la textura el tratamiento YB es el más aceptado y en el sabor no hay considerable variación estadística.

La materia prima tras la evaluación químico proximal demostró que contiene un alto contenido de humedad 91,32 %, 0,21 % en grasas, 3,47 % en carbohidratos, 1,32 % en proteínas, 3,05 %

en fibra y 0,64 % en cenizas, tras el proceso de deshidratación los componentes muestran un incremento sustancial debido a la reducción de humedad en el hongo.

El hongo deshidratado contiene 3,46 % de Humedad que es adecuada para su conservación y comercialización, 1,09 % de grasas, 61,33 % de carbohidratos, 20,3 % de proteínas, 7,45 % de fibra y 6,37 % en cenizas, el rendimiento del proceso de deshidratación es de 7,5 %, teniendo a la selección y la deshidratación como los proceso en los que hay mayor pérdidas: 22,5 % y 53,4 % respectivamente.

El análisis microbiológico realizado a las muestras deshidratadas del hongo demostró que existen 6×10^6 Ufc/g de mohos, 6×10^6 Ufc/g de levaduras, la enumeración de *Escherichia coli* es < 3 NMP/g y ausencia total de *Salmonella* sp. en 25 g del hongo, se encuentra dentro de los parámetros adecuados para su uso alimenticio y agroindustrial.

Introducción

Desde la antigüedad los seres humanos vienen consumiendo gran variedad de hongos comestibles, esta costumbre milenaria radica en el excelente sabor de este alimento, además de poseer un alto valor nutricional, el cual se destaca por su alto contenido de proteínas fácilmente digeribles y su bajo contenido en grasas.

En el Perú esto no es ajeno, ya que se han encontrado fuentes históricas en donde se revela que desde la época pre-histórica hasta la actualidad se acostumbra su consumo en determinadas zonas del país (Cuzco y selva central).

El hongo *Suillus luteus A*, crece en bosques de pinos de diferentes partes del país, este hongo fue introducido de manera casual en nuestro país a mediados de los años setenta, ya que vinieron en forma de esporas con los plantones de pino traídos por los programas de reforestación de los andes.

En la actualidad el aprovechamiento de los hongos por las comunidades de la zona es en forma artesanal y en una escala reducida. En la provincia de Huancavelica el aprovechamiento adecuado de estos hongos es intrascendente.

La importancia de este hongo radica en que posee una excelente cualidad culinaria y de saborizante, que son aprovechadas en nuestro país y en otros países del mundo, este hongo es comercializado principalmente deshidratado, ya que debido a su alto contenido de humedad es perecible en poco tiempo, también son encontrados en conservas y congelados en menor cantidad.

Durante la fase experimental del presente proyecto de investigación se contó con el apoyo de Agrorural-Huancavelica para el suministro de materia prima y la deshidratación del fue realizado en el laboratorio de ingeniería de alimentos de la Universidad Nacional del Centro del Perú en su deshidratador experimental.

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la velocidad del aire y la carga de bandeja del proceso de deshidratación del hongo, los cuales determinan el grado de aceptabilidad del producto final, alterando su calidad. Para tal sentido es necesario determinar la carga de

102

bandeja requerida para el área del deshidratador, determinar la aceptabilidad general del hongo deshidratado y determinar el contenido de humedad de las muestras al inicio y al final de la deshidratación.

Esperando que el presente trabajo sea una fuente de inspiración para futuras investigaciones y para las empresas dedicadas a este rubro, prosigo con la presente:

111

Capítulo I: Problema

1.1. Planteamiento del Problema

El impacto ambiental generado actualmente por los contaminantes producidos por el hombre está logrando que la capa de ozono sea destruida en algunas partes del planeta hasta en un 60%, la depredación de nuestra vegetación y la escases de difusión de árboles como el pino, eucalipto y otros que formen bosques, está declinando la situación actual. La desaparición de bosques de pino elimina la producción de un hongo silvestre (*Suillus luteus* A.), cuyo consumo a nivel mundial va en aumento con una tasa de crecimiento del 13 % anual, la recolección de estos hongos en los bosques ha dejado de ser en algunas zonas del Perú motivo de afición para convertirse en una fuente importante de ingreso de muchas familias. El Hongo *Suillus luteus* A. tiene un crecimiento adecuado en zonas que presentan desarrollo de pinos (*Pinus radiata* D.) y humedad principalmente. El hongo es una importante fuente proteica que vive en simbiosis con el pino (*Pinus radiata* D.).

La principal forma de comercialización del *Suillus luteus* A. en el mercado nacional e internacional (europeos, asiáticos y estadounidenses) es deshidratado, en la actualidad el proceso de deshidratación constituye más del 50% de los costos de producción y es realizado en tiempos dilatados de 4 Kg/h que ocasionan mal aspecto del hongo deshidratado, los factores que influyen en el proceso de deshidratación son muchos tales como el grosor y forma de corte del hongo, contenido de humedad, temperatura del aire de deshidratación, velocidad del aire de deshidratación y carga de bandeja del deshidratador, siendo estos dos últimos factores los menos estudiados y que modifican en gran medida el proceso de deshidratación.

1.2. Formulación del Problema

¿De qué manera influirá la carga de bandeja y la velocidad del aire al tiempo de deshidratación y a la aceptabilidad general del hongo comestible (*Suillus luteus A.*)?

1.3. Objetivo: General y Específico

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar la influencia de la carga de bandeja y la velocidad del aire en el tiempo de deshidratación y la aceptabilidad general del hongo comestible (*Suillus luteus A.*).

1.3.2. Objetivo específico.

- Determinar la carga de bandeja requerida para el área de deshidratador.
- Determinar la aceptabilidad general del hongo deshidratado.
- Determinar el contenido de humedad de las muestras al inicio y al final de la deshidratación.

1.4. Justificación

La presente investigación permitirá mejorar el proceso de deshidratación de los hongos comestibles alterando mínimamente sus características organolépticas y determinando la carga de bandeja y la velocidad de aire más adecuada para este fin, el proceso de deshidratación de hongos está siendo realizado en tiempo prolongado que deteriora sus características como el color, olor y sabor del producto. Es necesario conocer cuál de los tratamientos de deshidratación es el más favorable y deleita a los consumidores.

Permitirá incrementar el nivel de oferta del hongo en los mercados nacionales e internacionales, dando a conocer nuestra potencia productiva en este rubro que está insuficientemente desarrollado.

Permitirá conocer las utilidades del hongo tras su deshidratación, fomentando su cualidad, esto incentivará a la población para su consumo, que esto a la vez mejorará la calidad de vida de todas las personas que lo consuman debido a su alto contenido proteico en estado deshidratado, es ideal para personas de todas las edades, la producción de este hongo no afecta al medio ambiente debido a que su crecimiento es silvestre y estacional, incentiva la creación de asociaciones productoras de hongos que forestaran con árboles de pino para el aprovechamiento de éstos hongo, los bosques creados por este fin favorecerán la regeneración de la capa de ozono y el ecosistema. La presente investigación busca reducir el tiempo de deshidratación del hongo que está directamente relacionado con el 50 % del costo de producción sin alterar sus características sensoriales, beneficiando actualmente a las comunidades y empresas agroindustriales que se dedican a este rubro e incentivando a que otras se aventuren en el aprovechamiento de este hongo silvestre incrementando sus ingresos y creando nuevos puestos de trabajo. Esto solucionará la creciente demanda de los mercados, desarrollando la exportación en este rubro, cabe resaltar que el presente proyecto generara una alternativa económica sostenible en el tiempo y será económicamente rentable para su implementación en las empresas agroindustriales.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Pérez, (2001) en su trabajo de investigación: deshidratación del hongo comestible (*Suillus luteus* A.) por flujo de aire caliente, tiene por objetivo general la evaluación de los parámetros de secado, en dos diferentes presentaciones: enteros y en rodajas a 45, 50, 55 y 60 °C, y objetivo específico fue evaluar el efecto de las temperaturas de secado en las características sensoriales (con pruebas no para métricas de Friedman) concluyendo que: los hongos *Suillus luteus* A. contienen 12,7% base seca de proteínas, fibra 12,47 % y 8,16 % de grasas. Los tiempos de secado para hongo entero fueron de 1070, 1240, 880 y 750 minutos, para los tratamientos de 45, 50, 55 y 60 °C respectivamente. Para el hongo secado en rodajas fueron 800, 970, 670 y 570 minutos para los mismos tratamientos de secado. Los resultados de la evaluación sensorial nos muestran que existe una preferencia en cuanto al color de los hongos en rodajas, por el tratamiento de secado realizado a 50 °C. La preferencia por el sabor en el caso de los hongos rodajados fue manifestada por los tratamientos de secado a 60 y 55 °C, y el más despreciado por los consumidores fue el tratamiento de secado a 45 °C. En lo que se refiere a la textura del hongo en rodajas secado a 60 °C fue el más preferido por los panelistas. Para los hongos enteros se tiene que el hongo secado a 55 °C obtuvo la preferencia de los panelistas. Esta preferencia por el hongo secado a 55 °C se repitió para los atributos de sabor y textura.

Villagaray, (2010) en su trabajo de investigación: evaluación de secado del hongo (*Boletus luteus* A.) en secador tipo bandeja, tiene por objetivo general la evaluación de los parámetros óptimo de secado: tiempo y temperatura, para ello se deshidrataron dos muestras de hongos en rodajas de 0,5 cm y 1,0 cm, las cuales se sometieron a temperaturas de secado 30 °C, 50

107

°C y 70 °C a una velocidad de aire de 1,5 m/s, los resultados obtenidos mostraron que el mejor tratamiento fue la muestra secada a 50 °C de temperatura con 0,5 cm de espesor en 7 horas 30 minutos, con un contenido de humedad de 11,99% bs, proteínas 10% bs, grasa 4,33% bs, fibra 10,30% bs, cenizas 5,98% bs y carbohidratos 57,40% bs, esta muestra es seleccionada debido a que contada con las mejores características de secado (coloración y apariencia adecuada).

Oceguera, et al. (2001) en su trabajo de investigación: deshidratación del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) con y sin atemperamiento, tiene por objetivo general comparar el secado convencional (ininterrumpido) con el secado con atemperamiento (interrumpido) y obtener parámetros ingenieriles que permitan establecer las mejor condiciones de secado para el procesamiento de dicho hongo. Para tal fin se utilizaron túneles de secado a diferentes condiciones (40, 50, 60 °C y 1, 2, y 3 m/s) simultáneamente se realizaron dos cinéticas, una de ellas aplicando un secado convencional y otra con un ciclo de atemperamiento (60 min). El cual consiste en retirar la muestra después de cierto tiempo de secado (90 min) y colocarlo a temperatura ambiente, esto favorece la difusión del agua dentro del sólido. Se obtuvieron las cinéticas de pérdida de peso y la historia térmica de la superficie de la muestra. Se encontró que la deshidratación de *Pleurotus ostreatus* bajo las condiciones ensayadas, muestra un periodo de secado constante con una duración que varía desde los 60 min (a 40 °C y 1 m/s) y hasta 4 min (a 60 °C y 3 m/s), tanto para el secado con y sin atemperamiento. Seguido de un periodo de velocidad decreciente de secado, controlado principalmente por el movimiento de agua a través del sólido. Durante las cinéticas tanto para el secado convencional como para el secado con atemperamiento fue posible observar que con aire a 40 °C hubo un aumento de la velocidad de secado al aumentar la velocidad del aire, este efecto no se observó con aire a 60 °C, esto puede deberse a que a menor temperatura existe mayor duración del periodo constante (control externo). Al comparar las cinéticas de secado convencional con las de secado intermitente se observó que temperaturas de 40 °C y 60 °C no existe una diferencia significativa en los contenidos finales de humedad, pero a las condiciones de 50 °C y 2 m/s había una

106

disminución de humedad superior para las muestras sometidas a secado intermitente. Este efecto podría ser debido a que el ciclo de atemperamiento provoca una redistribución de la humedad en la muestra lo cual favorece el secado. La aplicación del secado con atemperamiento representa diversas ventajas primeramente se llegan a contenidos de humedad menores que en el secado convencional, existe un ahorro en el consumo de energía para el secado y se tiene un menor daño del producto debido que está sometidos por menor tiempo a condiciones térmicas fuertes.

105

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Los hongos

- **Generalidades**

Los hongos (del latín fungus = seta) son organismos con núcleo, portadores de esporas, aclorófilos, que por lo general se reproducen sexual y asexualmente, y cuyas estructuras somáticas, por lo común filamentosas y ramificadas, están típicamente rodeadas por una pared celular que contiene celulosa o quitina, o ambas. Esta definición es correcta pero no perfecta ya que no abarca todos los límites y todas las excepciones que presenta este grupo tan complejo de organismos. Los hongos son seres unicelulares o pluricelulares, carecen de clorofila y por tanto, no pueden elaborar su propio alimento; son heterótrofos, es decir, requieren materia orgánica preformada que utilizan como fuente de energía; son eucariotas, es decir, tienen núcleos y organelos rodeados por una membrana (López, 1990).

Los hongos son un grupo diferente de organismos más emparentados con los animales que con las plantas. Basándonos en un conocimiento preciso de su estructura bioquímica y genética, constituido especialmente en los últimos 30 años, los hongos se dividen actualmente en tres reinos separados y distintos. Es erróneo y podía ser mal interpretado referirse a los hongos como "plantas sin clorofila" (Fao, 1998).

- **Hongo *Suillus luteus* A.**

Se desarrolla sobre la superficie del suelo, principalmente en bosques de *Pinus spp.* con los que forma micorrizas. Crece en bosques jóvenes de 8 a 10 años con empastados y abundante luminosidad. La aparición de cuerpos fructíferos está marcado por el inicio regular de las lluvias de otoño hasta primavera, declinando con el inicio de las lluvias persistentes, caso en el que son reemplazadas por otras especies (Infor, 2003).

Doc

Las ventajas nutricionales que obtiene cada integrante de una asociación micorrízica explica, en parte, el éxito de tal interrelación. Algunos hongos micorrízicos pueden producir auxinas o sea hormonas que estimulan el crecimiento de los vegetales, y otros producen antibióticos. Esto ayuda a regular el microambiente alrededor de las raíces y contribuye a prevenir la infección de las plantas. Experimentalmente se demostró que los hongos micorrízicos proveen protección contra *Phytophthora infestans* (Carrillo, 2003).

Los hongos *Suillus luteus* A. son hongos que crecen espontáneamente en la naturaleza (bosques de pinos) y son denominamos "silvestres", ya que no se les cultiva en forma comercial y que, actualmente, presentan un enorme interés gastronómico (Deschamps, 2002).

Los hongos como cualquier ser viviente están influenciados por factores ambientales como la temperatura (20 a 32 °C), humedad (70%), oxígeno, luz, pH (pH de 4,5 a 8,0) y otros, en caso no encuentre los parámetros adecuado las semillas del hongo se mantendrán hasta que haya un ambiente favorable (Beltrán, 2005).

La descripción taxonómica es amplia y es determinada dependiendo de los criterios de los diferentes autores, en tal sentido estos esquemas están elaborados con datos extraídos de Izco (2004), Courtecuisse (2005) y Muñoz (2005).

Reino: Fungi

Clase: Basidiomycota

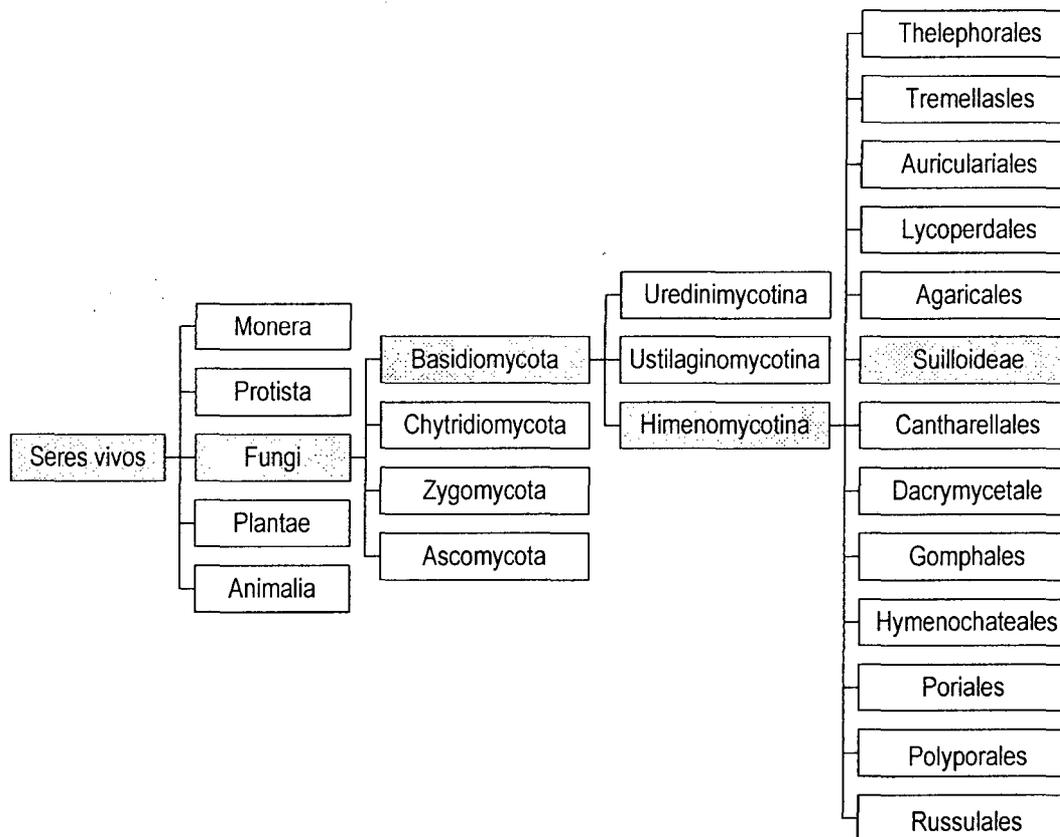
Orden: Himenomycotina

Familia: Suilloideae

Género: *Suillus*

Especie: *Luteus*

Diagrama N° 1: Clasificación taxonómica de hongos *Suillus luteus* A.



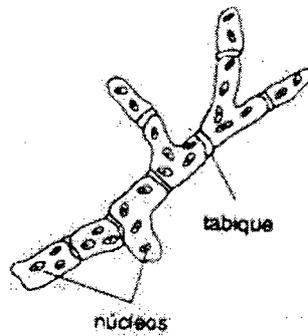
Fuente: Izco (2004), Courtecuisse (2005) y Muñoz (2005).

• **Estructura básica y reproducción de los hongos**

El cuerpo de los hongos está típicamente formado por filamentos microscópicos muy ramificados que se extienden en todas las direcciones sobre o dentro del substrato que utilizan como alimento. Cada filamento recibe el nombre de "hifa" (Beltrán, 2005).

102

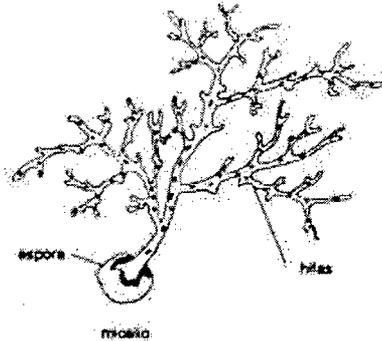
Figura N° 1: Hifas divididas en células multinucleadas



Fuente: Beltrán, (2005).

El conjunto de hifas recibe el nombre de micelio distribuidas a nivel del suelo (Beltrán, 2005).

Figura N° 2 Micelio



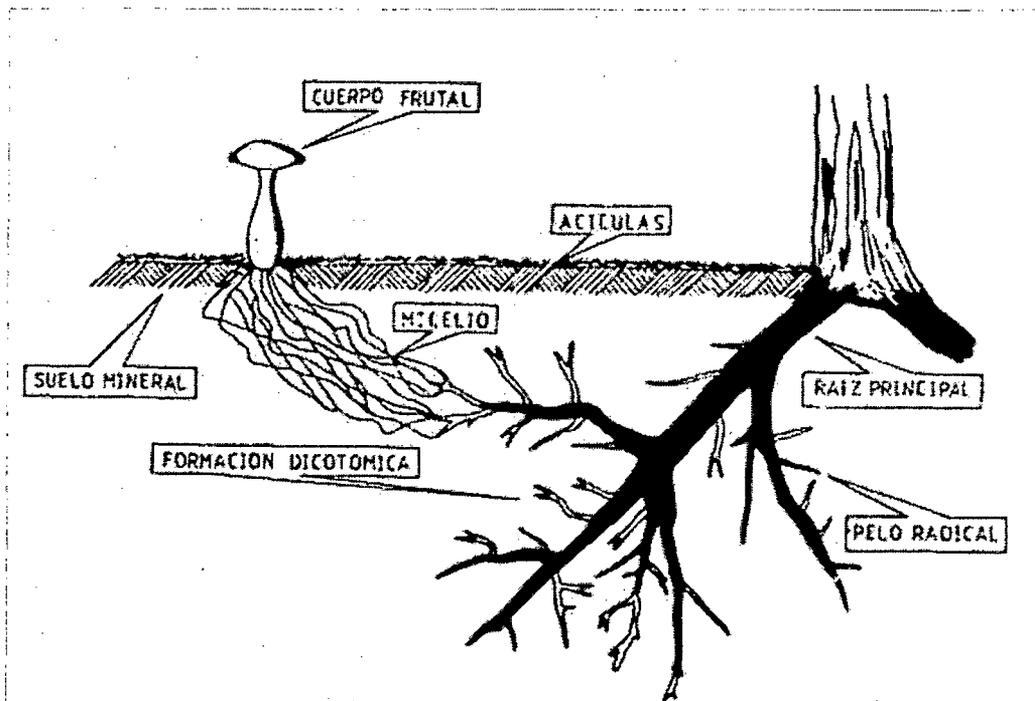
Fuente: Beltrán, (2005).

Los Hongos *Suillus luteus* A. desarrollan asociaciones simbióticas (de mutuo beneficio) con las raíces de los árboles, que les permiten a los pinos crecer en suelos muy pobres y resistir condiciones adversas del clima como las heladas y sequías (Beltrán, 2005).

101

El micelio se desarrolla y envolver la raíz, incluso hasta penetrar los ápices del árbol, para obtener así carbohidratos y otros minerales. Ésta relación puede tardar de 3 a 5 años en desarrollarse (López & Mejía, 2009).

Figura N° 3: Asociación simbiótica: hongo – raíz



Fuente: Donoso, (1989).

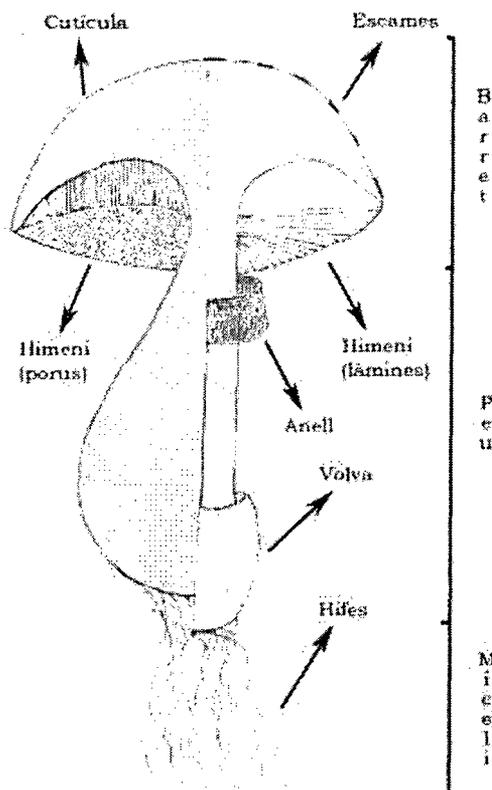
De esta manera, los árboles y hongos se benefician mutuamente; los árboles brindan azúcares a los hongos a través de sus raíces, y los hongos ayudan al pino a absorber los nutrientes del suelo a través del micelio (Beltrán, 2005).

Estos cuerpos fructíferos se conocen con el nombre de setas. Las setas son la parte más visible del hongo, y son el fruto del mismo; es decir, el hongo es el individuo en total (en conjunto) y la seta una parte del mismo, que representaría para cada hongo algo así como el fruto para un árbol (Beltrán, 2005).

A continuación se muestra el cuerpo fructífero con sus partes según Villas (2007).

lee

Figura N° 4: Cuerpo de fructificación



Fuente: Villas (2007)

• Factores abióticos y bióticos que afectan la producción de hongos silvestres de las variedades *Suillus luteus A.* y *Lactarius deliciosus*

En la producción de hongos influye un complejo de factores, que inciden en el establecimiento y luego en la micorrización y posterior desarrollo de los hongos silvestres (Donoso, 1989).

➤ Factores abióticos

- Intensidad de la luz: La intensidad de la luz no sólo afecta a la productividad del carpóforo, sino que también, regula de alguna manera la temperatura del suelo favoreciendo el desarrollo radicular. Tanto la presencia de luz como la presencia de nutrientes, en especial carbohidratos en el suelo, motivan la formación de auxinas fungosas que favorecen la micorrización. Intensidades menores a 23% afectan la micorrización (Hermosilla, 1983).
- Temperatura: La temperatura tiene una incidencia directa en el crecimiento radicular, el cual decrece con temperaturas inferiores a 12°C y por sobre los 34°C, por lo tanto, la mayoría de las especies fungosa se desarrollan en un rango que oscila entre los 17 y 29°C. (Castillo, 1982).
- Humedad del suelo: La ausencia de humedad produce como efecto un deterioro del sistema radicular, produciendo un detenimiento de su crecimiento y la suberización de las raíces. La otra condición extrema, que es estar presente a suelos saturados de agua, tienden a asfixiar las raíces (Castillo, 1982).
- Acidez del suelo: El pH en plantaciones de pino es bastante variable. Alrededor del fuste, al existir restos de vegetales, el pH es más ácido que en la periferia (Fresno, 1983). La formación de micorrización es mayor en un medio ácido que alcalino, existe un pH óptimo para la ocurrencia de micorrización, el cual oscila entre los 4 y 5. Fresno (1983), registro un pH de 4 como óptimo para *Suillus luteus* A.
- Viento: El viento inhibe en cierto grado la fructificación, ya que juega un rol importante en su acción desecadora sobre el cuerpo reproductor del hongo y del ambiente, influye en la distribución de las acículas y restos vegetales, alterando las características del suelo y afectando la distribución de los hongos (Pizarro, 2005).
- Precipitación: La precipitación está estrechamente relacionada con la temperatura en la aparición de hongos, ambas, las lluvias y las temperaturas mínimas otoñales, inciden en la aparición de los hongos. En invierno se produce una interrupción de

la proliferación de éstos, por efecto de las bajas temperaturas, a pesar de que exista abundante agua. Durante la primavera se generan de nuevo las condiciones necesarias para la reaparición de los hongos, puesto que aún hay lluvias y la temperatura aumenta. Ya en verano, a pesar de tener altas temperaturas, la no presencia de humedad en el suelo, frenan la aparición de hongos (Fresno, 1983).

➤ Factores bióticos

- Densidad: Junto con la edad, la densidad juega un rol importante en la producción de hongos, mientras más denso el bosque, menor rendimientos de hongos. Pero ello ocurre siempre que la superficie del bosque esté libre de desechos (ramas, árboles caídos, excesos de acículas, etc.), debido que los hongos viven en la parte mineral, o cercana a ella que se esté mineralizando bajo la limocha (Donoso, 1989).
- Vegetación circundante: En plantaciones con un estrato herbáceo o sub-arbustivo, se produce un importante aumento de la frecuencia y producción de macroagaricales asociados al Pino insignne, lo que no sucede en plantaciones cerradas esto se debe, a que en épocas secas, estas plantas evitan la evaporación de los rocíos o primeras lluvias otoñales, creando un microclima adecuado para el desarrollo óptimo de las especies agaricales (Pizarro, 2005).
- Poda y raleo: Es sabido y reconocido que la simbiosis fúngica ayuda a las plantas a desarrollarse de una mejor manera, estimándose que la mayor micorrización ocurre en plantas de 3 a 6 años. Al igual que las diferentes intervenciones silviculturales afectan esta asociación, las podas, los raleos o clareos inciden en la formación de asociaciones. En las plantaciones aún no sometidas a podas y raleos existe una mayor actividad micorrízica y fotosintética la poda causa una variación en las micro condiciones ambientales, modificando el pH del suelo, el % de humedad, el % de Nitrógeno, etc., esto se debe principalmente a los desechos que se incorporan al suelo por efecto de esta intervención (Fresno, 1983).

97

- Acción antropogénica de animales domésticos: Estos agentes producen alteraciones o daños en los carpóforos o micelios en crecimiento, principalmente al pisar o remover las acículas del suelo de las plantaciones, con esto se altera la frecuencia y el rendimiento neto de hongos, daño que puede oscilar entre 60% y 100% (Fresno, 1983).
- Edad del bosque: Según sea la edad del bosque, se afecta la producción de hongos, como ejemplo, las mejores condiciones para la especie *Suillus luteus* A, se obtiene en bosques con edades que van desde los 5 a 6 años, ya que en éstos la cobertura arbórea es menor, posibilitando el paso de la luz y calor al piso del bosque (Decofrut, 1996).

• La importancia de los hongos comestibles

Desde el punto de vista alimenticio, los hongos comestibles constituyen una fuente nutritiva de gran valor para el ser humano. Los hongos comestibles poseen carbohidratos, proteína vegetal, grasa, fibra, en cantidades que varían de acuerdo a la especie. Así, en los *Agaricus* se ha encontrado un 4,8 % en proteínas, 0,2 % en grasas, 3,5 % en carbohidratos y 0,8 % en fibra. El *Boletus edulis* en cambio presenta 5,4 % en proteínas, 0,4 % en grasas, 5,2 % en carbohidratos y 1,2 % en fibra. Los hongos comestibles contienen glúcidos (azúcares) tales como el glucógeno, manitol, hemicelulosa, pentosa, sorbitol, arabitol, y azúcares reductores tales como la glucosa y levulosa. Entre los elementos minerales existentes se encuentran el fósforo, calcio, potasio, cloro y sodio. Asimismo, los hongos comestibles contienen elementos menores que actúan como biocatalizadores, los mismos que son necesarios para los seres vivos en cantidades pequeñas. Entre estos elementos se encuentran el zinc, cobre, manganeso, bromo, plata, titanio, rubidio, vanadio, litio, y el hierro que es importante para la formación de hemoglobina en nuestra sangre. Entre las vitaminas se encuentran la vitamina A o antixeroftálmica, la vitamina D o antirraquítica, la vitamina K o antihemorrágica, la vitamina C o ácido ascórbico que previene el escorbuto en los seres

humanos; la vitamina B, especialmente la B₁ o tiamina, y la riboflavina o vitamina B₂ que permite la formación de diversos sistemas enzimáticos necesarios para la utilización de elementos energéticos en el organismo. Los hongos comestibles son también utilizados con fines medicinales. Poseen sustancias biológicamente activas, que los hacen portadores de propiedades medicinales que han sido aprovechadas para controlar y contrarrestar diversos síntomas y enfermedades tales como el asma, hemorragias, reducción del nivel de colesterol en la sangre y control de la presión arterial. Una de las aplicaciones más importantes en medicina es su acción antitumoral. Se ha encontrado en varias especies de hongos comestibles componentes (polisacáridos, compuestos proteicos Beta-D-glucano, heteroglucano, xyloglucano, lecitina y esteroides naturales) que estimulan la producción de nuevas células de defensa del organismo tales como las células B, células T y las células NK (Natural Killer); con lo que se consigue potencializar el sistema inmunológico y aumentar su resistencia (Beltrán, 2005).

Desde el punto de vista económico y gastronómico: son alimentos que pueden ser fácilmente certificados como ecológicos, orgánicos o biológicos y que pueden ser recolectados y procesados para su venta a muy bajo costo. Por las personas que aprecian los gustos y aromas delicados, están catalogados como productos especiales por los cuales se puede pagar un precio más elevado. Esto se debe precisamente a estas cualidades y a su procedencia de agroecosistemas con laboreo escaso o nulo. La tendencia en los países más desarrollados a consumir alimentos sanos; con bajas calorías y la menor presencia posible de colesterol. Su forma de comercialización, sin productos químicos, los hacen muy atractivos para un público de mayor poder adquisitivo (Gómez, 2005).

A continuación se muestran los resultados del análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* A. en estado fresco.

Cuadro N° 1: Resultado de análisis de hongo *Suillus luteus* A. en estado fresco

H ₂ O	Grasa	Carbohidrato	Proteína	Fibra	Ceniza
% bh	% bs	% bs	% bs	% bs	% bs
90,03	8,16	58,96	12,7	12,47	7,71

Fuente: Garcia, (1999).

• Conservación de setas

Las setas, como otros alimentos, también pueden someterse a diversos procesos de conservación. Dependiendo del tipo de seta, podremos optar por una u otra modalidad. Es normal que con las setas nos ocurra que tengamos temporadas de abundancia o, por el contrario, de escasez casi total. Los distintos métodos de conservación nos permitirán disfrutar de las setas fuera de temporada (Muñoz, 2009).

Según Beltrán (2005), y Muñoz (2009), los métodos de conservación más usados para las setas es la deshidratación, seguido por la congelación y posteriormente con el salmuerado.

Los hongos comestibles pueden ser consumidos en forma natural (frescos) o elaborada (hongos deshidratados, fermentados, hongos en aceites vegetales, extracto de hongos, concentrado de hongos, sémola de hongos y harina de hongos), formando parte de un sin número de recetas de cocina (Beltrán, 2005).

• Producción de hongos en el Perú.

se ha encontrado algunas referencias históricas acerca del consumo de setas en el antiguo Perú, que se ve reflejado hasta nuestros días por el consumo de setas por algunos pobladores campesinos del área andina que los incluyen en gran número de deliciosos potajes, e incluso los comercializan en los mercados locales (Ravines, 1991).

Door y abad (1990), identificaron catorce especies de hongos comestibles dentro de los límites de la unidad modelo de manejo y producción forestal (dantas) en el departamento de Huánuco, las especies identificadas fueron: *Auricularia delicata*, *Auricularia fuscosuccinea*, *Collybia dryophila*, *Favolus alveolaris*, *Davolus brasiliensis*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus roseopileatus*, *Pleurotus concavus*, *Pleurotus cervinus*, *Panus conchatus*, *Polyporus arcularius*, *Polyporus sanguineus*, *Schizophyllum commune* y *Volvariella bakeri*, de estas catorce especies sólo *Auricularia delicata*, *Auricularia fuscosuccinea*, *Pleurotus ostreatus* y *Volvariella bakeri* se cultivan a escala comercial en diferentes partes del mundo como China, Japón, Filipinas, México y Estados Unidos de América. Estos hongos poseen buenas cualidades culinarias y crecen en gran cantidad de sustratos, a pesar de ser naturalmente lignícolas, es decir que crecen sobre restos de materia en descomposición. Lamentablemente las cantidades que se podrían recolectar de estas especies en este bosque tropical no son económicamente importantes como lo que sí se determinó es que en la zona existe un gran potencial de consumo de estos hongos, la cual podría convertirse en una alternativa alimenticia de los lugareños. Actualmente el significado de consumo de hongos en la región andina del sur del país, ya sea cuzco, uno y hasta la paz (Bolivia). Pero, esta no es la única región del Perú donde crecen los hongos, también podemos apreciar la zona de jalca en Cajamarca y el departamento de Ancash en las cercanías del callejón de Huaylas y en lomo largo en jauja - Junín, donde se recolectan en *Suillus luteus* A, llamado también *Boletus sp.* el cual tiene un alto valor económico.

En el Cuadro N° 2 se puede observar la producción anual promedio de hongos *Suillus luteus* A. en el bosque de pino de la C.A.T "Atahualpa-Jerusalén". Esta producción está dividida en diferentes zonas de recolección.

Como hemos podido apreciar, en el Perú cuentan con una importante producción de hongos silvestres que no están siendo adecuadamente explotados, la cual podría convertirse en un potencial recurso alimenticio, tanto así como un generador de divisas,

si es que se incentiva tanto el aprovechamiento del hongo, así como la reforestación intensiva de las diferentes especies de pino en la sierra del Perú.

Cuadro N° 2: Cifras promedio de producción anual de *Suillus luteus* A. en 1999.

Zona	Superficie (HA)	Rendimiento	Producción
1	293,75	536,89	157,71
2	390,00	439,95	171,58
3	123,50	239,24	29,55
4	188,50	1231,82	232,63
5	760,50	696,93	530,01
Total	1756,25	3144,82	1121,48

Fuente: García, (1999).

2.2.2. Deshidratación de setas comestibles

• Generalidades

El propósito principal de la deshidratación de alimentos es reducir el contenido de humedad de un producto hasta niveles en los cuales la cantidad de agua libre sea lo suficientemente baja como para no participar en reacciones deterioradoras o ser utilizada por microorganismos. La misma que puede ocurrir por convección, conducción y/o radiación; luego el calor se transfiere desde la superficie hacia el interior del producto, por conducción y/o radiación. La transferencia de calor aporta la energía necesaria (principalmente calor latente de vaporización) para transformar el agua del producto en vapor. Como consecuencia, existe una transferencia de masa (agua) desde el interior hacia la superficie del alimento por diferentes mecanismos, difusión de vapor, difusión del líquido, capilaridad; y finalmente una transferencia de masa externa desde la superficie hacia el medio circundante, que ocurre principalmente por convección másica y difusión (Beltrán, 2005).

La mayor parte de los estudios de deshidratación de hongos en secadores de aire forzado, han tenido como objeto el establecimiento de las condiciones de secado óptimas para obtener un producto de buena calidad, que conserve lo mejor posible las principales características del hongo fresco como color, aroma, sabor, textura y valor nutritivo (Espeleta, 1982).

El secado es la aplicación de calor en condiciones controladas Para eliminar el agua de los alimentos. Un propósito de secado es aumentar la vida de anaquel de los alimentos mediante la reducción de la actividad de agua, lo que inhibe el crecimiento o microbiana y la actividad de las enzimas. La reducción del peso y el volumen en el secado también reduce los costos de transporte y almacenamiento y, Para algunos Tipos de alimentos, Proporciona mayor variedad y conveniencia para el consumidor. Sin embargo, La deshidratación también afecte la calidad nutritiva y el Valor de los alimentos. (Shri et al, 2003)

Los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso, sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% el peso en los alimentos, para preservar el sabor y su valor nutritivo (Geankopolis, 1995).

La humedad es esencial para la acción microbiológica. Si quitamos esta humedad a las setas las podremos conservar indefinidamente (Diez, 2006).

Desecación y Deshidratación: El secado es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de alimentos, y consiste en retirar el agua de éstos. Al hacer esto, se reduce considerablemente la acción microbiana y el alimento puede ser almacenado por más tiempo. La eliminación del agua puede ser casi completa y se busca disminuir lo posible la alteración de las propiedades de los alimentos, a fin de lograr luego, durante la reconstitución, productos lo más parecidos a los alimentos originales. Por lo general la deshidratación produce cambios físicos, químicos y sensoriales en los alimentos. Entre los cambios físicos están el encogimiento y endurecimiento. Por otro lado, los cambios químicos contribuyen a la calidad final, tanto

de los productos deshidratados como en los reconstituidos. Con lo que respecta a los cambios sensoriales se puede llegar a tener modificaciones en el color, el sabor, la textura, la viscosidad, la velocidad de reconstitución, el valor nutricional y la estabilidad del producto en el almacenamiento. Con frecuencia sólo en determinados productos existen todos estos cambios; pero algunos de las principales alteraciones (como son el encogimiento, cambio de textura, etc.) tienen lugar en casi todos los alimentos sometidos a deshidratación y obviamente, el grado en que ocurren depende de la composición del alimento y la severidad del método de secado (Solís, 2005).

• **Clasificación para los secadores.**

Según Geankopolis (1986), describe que debido a que la humedad es uno de los factores que contribuyen seriamente a la descomposición de los alimentos, se han diseñado secadores orientados al secado de cierto tipo de alimentos. Por ejemplo: granos, polvos, carne, fruta y vegetales, entre otros. Dichos dispositivos constan con las características necesarias para lograr el secado óptimo.

Los métodos y procesos de secado pueden clasificarse de diferentes maneras. Estos procesos pueden dividirse en lotes cuando el material se introduce en el equipo de secado el proceso de ventilación por un período de tiempo, o continuas, donde el material se añade sin interrupción del equipo de secado y se obtiene material seco con régimen continuo. El proceso de secado puede clasificarse también de acuerdo con las condiciones físicas usadas para acondicionar calor y extraer el vapor de agua: (1) en la primera categoría, el calor se añade por contacto directo con aire caliente a presión atmosférica, y el vapor de agua formado se elimina por medio del mismo aire; (2) en el secado al vacío, la evaporación del agua se verifica con más rapidez a presiones bajas, y el calor se añade indirectamente por contacto con una pared metálica o por radiación (también puede usarse temperaturas bajas con vacío para ciertos materiales que pueden decolorarse o descomponerse a temperaturas altas); (3) en el secado por congelación, el agua se suprime directamente del material congelado.

La clasificación para los secadores es amplia, sin embargo, la más general está dada por el método con que se lleva a cabo la transferencia de calor, que puede ser: conducción, convección y radiación (Geankopolis, 1986).

A continuación se muestra la clasificación según Geankopolis (1986).

➤ Secadores por conducción

Los secadores por conducción o indirecto son apropiado para producción de poco espesor o para sólidos con alto grado de humedad. El calor para evaporación se suministra a través de superficies calientes (estáticas o en movimiento).

A continuación se describe estos secadores indirectos:

- Secadores de tambor: consta de un tambor de metal calentador que gira, en cuyo interior se evapora una capa delgada de líquido o suspensión hasta secarla, después se raspa el sólido seco.
- Secadores indirectos al vacío con anaqueles: es un gabinete cerrado con bandejas o anaqueles que ópera al vacío. El calor se conduce a través de las paredes metálicas y por radiación entre los anaqueles. Se usa principalmente para materiales sensibles a la temperatura o que se oxiden fácilmente.

➤ Secadores por convección

Los secadores cuya transferencia de calor es por convección son utilizados para secar partículas y alimentos en forma laminar o en pasta. El calor se suministra a través del aire caliente o gas, el cual fluye sobre la superficie del sólido. El aire, los gases inertes, el vapor sobrecalentado, o gases de combustión directa pueden ser utilizados en sistemas de secado convectivos.

A continuación se muestra ejemplos de estos secadores convectivos o directos:

- Secadores en bandeja o charola: funciona mediante un ventilador que re circula aire caliente con vapor paralelamente sobre la superficie de la charola, también puede usar calor eléctrico.

- Secadores de túnel: suelen ser compartimientos de bandejas que operan en serie, en donde las bandejas se desplazan continuamente por un túnel con gas caliente que pasaban sobre la superficie de cada bandeja, un ventilador extrae cierta cantidad de aire hacia la atmósfera.
- Secadores rotatorios: con tal de un pequeño cilindro que gira sobre un eje con una ligera inclinación, el calentamiento se lleva por contacto directo de gases caliente mediante un flujo a contracorriente, también puede ser a través de la pared calentada del cilindro.
- Secadores por aspersion: un líquido se atomizada y rociar en una corriente de gas caliente para obtener una lluvia de gotas finas, el agua se evapora de dichas gotas con rapidez, y se obtienen partículas secas de sólidos que se separan de la corriente de gas. Las partículas obtenidas son porosas y ligeras.

➤ Secadores por radiación.

El secado por radiación se lleva a cabo mediante radiación electromagnética cuya longitud de onda se encuentra dentro del rango de espectro solar y microondas.

- Secadores solares: está formado principalmente por un gabinete cubierto cuya tapa consta de un material translúcido que dejan pasar de rayos el sol, de esta manera se utilizan la energía de los rayos en forma de calor para lograr la evaporación de la humedad del sólido. Sin embargo, el funcionamiento de este secador depende de las condiciones climáticas y los tiempos de secado suelen ser largos además de tener una capacidad de producción pequeña, aun cuando se trabajé en equipo (Mendoza, 1995).

• **Etapas del secado**

➤ Fase de incremento de la temperatura

Ya que el producto a secar esta frío en el momento inicial, supresión de vapor es también baja, por lo que se produce transferencia de masa y velocidad muy lenta.

Por el contrario, el gradiente de temperatura entre el aire caliente y la superficie fría del producto es muy elevada, por lo tanto la transferencia de calor es muy activa (Brennan y Butters, 1987).

➤ Secado durante el periodo de velocidad constante

Durante este periodo, existe una película de agua continua en la superficie del alimento. En este periodo ocurre un mecanismo de transferencia de calor por convección, que depende de la que debe hacer entre la temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo, para que luego se produzca una transferencia de masa, debido a las diferencias de presión entre el agua superficial del alimento (presión de vapor de saturación) y la presión de vapor del aire. La velocidad de evaporación con las condiciones establecidas para el proceso es independiente del sólido y es esencialmente igual a la velocidad que tendría una superficie líquida pura. Sin embargo, las ondulaciones y hendidura sobre la superficie del sólido ayuda a obtener una velocidad más alta que la que tendría una superficie completamente plana. Si el sólido es poroso, la mayor parte del agua que se lleva por una durante el periodo de velocidad constante proviene del interior del sólido. Este periodo continuará hasta que el agua siga llegando a la superficie a la misma velocidad con la que se evapora (Geankoplis, 1995).

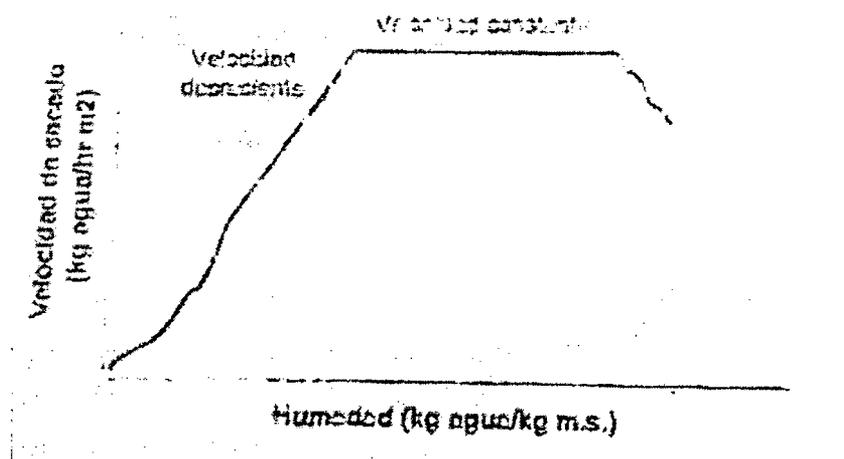
➤ Secado durante el periodo de velocidad decreciente

En el periodo de velocidad decreciente empieza cuando la superficie está seca en su totalidad. El plano de evaporación comienza a desplazarse con lentitud por debajo de la superficie. El calor para evaporación se transfiere a través del sólido hasta la zona de evaporación. El agua evaporada atraviesa el sólido para llegar hasta la corriente de aire (Geankoplis, 1995).

En este período el mecanismo de transferencia de calor se realiza por radiación convección y conducción, ya que con frecuencia el secado se realiza en un gabinete cerrado, donde los paneles irradian calor al sonido que se está secando. Además, y algunos casos el sólido puede están depositados en una bandeja metálica, lo que

permite que transfiera el calor por conducción laterales del legal hacia el fondo del lecho sólido. La transferencia de calor por convección se realiza que el del aire que lo rodera hasta la superficie del sólido. Como la superficie ya no se encuentra totalmente húmeda durante este periodo, la velocidad de secado disminuye con el tiempo. La velocidad de secado en el periodo decreciente esta dictada por el movimiento interno del agua por difusión líquida y por movimiento capilar (Geankoplis, 1995).

Figura N° 5: Curva de velocidad de secado en funciona al contenido de humedad.



Fuente: Geankoplis, (1995).

- **Influencia del secado en la calidad de los alimentos y sus ventajas.**

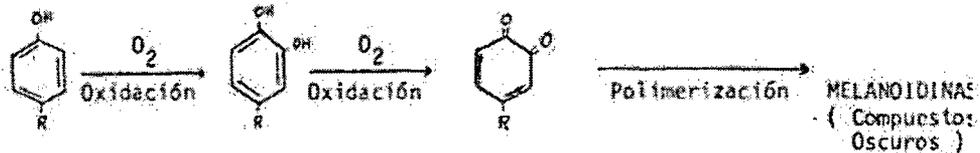
Durante el proceso de secado de alimentos, se producen alteraciones físico-químicas que modifican la calidad y características del producto. Entre los cambios irreversibles que acompañan al secado se encuentran la pérdida de sustancias nutritivas, cambio de la densidad aparente, migración de sólidos solubles hacia la superficie, pardeamiento no enzimático, desnaturalización de las proteínas, pérdida de sustancias volátiles deseables, y otros. Las características de estas alteraciones depende de los parámetros del proceso de secado (velocidad, temperatura y humedad relativa del aire),

el calentamiento excesivo de un alimento debido a altas temperaturas de operación disminuye considerablemente el valor biológico de las proteínas. Por lo tanto, se deben conocer y manejar únicamente los parámetros apropiados de secado de un alimento, tal que los cambios producidos por la deshidratación sean mínimos y no se alteren las características organolépticas ni se provoque un descenso del nivel nutritivo del alimento (Beltrán, 2005).

Una de las principales características de calidad estudiadas en hongos deshidratados es el color. El oscurecimiento enzimático es debido principalmente a la oxidación de compuestos fenólicos catalizada por enzimas llamados polifenoloxidasas (Espeleta, 1982).

El esquema simplificado de la reacción, tal como los indica es:

Esquema N° 1 : El pardeamiento enzimático



Fuente: Espeleta, (1982).

El compuesto fenólico con un sólo hidroxilo se oxida en presencia de O_2 y las polifenoloxidasas para dar un compuesto dihidroxilado. Este se oxida nuevamente para dar un derivado de quinona, el cual por condensación, produce los compuestos oscuros llamados melanoidinas, Espeleta (1982), mostraron que el sulfito previene el oscurecimiento por combinación con la o-quinona, deteniendo su condensación a melanoidinas.

Según Muños (2007), Los modernos métodos de secado buscan además de la conservación de los alimentos otros fines, tales como: facilitar el manejo de los productos, reducir los costos de transporte y almacenaje, al reducir el peso y volumen de los alimentos, permitir el empleo satisfactorio de los productos, producir materias

primas de mayor calidad, facilitar y favorecer la comercialización, permitir al productor tomar las ventajas de precio más alto y permitir al productor vender un bien de calidad y con valor agregado.

• **Factores que influyen en el proceso de deshidratación.**

A continuación se detalla los factores que pueden alterar el proceso de deshidratación:

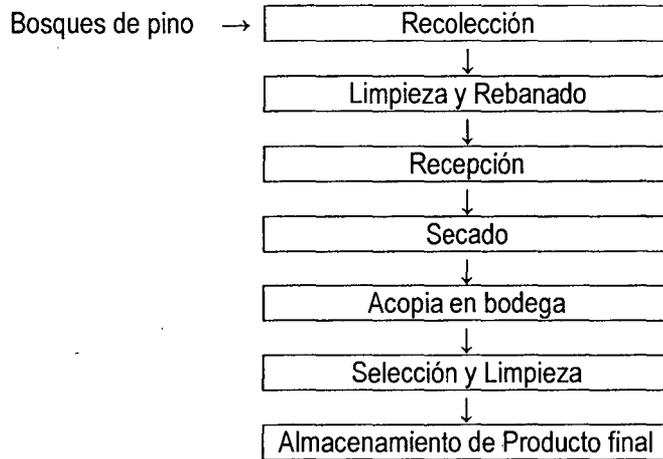
- Grosor y de la forma: teniendo en cuenta que las piezas más pequeñas son las que más rápidos se secan (Pistomo, 1955).
- Humedad relativa: Se define como la relación entre el peso del vapor agua contenido en 1 kg de aire y el peso del vapor de agua contenido en 1 kg de aire saturado, a una temperatura determinada (Morales, 2008).
- Temperatura: En el caso de los hongos, la gran cantidad de agua y la consistencia suave y esponjosa de la estructura hace que también se limite la temperatura al comienzo del proceso, debiendo alcanzar el secado con temperaturas relativamente bajas (Pistomo, 1955).
- Endurecimiento de la piel: en la deshidratación de algunos vegetales, la superficie expuesta al aire puede endurecerse adquiriendo una consistencia parecida a la del cartón, que impide la salida del agua (Pistomo, 1955).
- Velocidad del aire en el secado: es muy importante ya que afecta fuertemente la velocidad de secado, cuanto mayor sea, menor será el espesor de la película de aire saturado estancado circundante a la superficie del vegetal, y por consiguiente, también será menor la resistencia con que el vapor tropieza para su difusión en el aire, así como la resistencia que dicha película presentará a la transmisión del calor desde el aire caliente al vegetal. Las oscilaciones en la velocidad del aire ejercen una menor influencia en la progresión del secado (Infor, 2005).
- Carga de las bandejas en la deshidratación: cuanto mayor sea la carga de las bandejas, mayor será también el tiempo de duración de la deshidratación. Por otra

parte, una carga demasiado pequeña, como por ejemplo la de 1,5 a 2 Kg/m² tampoco es buena, pues daría lugar a una producción relativamente inferior a la que correspondería a una carga media de 4,5 - 8 Kg/m². Además de un retraso en el tiempo de secado, una carga excesiva puede también provocar una merma en la calidad del producto. Para cada vegetal existirá un término medio cuya determinación vendrá impuesta por el equipo deshidratado y la práctica. Para el caso de los hongos se recomienda alrededor de 5 Kg/m² (Infor, 2005).

• **Deshidratación de hongos *Suillus luteus* A.**

Beltrán, (2005) detalla a continuación el proceso de producción de hongos deshidratados indicado en el siguiente diagrama de proceso:

Diagrama N° 2 : proceso de producción de hongos secos



Fuente: Beltrán (2005).

- **Recolección:** La mayor cosecha de hongos frescos se presenta durante las épocas de lluvia, siendo desde noviembre a marzo los meses donde la tarea de recolección se intensifica, ya que durante el resto del año, el número de hongos comestibles disminuye debido a la falta de precipitaciones y baja humedad. Los hongos frescos son arrancados del suelo por completo, y luego recogidos en cubetas o canastas para

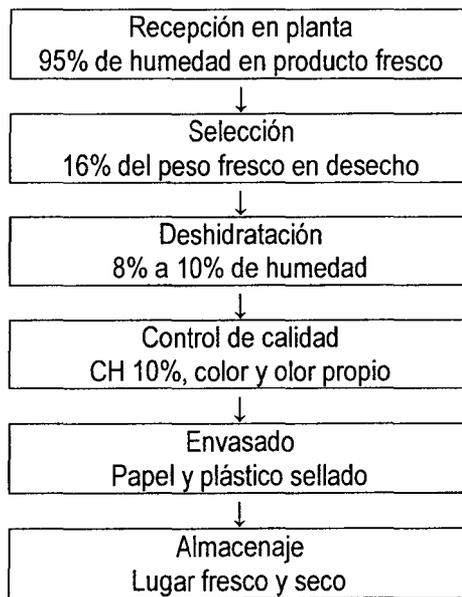
ser transportados hacia el centro de acopio. Los hongos deben ser cosechados en estado joven o maduro, cuando el sombrero tiene entre 10 y 12 cm de diámetro, ya que si son de mayor tamaño, se vuelven inadecuados para el secado debido a la gran cantidad de agua que contienen.

- Limpieza y rebanado: La limpieza del producto se realiza en forma manual, y generalmente en el sitio de recolección cuando las condiciones climáticas lo permiten. Esta tarea consiste en retirar la hojarasca, paja, hierba y tierra que contiene el hongo fresco. Luego, con la ayuda de un cuchillo, se procede a cortar el extremo del pie y a desprender la cutícula del sombrero. Una vez retirada la cutícula, se procede al *rebanado* que consiste en cortar al hongo fresco en rebanadas o tiras de 6 a 10 mm de espesor, aproximadamente.
- Recepción: Los hongos rebanados son examinados con el objeto de asegurar la calidad del producto final, y luego pesados con el objeto de llevar un registro de la cantidad de hongos que ingresa a la planta y de las personas que entregan el producto.
- Secado: En la actualidad, el secado representa más del 50 % de los costos de producción. Los hongos rebanados son transportados al cuarto de secado y depositados sobre una malla plástica que descansa sobre una plataforma perforada fija, en tanto que otra parte de hongos rebanados son depositados en bandejas móviles que van ubicadas debajo de la plataforma. Luego se procede al secado, para lo cual se hace circular aire caliente a través de la masa de hongos frescos. Los hongos son deshidratados hasta alcanzar un contenido de humedad final del 10 al 12 %, aproximadamente. Estos porcentajes de humedad son determinados al tacto y a simple vista por el personal de la planta.
- Acopio en bodega: Los hongos deshidratados son retirados del cuarto de secado y trasladados a la bodega, para posteriormente ser analizados y clasificados.

- Selección y limpieza: Los hongos deshidratados son seleccionados y clasificados de acuerdo a su calidad, esto es, de acuerdo a su color y contenido de humedad. De esta manera, se tienen hongos de clase A (color amarillo), de clase B (color café oscuro) y desechos. A continuación, se revisa que todo el producto se encuentre completamente limpio y libre de cualquier elemento extraño.
- Almacenamiento del producto final: Los hongos deshidratados son almacenados en fundas plásticas de diferente tamaño y presentación. Las fundas son selladas herméticamente y colocadas de acuerdo a la clase del hongo (clase A o B) en lugares secos y adecuados.

Sepúlveda (1992), menciona a continuación las actividades que componen el proceso para la producción de hongos deshidratados. En el siguiente diagrama se observa el flujo del proceso

Diagrama N° 3: Procesamiento de hongos deshidratado



Fuente: Sepúlveda (1992)

- Recepción: consiste en recibir y pesar los hongos frescos que fueron recolectados en el día, los que deberán presentar un corte limpio en el tallo y un largo adecuado (1 a 2 cm). Los hongos deben venir en cajas o bandejas preferentemente de plástico, con no más de 10 kg cada una. Se debe controlar el estado sanitario y la limpieza, eliminando elementos como hojas restos de tierra u otros evitando además daños físicos provocados por la acción de la cosecha o el transporte. Las bandejas con los hongos frescos deberán ser llevadas cerca de la mesa de trabajo, protegidas del sol y de la lluvia en donde fueron acondicionados para su posterior proceso.
- Acondicionamiento: los hongos en estado fresco son relativamente frágiles, por lo que deben ser manipulados cuidadosamente para no provocarles daño por acción mecánica lo que desmerece su calidad. Al momento de ser tomados desde la bandeja se deben limpiar prolijamente de todos los restos de impurezas que aún presente. Algunos hongos se deben pelar, como es el caso por ejemplo del *Suillus luteus* A. Los hongos seleccionados se deben pelar, proceso que no es fácil cuando recién están cortados, debido a la mucosa gelatinosa que presentan en el sombrero, aspecto que va cambiando con la ventilación y las horas hasta hacerse más fácil. La piel del sombrero debe ser retirada cuidadosamente sin cortarla, reaccionando con las manos y con la ayuda de un cuchillo. En General los hongos que se decide a tan son cortados en lonjas. Las lonjas se generan mediante cortes paralelos a largo del tallo de aproximadamente 0,7 a 0,5 cm de espesor, dependiendo del espesor del producto final deseado, ya que se deben considerar que al deshidratar estas sufrirán una gran contracción. Una vez obtenidas las lonjas fueron puestas sobre las bandejas de deshidratación.
- Deshidratación: según estudios realizados el proceso de secado se debe distinguir dos niveles de actividad, industrial y artesanal. El secado en plantas procesadoras de nivel industrial se realiza como un complemento a su actividad anual, debido a que los hongos se encuentran disponibles en épocas en las que existen escasas especies

agrícolas aptas para el deshidratado. Generalmente el secado artesanal es desarrollado por los propios recolectores mediante procesos de aireación y soleado o en deshidratador artesanales. Lo más conocido en este nivel, es el secado sobre bandeja y sobre malla rushell suspendida, sin embargo, el producto que se obtiene este calidad irregular, muy contaminado por polvos y otras impurezas, además de no existir control sobre el contenido de humedad y la calidad final.

De acuerdo a estimaciones hechas por Fao (1998), para las callampas secas debe considerar un factor de conversión de 10:1 a 20:1.

2.2.3. Evaluación sensorial

• Las pruebas sensoriales

Existen dos clasificaciones principales de pruebas sensoriales, las analíticas y las efectivas. Las pruebas analíticas son usadas por laboratorios de evaluación de productos en términos de diferencia o similitudes Y para identificación y cuantificación de características sensoriales. Hay dos tipos de pruebas analíticas: descriptivas y discriminativas. Ambas pruebas emplean panelistas entrenados, los cuales son seleccionados y entrenados rigurosamente en los procedimientos de las pruebas y en sus habilidades para reconocer, identificar y evocar características sensoriales (Núñez, 1999).

Las pruebas efectivas son usadas para evaluar la preferencia y/o aceptación de productos. Generalmente se requiere un gran número de respuestas para estas evaluaciones, los panelistas no son entrenados, pero son seleccionados de un conjunto amplio de tal manera que representan a una población (Núñez, 1999).

➤ Pruebas analíticas - discriminativas

Hay dos tipos de pruebas discriminativas, de diferencia y de sensibilidad. Las pruebas de diferencias miran si las muestras pueden ser diferenciadas a algún nivel

predeterminado de probabilidad estadística, encontrándose dentro de estas clasificación las pruebas de dúo-trío, el triángulo y la de ordenación o ranking, las pruebas de sensibilidad por su parte miden la habilidad de los panelistas para detectar características sensoriales, dentro de estas pruebas existen dos tipos, la de umbral y la de dilución, que consisten en detectar el mínimo nivel detectable de concentración de una sustancia, y en determinar la cantidad más pequeñas de material de prueba que pueda ser detectado cuando éste está mezclado con un material estándar, respectivamente. Esta clase de pruebas normalmente son utilizadas en la selección y entrenamiento de panelistas (Núñez, 1999).

➤ Pruebas analíticas – descriptivas

Las pruebas descriptivas sirven para identificar características sensoriales y cuantificarlas. Los panelistas son seleccionados en base a su habilidad para percibir diferencias entre productos evaluados y percepciones verbalizadas. Se requiere que los panelistas se sometan a un riguroso entrenamiento, en el cual se desarrolla un lenguaje sensorial, se pulen en las habilidades sensoriales de la persona, y se le enseña la metodología de la investigación. Entre estas pruebas encontramos dos tipos, la clasificación por atributos, y el análisis descriptivo (Núñez, 1999).

➤ Pruebas efectivas

Estos análisis son empleados en la evaluación sensorial de alimentos para conocer la aceptabilidad de estos por parte del consumidor, así como también sus preferencias de consumo. En ambos casos, se busca medir estos criterios en base a datos obtenidos de una muestra poblacional representativa de un grado social de individuos que, por consideraciones de idiosincrasia de consumo, cultura, nivel económico, lugar de residencia, entre otros aspectos socioeconómicos y culturales, tienden muchas veces a coincidir en gustos, apetencias, vicios e intereses; datos que fueron luego analizados estadísticamente para su valoración y posteriormente aceptación o rechazo de la hipótesis anunciada inicialmente (Ureña, 1999).

➤ Pruebas de preferencia

El objetivo de esta prueba es ordenar, según las opiniones de un grupo de consumidores, un par o una serie de muestras de acuerdo como aprecio personal o una preferencia (Pedrero y Pangborn, 1996).

• **Los jueces**

Es importante escoger jueces que sean los consumidores habituales del producto a probar, o en el caso de un producto totalmente nuevo, que sean los consumidores potenciales de dicho alimento (Anzaldúa, 1994).

El juez efectivo no debe conocer el problema del estudio sino solamente entender la metodología de la prueba y responder a ella (Pedrero y Pangborn, 1996).

• **Las muestras**

La cantidad de muestra dada a cada juez frecuentemente está limitada por la cantidad disponible de material experimental. Anzaldúa (1994) recomienda 25 gramos de muestra en el caso de alimentos sólidos a granel como verduras cocidas, y entre 15 a 50 ml para muestras líquidas.

El número máximo de muestras recomendadas es seis teniendo en cuenta el tipo de muestras a evaluar, ya que a veces es preferible utilizar menor número para evitar la saturación o el cansancio de los panelistas puesto que se verían influenciados los resultados.

• **El procedimiento**

En este análisis las muestras son presentadas todas a la vez para que sean ordenadas por el juez de acuerdo al grado de preferencia que asigne a cada muestra según el análisis de un determinado atributo, pudiéndose hacer a continuación, con la misma muestra, otro análisis utilizando un atributo diferente, exigiéndole que necesariamente otorgue una posición para cada muestra. Es recomendable incluir en la ficha de

evaluación instrucciones para que los jueces prueben las muestras en un determinado orden, ya que algunos alimentos dejan impresiones en la lengua u olfato, pudiendo interferir con la apreciación de la segunda muestra que será probada (Anzaldúa, 1994).

• Análisis de datos

Para el análisis de datos de esta prueba se puede utilizar la prueba no paramétrica de Friedman.

La prueba de Friedman se aplica para el análisis de varias muestras relacionadas para y es una aplicación de las pruebas de comparación de pares de muestras, pero con un requerimiento menor de suposiciones, sin embargo tiene menor valor de respuesta precisa para algunos casos. Generalmente esta prueba es usada en problemas donde se presenta varias muestras relacionadas que provienen de un experimento diseñado para detectar diferencias entre tratamientos, especialmente cuyo diseño experimental es una DBCA (Ureña, 1999).

Las k unidades experimentales dentro de un bloque se comparan aleatoriamente con los k tratamientos administrados por una sola vez dentro de cada bloque. De esta manera los tratamientos pueden compararse uno con el otro sin obtener grandes efectos no deseables que pueden confundir los resultados de la experimentación (Ureña, 1999).

Procedimientos

➤ Planteamiento de la hipótesis

Hp: Las K Muestras relacionadas han sido extraídas de poblaciones idénticas o todos los tratamientos tienen efectos idénticos.

Ho: Las K Muestras relacionadas no han sido extraídas de poblaciones idénticas o no todos los tratamientos tienen efectos idénticos.

➤ Elección del nivel de significancia: 0,05 ó 0,01.

- Calculamos el estadístico de Friedman (Chi-cuadrado):

$$X_r^2 = \left[\frac{12}{NK(K+1)} \right] - \sum R_i^2 - 3N(K+1)$$

X_r^2 Por tabla X^2

- Criterios de decisión

Si $X_r^2 > X^2$, se rechaza la H_p .

Si $X_r^2 \leq X^2$, se acepta la H_p .

- Prueba de comparación de promedios de Friedman.

Calculando los valores a A y B.

$$A = \frac{NK(K+1)(2k+1)}{6}$$

$$B = \frac{1}{N} \sum R_i^2$$

Calculo estadístico de la prueba de Friedman:

$$R_i - R_j = t_{(1-\alpha/2)} \left[\frac{2N(A-B)}{(N-1)(K-1)} \right]^{0.5}$$

Para las múltiples comparaciones $(1-\alpha/2)$ y $(N-1)(K-1)$ grados de libertad, si:

$[R_i - R_j] > [R_i - R_j]$ Se rechaza la hipótesis planteada

$[R_i - R_j] \leq [R_i - R_j]$ Se acepta la hipótesis planteada

- Conclusiones:

2.3. Hipótesis

- Hipótesis alterna de la investigación (Ha).
La carga de bandeja y la velocidad del aire influirá significativamente en el tiempo de deshidratación y en la aceptabilidad general del hongo comestible (*Suillus luteus* A.).
- Hipótesis nula de la investigación (Ho).
La carga de bandeja y la velocidad del aire no influirá significativamente en el tiempo de deshidratación y en la aceptabilidad general del hongo comestible (*Suillus luteus* A.).

2.4. Variables de estudio.

- Variable independiente
La carga de bandeja y la velocidad del aire de secado del hongo comestible (*Suillus luteus* A.)
- Variable dependiente
El tiempo de deshidratación y aceptabilidad general de los hongos comestibles (*Suillus luteus* A.).

74

Capítulo III: Metodología de la Investigación

3.1. Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación, permitió la recolección de las muestras de hongo *Suillus luteus* A. del bosque ubicado en el vivero "Totoral" que está siendo administrado por AGRO RURAL, en el distrito de Ascensión, provincia de Huancavelica, la fase experimental fue realizado en el laboratorio de ingeniería de alimentos y los análisis respectivos fueron realizados en el laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

- Ubicación política de la fase experimental y análisis.

Región	: Junín.
Provincia	: Huancayo.
Distrito	: Tambo.
Lugar	: Universidad Nacional del Centro del Perú.

- Ubicación geográfica de la fase experimental y análisis.

Latitud	: 12° 1' 51" S
Longitud	: 75° 14' 10 " W
Altitud	: 3245,7 msnm

- Duración.

7 meses.

73

- Diagrama de flujo.

A continuación se describirá el flujo de operaciones utilizado para lograr la deshidratación de hongos *Suillus luteus* A. por flujo de aire caliente:

Diagrama N° 4: Procesos de la investigación



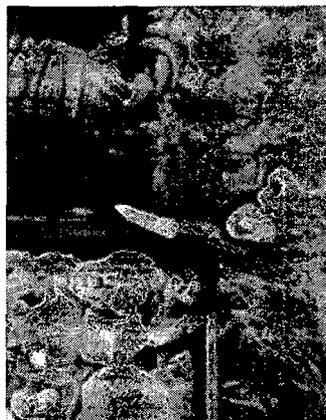
Recolección: La recolección se realizó en un día soleado sin presencia de precipitaciones fluviales, presentaron un corte limpio en el tallo con un largo de 1 a 2 centímetros. Los hongos se recolectaron en jabas de plástico con no más de 10 kg en cada una. Se controló el estado de maduración, eliminando elementos como hojas restos de tierra y otros, evitando además daños físicos.

Imagen N° 1: Cosecha de hongo.



Selección: Se realizó un adecuado control de los carpóforos a fin de seleccionar los sombreros sin presencia de insectos, larvas o residuos de estos, del mismo modo también se retiró los sombreros con alto contenido de humedad.

Imagen N° 2: Selección de hongos



Pelado y limpieza: Las jabas con los hongos frescos fueron llevadas a la mesa de trabajo, protegidas del sol, la lluvia e influencias externas. Donde se retiró la cutícula y se cortó el tallo restante con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

Imagen N° 3: Pelado del hongo



Desinfección: Se utilizó hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm, se realizó en forma manual, frotando cada hongo con un poco de solución en las manos.

Imagen N° 4: Desinfección de hongos



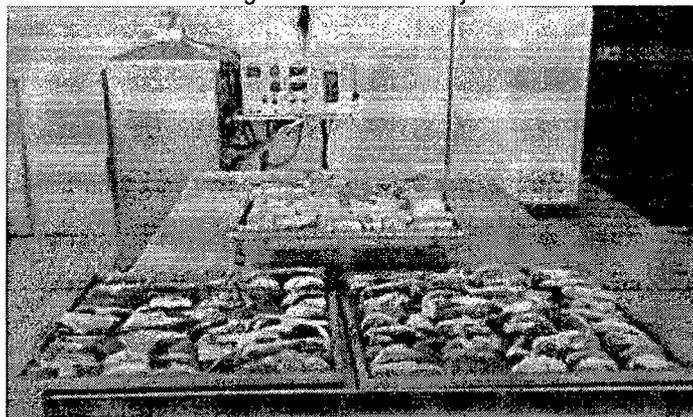
Rebanado: Esta operación consistió en cortar en tiras de 1,5 centímetro de espesor aproximadamente (+/- 0,3 cm) cada sombrero del hongo.

Imagen N° 5: Rebanado.



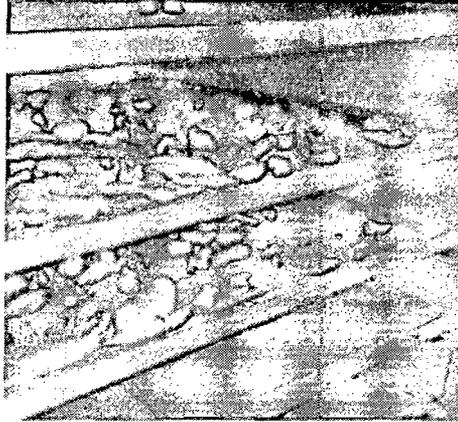
Embandejado: El hongo ya rebanado se colocó en las bandejas del deshidratador, teniendo sumo cuidado en el control del peso según el diseño de la investigación.

Imagen N° 6: Embandejado



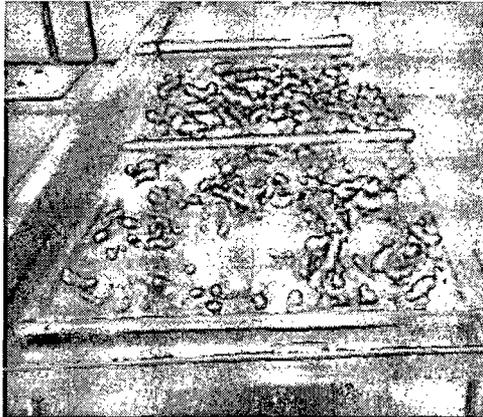
Deshidratación: Se realizó a una temperatura de 60 °C con una velocidad de aire variable según el diseño experimental, se anotó el tiempo y el peso de la muestra cada 20 minutos para poder realizar las curvas de humedad versus tiempo.

Imagen N° 7: Deshidratación



Enfriado: Esta operación consistió en retirar las muestras del deshidratador con la finalidad de reducir la temperatura del producto.

Imagen N° 8: Enfriado de hongos.



Envasado: se realizó en bolsas de polietileno por cada tratamiento y fueron selladas inmediatamente.

Imagen N° 9: Envasado de hongos.



Almacenado: Se realizó en un ambiente con ventilación, protegido de la luz solar, humedad y de otros elementos que puedan alterar sus características antes de la evaluación sensorial, este periodo será el más corto posible y estará limitado por la culminación del último tratamiento.

3.2. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se han adquirido para la solución de un problema.

3.3. Nivel de Investigación

La presente investigación tiene un nivel experimental, ya que se obtendrá la información de la actividad intencional realizada y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno que se indaga, y así poder observarlo y estudiarlo.

3.4. Método de Investigación

El presente proyecto de investigación presentó de 4 etapas fundamentales:

- a) Primera etapa: controles de cosecha el hongo *Suillus luteus* A.

El tiempo promedio en que llega a su edad de cosecha es de 3 a 15 días aproximadamente y cuando el sombrero tiene entre 10 y 12 cm de diámetro, ya que si son de mayor tamaño se vuelven inadecuados para el secado debido a la gran cantidad de agua que contienen y al grado de aroma presente.

- b) Segunda etapa: análisis químico proximal de la materia prima (hongo *Suillus luteus* A.).

Fue realizado a la materia prima y al producto final a cargo del laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad Nacional del Centro del Perú y fueron analizadas bajo las normas descritas en el Cuadro N° 4.

- c) Tercera etapa: deshidratación del hongo y análisis microbiológico.

El proceso de deshidratación fue realizado en el laboratorio de ingeniería de alimentos de la Universidad Nacional del Centro del Perú, el análisis de contenido microbiológico de las muestras finales fue realizado por el laboratorio de análisis de alimentos de la UNCP.

- d) Cuarta etapa: evaluación de los resultados obtenidos.

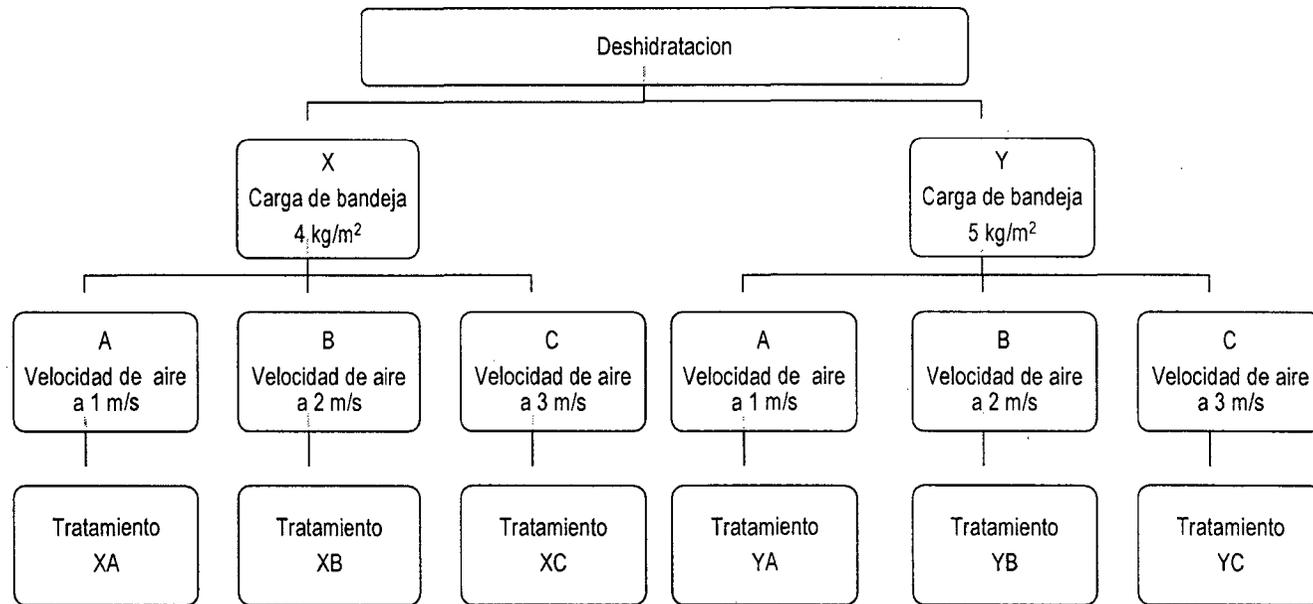
Fue constituido por la evaluación sensorial y operación de los datos obtenidos del producto final, los datos obtenidos fueron procesados con la ayuda de software estadístico, la evaluación sensorial fue realizada por un panel de 30 personas semi-entrenadas que gustan consumir de este hongo.

3.5. Diseño de Investigación

a) Diseño experimental

Los parámetros contantes dentro del diseño son: temperatura (60 °C), dimensión de corte (1,5 cm aprox). A continuación se muestra el diagrama de la investigación:

Diagrama N° 5: Diseño experimental



b) Diseño estadístico

El presente trabajo de investigación utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglos factorial de 2A3B teniendo un total de 6 unidades experimentales, cada una tendrá 3 repeticiones, el factor A es la carga de bandeja y el factor B es la velocidad de aire de deshidratación.

Se muestra en la siguiente ecuación el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial:

Ecuación N° 1: Modelos estadísticos del DBCA con arreglo factorial

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, q \quad k = 1, \dots, b$$

Dónde:

- Y_{ijk} : es el valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo tratamiento, k-ésimo bloque.
- u : es el efecto de la media general.
- α_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento.
- β_j : es el efecto del j-ésimo tratamiento.
- $(\alpha\beta)_{ij}$: es el efecto de la interacción en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo tratamiento.
- γ_k : es el efecto del k-ésimo bloque.
- ε_{ijk} : es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo tratamiento, k-ésimo bloque.
- i : Número del nivel del factor A.
- j : Número del nivel del factor B.
- k : Número de bloques.

El análisis de la varianza fue comprobada mediante la prueba de la hipótesis a partir del cuadro de varianza ANVA que se muestra a continuación:

Cuadro N° 3: Cuadro de análisis de varianza (ANVA)

Fuente de varianza.	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrado (SC)	Cuadrados medias (CM)	Fc
Bloques.	b -1	SC (Bloques)	$\frac{SC (Bloques)}{gl (Bloques)}$	
A	p-1	SC (A)	$\frac{SC (A)}{gl (A)}$	$\frac{CM (A)}{CM (Error)}$
B	q-1	SC (B)	$\frac{SC (B)}{gl (B)}$	$\frac{CM (B)}{CM (Error)}$
AB	(p-1)(q-1)	SC (AB)	$\frac{SC (AB)}{gl (AB)}$	$\frac{CM (AB)}{CM (Error)}$
Error experimental.	(pq-1)(b-1)	SC (Error)	$\frac{SC (Error)}{gl (Error)}$	
Total.	pqb-1	SC (Total)		

Fuente: Eyzaguirre, 2004.

- ✓ La presente investigación se realizó la prueba de Tukey que se recomienda por Johnson, (2004) debido a que permite evaluar la significancia de todas las diferencias entre tratamientos.

3.6. Población, Muestra, Muestreo

3.6.1. Población.

El presente proyecto de investigación tomó como población a los hongos *Suillus luteus* A. de los bosques de pino presentes en el vivero "Totoral" del distrito de Ascensión, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica, cuya producción por hectáreas esta entre 300 y 1500 Kg por campaña dependiendo de las condiciones climáticas que existe en un determinado año.

3.6.2. Muestra.

La muestra fue constituida por los hongos *Suillus luteus* A. con una edad de madures de 10 días con un diámetro de sombrero de 10 cm aproximadamente, la cantidad de muestra a tomar es de 10 kg por cada tratamiento.

3.6.3. Muestreo.

El muestreo fue realizado por método aleatorio hasta poder adquirir la muestra requerida de hongos *Suillus luteus* A.

3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas	Instrumentos	Recolección de datos
Recolección de información.	Libros, formatos impresos y digitales.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores del reconocimiento de hongo. • Proceso de deshidratación de los hongos. • Antecedentes.
Observación directa.	Ficha de observación.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad y Cualidades de los hongos. • Estado fisiológico de los hongos.
Análisis químico proximal de la materia prima y tratamiento con mayor aceptabilidad.	Equipo de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> • Proteína. • Grasas. • Humedad. • Fibra. • Cenizas. • Carbohidratos.

Proceso de deshidratación.	Equipo de laboratorio. Horno de deshidratación de hongos.	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura. • Tiempo. • Velocidad de aire. • Área de secado.
Análisis microbiológico de las muestras.	Equipo de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> • Recuento de mohos. • Recuento de levaduras. • Enumeración de <i>Escherichia coli</i> • Recuento de <i>salmonella</i>.
Evaluación sensorial.	Panelistas.	<ul style="list-style-type: none"> • Apariencia. • Color. • Olor. • Textura. • Sabor.

3.8. Procedimiento de Recolección de Datos

- 3.8.1. Primera Etapa: Recopilación de información.
- 3.8.2. Segunda Etapa: Fase experimental de la investigación.
- 3.8.3. Tercera Etapa: Evaluación de la aceptabilidad general.
- 3.8.4. Cuarta Etapa: Análisis químico proximal y microbiológico.
- 3.8.5. Quinta Etapa: Análisis y discusión de resultados.

3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.9.1. Análisis químico proximal.

Se realizó los análisis de: proteína, grasa, carbohidratos, fibra y cenizas. Se determinó según los datos especificados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 4 : Análisis químico proximal.

Análisis	Descripción
Determinación de cenizas	Se determina según la Norma Técnica Peruana N° 205,004: 1979. Explicado detalladamente en el Anexo N° 12.
Determinación de humedad	Se determina según la Norma Técnica Peruana N° 205,002: 1979. Explicado detalladamente en el Anexo N° 13.
Determinación de fibra	Se determina según la Norma Técnica Peruana N° 205,003: 1980. Explicado detalladamente en el Anexo N° 11.
Determinación de proteínas	Se determina según la Norma Técnica Peruana N° 205,005: 1979. Explicado detalladamente en el Anexo N° 10.
Determinación de grasas	Se determina según la Norma Técnica Peruana N° 205,006: 1980. Explicado detalladamente en el Anexo N° 9.
Determinación de carbohidratos	Se determina según la AOAC, 1990. Explicado detalladamente en el Anexo N° 14.

3.9.2. Evaluación sensorial

En el presente proyecto de investigación evaluó de características sensoriales por pruebas afectivas de preferencia, siguiendo la metodología descrita por Pedrero y Pangborn (1996), se evaluó la preferencia por el color, el sabor, la textura, el olor y apariencia en el producto deshidratado, las muestras fueron entregadas respetando la presentación y rotulación recomendada por Anzaldúa (1994) especificado en el Anexo N° 1. Se anotó el grado de aceptabilidad en el cuestionario especificado en el Anexo N° 2. posterior a la realización de la prueba sensorial, los datos obtenidos fueron procesados con la prueba no paramétricas de Friedman, la cual fue descrita por Ureña (1999). El panel para realizar la evaluación sensorial fue constituido por 30 personas semi-entrenadas, el platillo preparado para esta ocasión fue seleccionado de tal manera que sea agradable para todos los panelistas.

Capítulo IV: Resultados

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Determinación de carga de bandeja

La determinación de carga de bandeja está basada en las características del deshidratador experimental cuya ficha técnica está en el Anexo N° 6 donde se muestra que las dimensiones de las bandejas son de 0,6 X 0,6 m.

Cálculos del área de la bandeja: se determina mediante la multiplicación del largo y ancho de la bandeja (0,6 X 0,6), teniendo un resultado de 0,36 m².

Determinación de una carga de

bandeja de 4 Kg/m²

1 m² → 4 Kg

0,36 m² → X Kg

X → 1,440 Kg

Determinación de una carga de

bandeja de 5 Kg/m²

1 m² → 5 Kg

0,36 m² → X Kg

X → 1,800 Kg

Se determinó que para obtener una carga de bandeja de 4 Kg/m² en el deshidratador experimental es necesario introducir dentro de la bandeja 1,440 Kg de hongos fresco.

Se determinó que para obtener una carga de bandeja de 5 Kg/m² en el deshidratador experimental es necesario introducir dentro de la bandeja 1,800 Kg de hongos fresco.

4.1.2. Diseño experimental

El presente trabajo de investigación utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2A3B teniendo un total de 6 unidades experimentales, cada una tendrá 3 repeticiones (bloques), el factor X y Y es la carga de bandeja: 4 Kg/m²

y 5 Kg/m² respectivamente, el factor A, B, y C es la velocidad de aire de deshidratación: 1 m/s, 2 m/s y 3 m/s respectivamente.

Se realizó la prueba de Tukey para la comparación de medias de los efectos principales.

Los datos representados en la en el siguiente cuadro está en horas.

Cuadro N° 5: Tiempo de las tres repeticiones en horas.

Repeticiones	Código de tratamiento *					
	AX	BX	CX	AY	BY	CY
1	8,58	8,83	6,75	10,75	9,42	9,55
2	8,67	8,67	7,00	11,00	9,33	9,67
3	8,75	8,50	7,25	11,25	9,25	9,78
Sumatoria total	26,00	26,00	21,00	33,00	28,00	29,00

* Los códigos están dados en función al diseño experimentan de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de efecto principal e interacción

Cuadro N° 6: Análisis de varianza (ANVA).

Fuente de varianza.	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrado (SC)	Cuadrados medias (CM)	Fc	Ft	Significancia
Bloques.	2	0,0675	0,0337			
A	1	16,0556	16,0556	547,87	10,4	**
B	2	6,7778	3,3889	115,64	7,1	**
AB	2	3,4444	1,7222	58,77	7,1	**
Error experimental.	10	0,2931	0,0293			
Total.	17	26,6383				

Fuente: Elaboración propia.

La hipótesis será.

Para el efecto principal A:	Ho: $\alpha_i=0$ $i=1, 2$.
	Ho: $\alpha_i \neq 0$ para al menos algún i .
Para el efecto principal B:	Ho: $\alpha_j=0$ $j=1, 2, 3$.
	Ho: $\alpha_j \neq 0$ para al menos algún j .
Para el efecto de la interacción AB:	Ho: $(\alpha\beta)_{ij}=0$ $i=1, 2$. $j=1, 2, 3$.
	Ho: $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ para al menos algún i, j .

Dado que el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza Ho y se concluye que hay suficiente evidencia estadística para aceptar la existencia de interacción entre la carga de bandeja y la velocidad del aire de secado; por lo tanto, será necesario analizar los efectos simples de los factores en vez de sus efectos principales.

El coeficiente de variación.

$$cv = \frac{\sqrt{0,2093}}{9,0556} = 1,98\%$$

Cuadro N° 7: Análisis de efecto simples.

Fuentes de variación	gl	SC	CM	Fc	F	Significancia
Ab ₁	1	8,1667	8,16667	278,67	10,04	**
Ab ₂	1	0,6667	0,66667	22,75	10,04	**
Ab ₃	1	10,6667	10,66667	363,98	10,04	**
Ba ₁	2	5,5556	2,77778	94,79	7,56	**
Ba ₂	2	4,6667	2,33333	79,62	7,56	**
Error experimental	10	0,2931	0,02931			
Total	17	26,6383				

Fuente: Elaboración propia.

Existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con las dos cantidades de carga de bandeja se obtienen resultados diferentes en el tiempo deshidratación del hongo cuando se modifica la velocidad del aire b_1 (1 m/s), b_2 (2 m/s) y b_3 (3 m/s).

Existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con las tres velocidades de aire se obtienen resultados diferentes en el tiempo deshidratación del hongo cuando se modifica la carga de bandeja a_1 (4 Kg/m²) y a_2 (5 Kg/m²).

Prueba de tukey

En el tratamiento X hay suficiente evidencia estadística para que se acepte que los tratamientos XA y XB no presentan diferencias, el tratamiento XC realizó uno de las menores velocidades de deshidratación con aire.

En el tratamiento Y hay suficiente evidencia estadística para que se acepte que los tratamientos YB y YC no presentan diferencias, el tratamiento YA presenta diferencia entre los demás tratamientos siendo uno de los más prolongados y menos favorables para el objetivo de la investigación.

Los cálculos estadísticos realizados en cada operación, fueron basados en un grado de significancia de 1%, teniendo como coeficiente de variabilidad 1,89% indicador que demuestra en grado de asertividad el siguiente proceso estadístico, los cálculos desarrollados a detalles se encuentran en el Anexo N° 5.

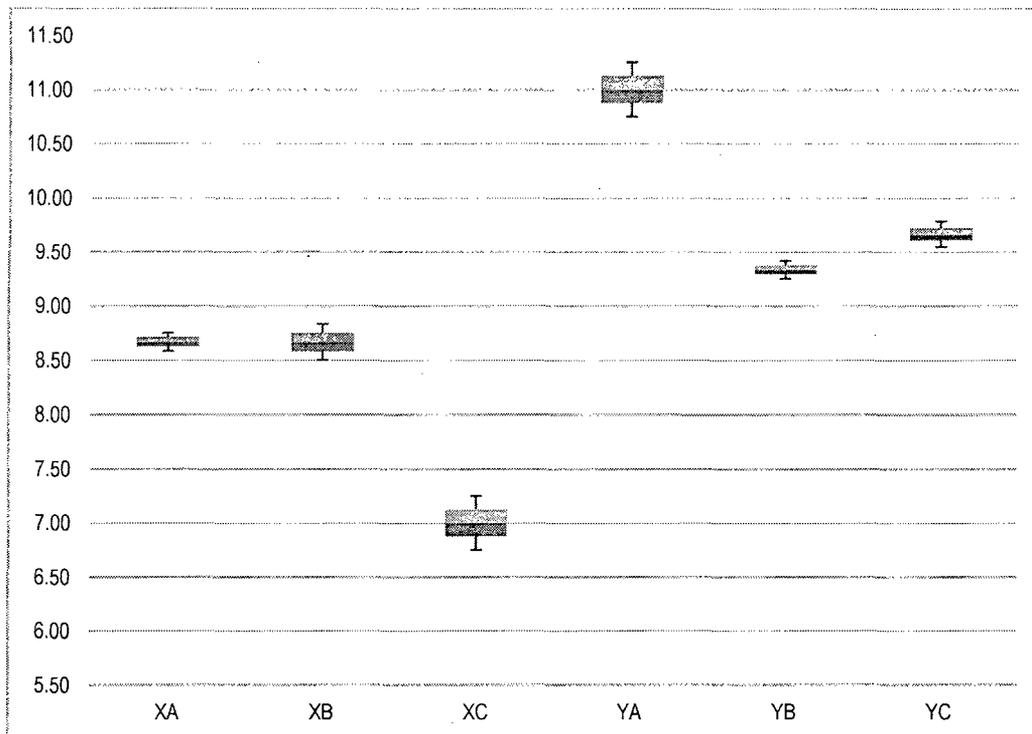
En el tratamiento X hay suficiente evidencia estadística para que se acepte que los tratamientos XA y XB no presentan diferencias, el tratamiento XC realizó uno de las menores velocidades de deshidratación con aire.

En el tratamiento Y hay suficiente evidencia estadística para que se acepte que los tratamientos YB y YC no presentan diferencias, el tratamiento YA presenta diferencia entre los demás tratamientos siendo uno de los más prolongados y menos favorables para el objetivo de la investigación.

Se logra demostrar que el tratamiento XC es uno de los más adecuados para poder deshidratar hongos debido a que el proceso se realiza en el menos tiempo posible.

A continuación se muestra el diagrama de cajas perteneciente a la investigación

Diagrama N° 6: Diagrama de cajas de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Análisis químico proximal.

A continuación se muestran los resultados de los análisis químico proximal de la muestras de hongos *Suillus luteus A* en estado fresco y deshidratado.

Cuadro N° 8: Análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus A*. en estado fresco.

H ₂ O	Grasa	Carbohidrato	Proteína	Fibra	Ceniza
%	%	%	%	%	%
91,32	0,21	3,47	1,32	3,05	0,63

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en el Cuadro N° 8, el hongo *Suillus luteus* A. en su estado fresco contiene gran cantidad de agua, con un 91,32 %, un reducido 0,21 % de grasas, un 3,47 % de carbohidratos, un 1,32 % de proteínas, un 3,05 % de fibra y un 0,63 % en contenido en cenizas.

Cuadro N° 9: Análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* A. en estado deshidratado.

H ₂ O (%)	Grasa (%)	Carb. (%)	Prot. (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)
3,46	1,09	61,33	20,3	7,45	6,37

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en el Cuadro N° 9, el hongo *Suillus luteus* A. en su estado deshidratado contiene 3,46 % de agua que es relativamente baja para su comercialización, un 1,09 % de grasas, un 61,33 % de carbohidratos, un 20,3 % de proteínas, un 7,45 % de fibra y un 6,37 % en cenizas.

4.1.4. Análisis microbiológico.

A continuación se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de mohos, levaduras, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* que con la colaboración de la asociación lomo largo unión paccha – Jauja se logró enviar muestras al laboratorio Certipez dando los siguientes resultados:

Cuadro N° 10: Análisis microbiológicos.

Ensayos	Contenido
Recuento de mohos (Ufc/g) (*)	6 x 10
Recuento de levaduras (Ufc/g) (*)	6 x 10
Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3
<i>Salmonella sp.</i> (25 g)	Ausencia

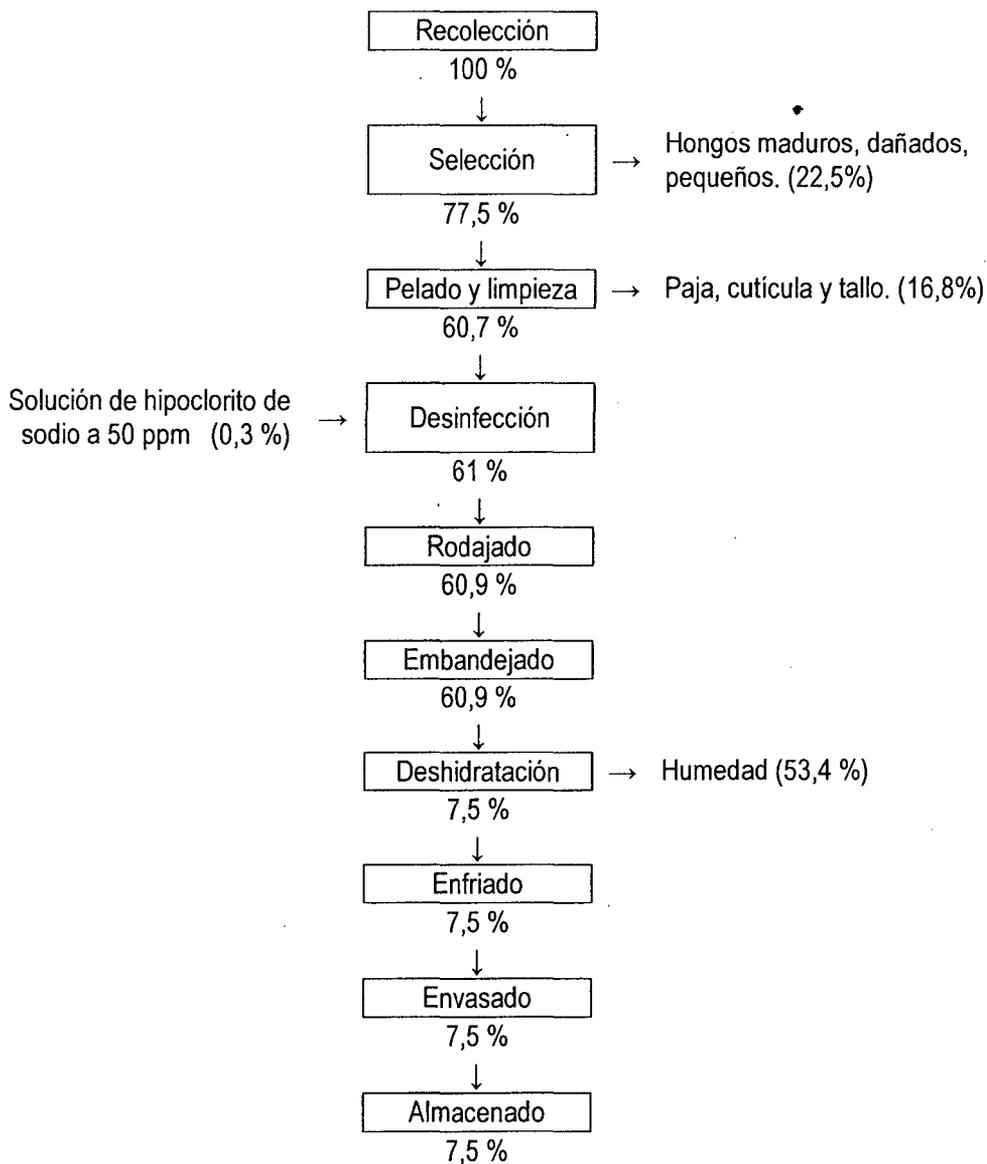
(*) Recuento estimado

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Balance de materia.

En el siguiente diagrama se muestra el total de materia pérdida durante el proceso de deshidratación del hongo, el proceso de recolección, selección, pelado y limpieza, desinfección, rodajado, embandejado, envasado se realizan de forma manual.

Diagrama N° 7: Balance de materia del hongo *Suillus luteus* A.



Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del diagrama los % se calcularon con respecto a la materia prima inicial. Dichas cifras de obtuvieron del promediaron de cada uno de los tratamientos.

4.1.6. Consumo energético.

A continuación se muestra el cálculo de la energía utilizada por el proceso de deshidratación, como anteriormente se detalló el único equipo utilizado que consumió de energía fue el deshidratador, se muestra la ficha técnica del equipo en el Anexo N° 6.

Cálculo de energía consumida por hora de trabajo

- Calefactor por resistencia: 4000 W
- Motor eléctrico generador de aire: 1460 W

Tratamientos XA: Tiempo total de secado 540 min

$$E = 5,46 \text{ Kw} \times 9 \text{ hr}$$

$$E = 49,14 \text{ Kw.hr}$$

Tratamientos YA: Tiempo total de secado 660 min

$$E = 5,46 \text{ Kw} \times 11 \text{ hr}$$

$$E = 60,06 \text{ Kw.hr}$$

Tratamientos XB: Tiempo total de secado 355 min

$$E = 5,46 \text{ Kw} \times 5,92 \text{ hr}$$

$$E = 32,32 \text{ Kw.hr}$$

Tratamientos YB: Tiempo total de secado 560 min

$$E = 5,46 \text{ Kw} \times 9,33 \text{ hr}$$

$$E = 50,96 \text{ Kw.hr}$$

52

Tratamientos XC: Tiempo total de secado 420 min

$$E = 5,46 \text{ Kw} \times 7 \text{ hr}$$

$$E = 38,22 \text{ Kw.hr}$$

Tratamientos YC: Tiempo total de secado 580 min

$$E = 5,46 \text{ Kw} \times 9,67 \text{ hr}$$

$$E = 52,78 \text{ Kw.hr}$$

4.1.7. Características psicrometricas de aire deshidratación.

En el Anexo N° 7 se muestra la carta psicrometricas del aire de deshidratación a una temperatura de 60 °C. Esta tabla fue obtenida con la ayuda del software PsychTool, las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo fueron obtenidas de modo experimental durante el inicio de la fase, a continuación se detalla:

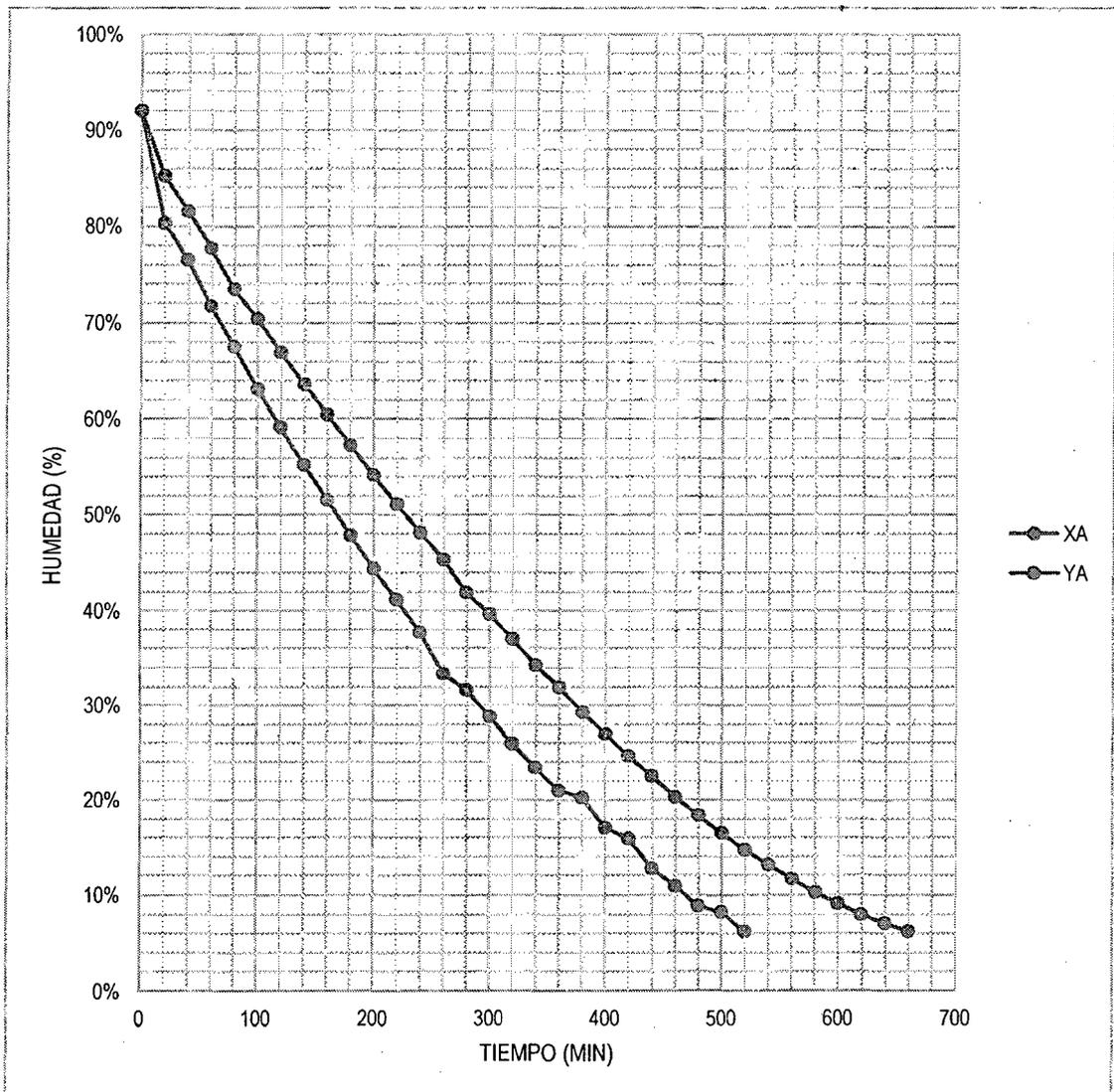
- Metros sobre el nivel del mar: 3245,7 msnm
- Presión atmosférica: 67,083 Kpas
- Temperatura bulbo seco: 60 °C
- Humedad relativa: 22,84%
- Humedad absoluta: 59,41 g/Kg
- Presión del vapor: 9,51 Kpa
- Volumen: 1,0267 m³/kg
- Entalpia: 210,03 Kj/kg
- Punto de rocío: 35,84 °C
- Temperatura Bulbo húmedo: 38,01 °C

4.1.8. Curvas de secado.

De acuerdo a los datos obtenidos en la fase experimental se realizó las curvas de deshidratación humedad versus tiempo, los datos experimentales obtenidos son mostrados en el Anexo N° 8

En la Figura N° 6 se observa que el hongo, va perdiendo humedad constantemente hasta poder llegar a una humedad del 6 %, el tratamiento XA tarda un total de 520 minutos, el tratamiento YA tarda un total de 660 minutos.

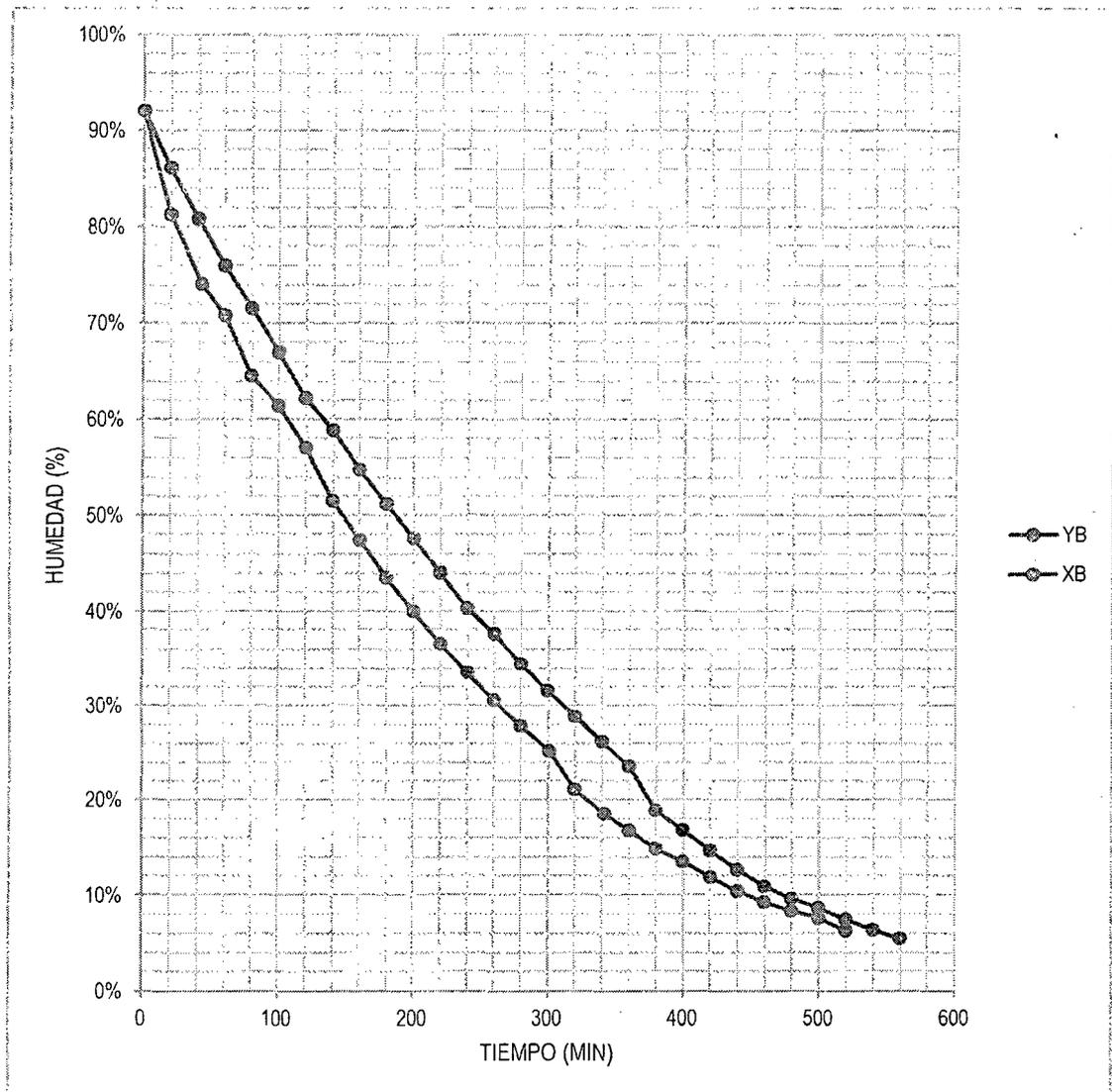
Figura N° 6: Curva de secado del hongo *Suillus luteus* A. una velocidad de aire de 1 m/s con carga de bandeja de 4 Kg/m² y 5 Kg/m².



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 7 se observa que el hongo, va perdiendo humedad constantemente hasta poder llegar a una humedad del 6 %, el tratamiento XB tarda un total de 520 minutos, el tratamiento YB tarda un total de 560 minutos.

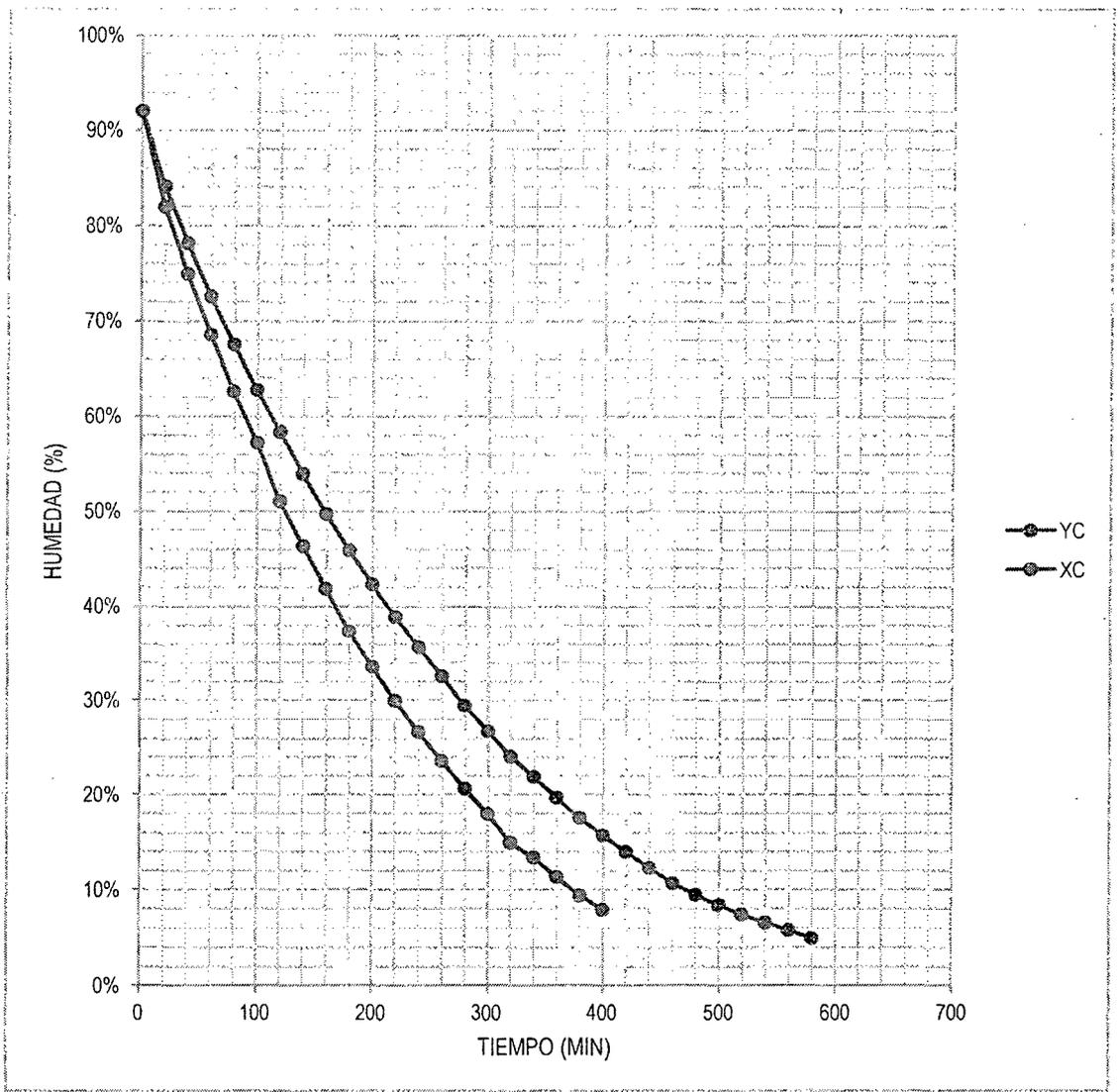
Figura N° 7: Curva de secado del hongo *Suillus luteus* A. una velocidad de aire de 2 m/s con carga de bandeja de 4 Kg/m² y 5 Kg/m².



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 8 se observa que el hongo, va perdiendo humedad constantemente hasta poder llegar a una humedad del 6 %, el tratamiento XC tarda un total de 420 minutos, el tratamiento YC tarda un total de 580 minutos.

Figura N° 8: Curva de secado del hongo *Suillus luteus* A. una velocidad de aire de 3 m/s con carga de bandeja de 4 Kg/m² y 5 Kg/m².



Fuente: Elaboración propia.

4.1.9. Evaluación sensorial

El objetivo de la evaluación sensorial fue evaluar la preferencia por algunos de los tratamientos de secado aplicados a los hongos por parte de los consumidores finales. Para lograr este propósito se utilizó una prueba efectiva de preferencia, para lo cual se convocó a 30 panelistas semi-entrenados, que es número mínimo recomendado para que degusten el producto y nos manifiesten sus preferencias por algunos de los tratamientos de secado.

En este país es muy cierto que el consumo de setas no es muy común, debido a la falta de conocimiento, esto no es indicativo de que los hongos tengan un sabor desagradable o poco favorable, con la preparación adecuada estas suelen tener un sabor muy agradable, para tal caso se seleccionó a 30 estudiantes de los últimos ciclos de la carrera de industrias alimentarias de la Universidad Nacional de Centro de Perú para este fin, en el Anexo N° 3 se muestra el modelo de la ficha de evaluación sensorial.

A cada uno de los panelistas se les entregaron seis muestras, las cuales compararon entre sí y evaluaron una referencia en lo que se refiere a la aceptabilidad, color, aroma, sabor y textura.

Todos los resultados fueron procesados estadísticamente con la prueba no para métricas de Friedman, los datos obtenidos de los panelistas fueron procesados estadísticamente bajo los siguientes procedimientos:

- La Hipótesis:

Ha: Las evidencias muestrales indican que al menos uno tiene diferencias significativas en cuanto a las características sensoriales (apariencia, color, aroma, sabor y textura) entre los seis tratamientos del hongo deshidratado.

Ho: Las evidencias muestrales indican que no existen diferencias significativas en cuanto a las características sensoriales (apariencia, color, aroma, sabor y textura) entre los seis tratamientos del hongo deshidratado.

- Nivel de significancia: $\alpha=0,01$
- Número de panelistas o bloques (n): 30
- Número del de tratamientos(k):6
- Valor estadístico tabular X^2_{tab} : este valor se obtiene de la tabla de chi-cuadrado para el nivel de significancia y grados de libertad mostrados a continuación:

Significancia $(1-\alpha)=0,99$

Grados de libertad $GL=k-1=5$

Chi-cuadrado $X^2_{tab}= 15,086$

En el Anexo N° 2 se muestra la tabla de Chi-cuadrado

- Valor estadístico calculado X^2_{cal} :

Se calcularon los valores para la apariencia, color, aroma, sabor y textura se muestras a continuación los siguientes resultados:

Cuadro N° 11: Valores estadísticos calculado X^2_{cal} para los diferentes atributos evaluado en los hongos deshidratados.

Atributos	X^2_{cal}
Apariencia	18,6667
Color	16,6476
Aroma	15,5238
Sabor	14,4381
Textura	15,7143

Fuente: Elaboración propia.

- Interpretación de resultados

Comparando los valores calculados mostrados en el Cuadro N° 11, Con el valor estadístico tabular que es 15,086, podemos ver si existe una diferencia entre los tratamientos evaluados.

Para la evaluación de la apariencia del hongo encontramos una diferencia significativa al 1 % entre los respectivos tratamientos, Siendo el tratamiento XB El más aceptado, continuado por los tratamientos XC, YB, YC YA y el más rechazado XA.

Para la evaluación de color del hongo encontramos una diferencia significativa al 1 % entre los respectivos tratamientos, Siendo el tratamiento XB el más aceptado, continuado por los tratamientos XC, XA, YB, YC y el más rechazado YA.

Para la evaluación del aroma del hongo encontramos una diferencia significativa al 1 % entre los respectivos tratamientos, siendo el tratamiento XA el más aceptado, continuado por los tratamientos XB, YA, YC, YB y el más rechazado XC.

Para la evaluación del sabor del hongo no encontramos una diferencia significativa al 1 % entre los respectivos tratamientos, considerando que los tratamientos son iguales en esta característica sensorial.

Para la evaluación de la textura del hongo encontramos una diferencia significativa al 1 % entre los respectivos tratamientos, siendo el tratamiento XC el más aceptado, continuado por los tratamientos XA, YA, XB, XC y el más rechazado YB.

4.2. Discusiones.

a) Según Villagaray (2010), en su trabajo de investigación realizado en la comunidad de Tingo paccha, ubicado en Acolla, provincia de Jauja, tras su análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* en estado fresco muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 12: Comparación de análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* (fresco).

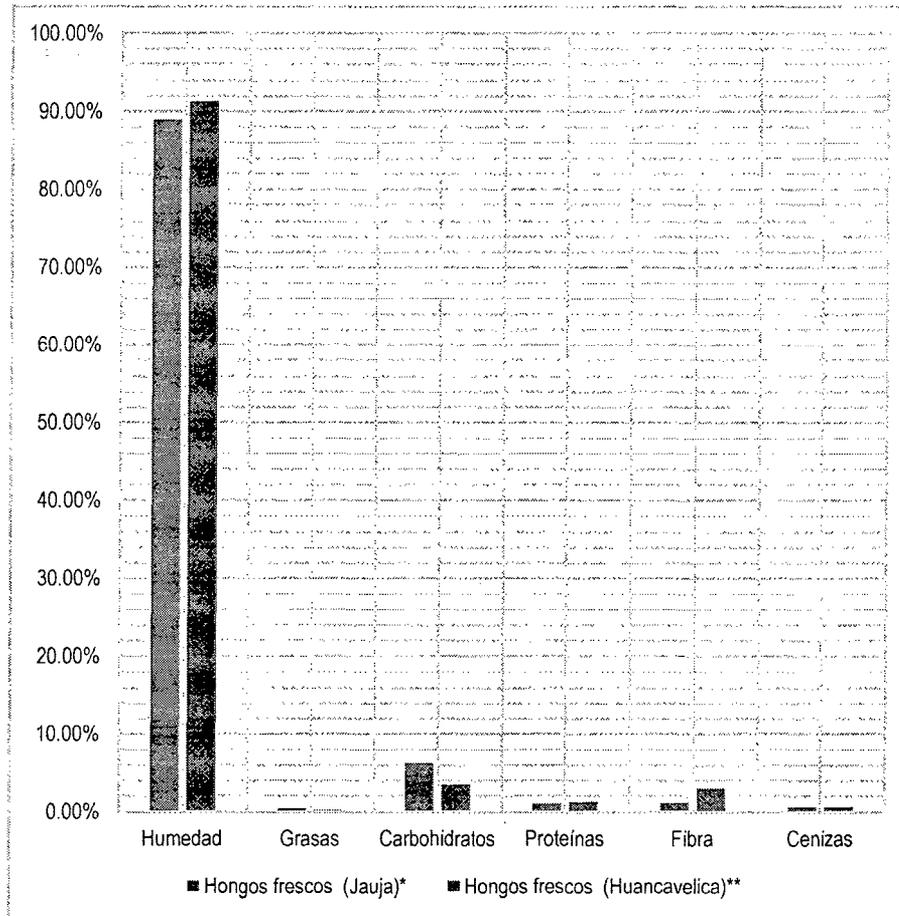
	Hongos frescos (Jauja)*	Hongos frescos (Huancavelica)**
Humedad	89,00 %	91,32 %
Grasas	0,47 %	0,21 %
Carbohidratos	6,28 %	3,47 %
Proteínas	1,10 %	1,32 %
Fibra	1,13 %	3,05 %
Cenizas	0,65 %	0,63 %

Fuente: Villagaray (2010)*.

Elaboración propia**.

Según Villagaray (2010), muestra diferencias significativas entre los atributos tales como el porcentaje de carbohidratos, fibra y humedad, habiendo una diferencia superior de 2,81 % en carbohidratos, una diferencia inferior de 1,92 % en fibra y una diferencia inferior de 6,68 % en humedad con respecto a la presente investigación. Es posible que estas variaciones se puedan deber a diferentes factores o a combinación de estas como el tipo del suelo, metros sobre el nivel del mar, variedad de pino, clima, etc. debido a que las muestras se obtuvieron de diferentes regiones.

Figura N° 9: Comparación de análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* (fresco).



Fuente: Villagaray (2010)*.

Elaboración propia**.

- b) Según García (1999), quien realizó cien repeticiones para obtener el resultado químico proximal presentado en su trabajo (datos reportados en base seca) y Villagaray (2010) que en su trabajo de investigación realizado en la comunidad de Tingo paccha, ubicado en Acolla, provincia de Jauja, cuyos resultados del análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* se muestran a continuación:

Cuadro N° 13: Comparación de análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* (deshidratado).

	Hongos deshidratados (Cajamarca)*	Hongos deshidratados (Jauja)**	Hongos deshidratados (Huancavelica)***
Humedad	-----	11,99 %	3,46 %
Grasas	8,16 %	4,33 %	1,09 %
Carbohidratos	58,96 %	57,40 %	61,33 %
Proteínas	12,7 %	10,00 %	20,3 %
Fibra	13,47 %	10,33 %	7,45 %
Cenizas	7,71 %	5,98 %	6,37 %

Fuente: García (1999)*.

Villagaray (2010)**.

Elaboración propia***.

Según Villagaray (2010), en sus datos reportados muestra diferencias en 8,53 % superior a la presente investigación en el contenido de humedad en las muestras deshidratadas, Estos datos difieren en función al tiempo de deshidratación que han sido utilizados por ambas investigaciones. García (1999), muestra una diferencia de 3,46 % inferior a la presente investigación en el contenido de humedad, esto debido a que reporta su análisis en bases seca.

García (1990) y Villagaray (2010), en sus análisis de grasas muestra respectivamente un 7,07 % y 3,24 % superior a los datos obtenido en la presente investigación. Los resultados obtenidos difieren ampliamente entre las investigaciones. Es posible que estos datos sean a causa de factores climáticos y/o suelo debido a que las muestras se obtuvieron de diferentes regiones.

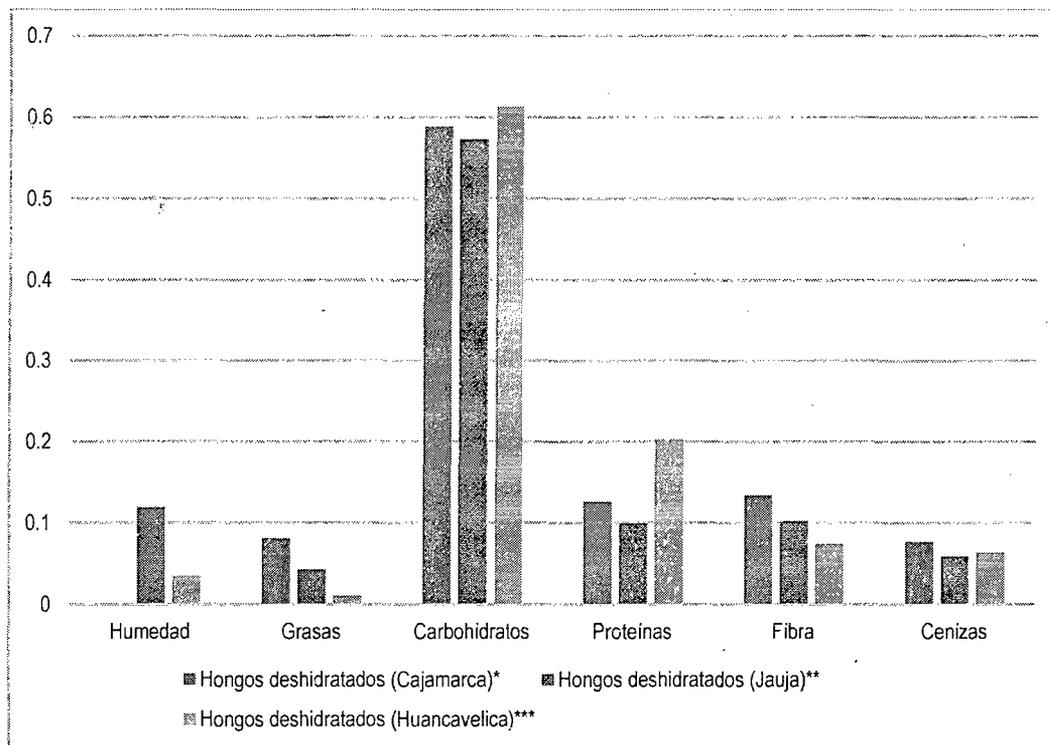
García (1990) y Villagaray (2010), muestran un resultado que difiere respectivamente en un 2,37 % y 3,93 % inferior en el contenido de proteína con respecto a la presente investigación.

Es posible que estas variaciones se puedan deber a diferentes factores o a combinación de estas como el tipo del suelo, metros sobre el nivel del mar, variedad de pino, clima, etc. debido a que las muestras se obtuvieron de diferentes regiones, la diferencia significativa de estos resultados puede ser también debido a la variación de la metodología utilizada para el cálculo de contenido de proteínas.

García (1990) y Villagaray (2010), muestran un resultado que difiere respectivamente en un 6,02 % y 2,88% superior en el contenido de fibra con respecto a la presente investigación. Es posible que estas variaciones se puedan deber a diferentes factores o a combinación de estas como el tipo del suelo, metros sobre el nivel del mar, variedad de pino, clima, etc. debido a que las muestras se obtuvieron de diferentes regiones.

García (1990), muestra un resultado que difiere en 1,34 % superior en el contenido de cenizas con respecto a la presente investigación y Villagaray (2010), reporta un resultado que difiere en 0,39 % inferior en el contenido de cenizas con respecto a la presente investigación, Es posible que estas variaciones se puedan deber a diferentes factores o a combinación de estas como el tipo del suelo, metros sobre el nivel del mar, variedad de pino, clima, etc. debido a que las muestras se obtuvieron de diferentes regiones.

Figura N° 10: Comparación de análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* (deshidratado).



Fuente: García (1999)*.

Villagaray (2010)**.

Elaboración propia***.

c) Según la norma técnica de salud N° 071- MINS/DIGESA, que establecen los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, establece que los límites máximos permisibles en: mohos es 10^2 Ufc/g, levaduras es 10^2 Ufc/g, *Escherichia coli* es 5×10^2 Ufc/g y *Salmonella* sp. ausencia total en 25 gramos de muestra, tras la comparación de resultados obtenidos en la presente investigación se puede afirmar con total certeza que las muestras de hongos deshidratado contienen valores inferiores a los parámetros máximos establecidos por esta norma.

- d) Pérez (2001) y Villagaray (2010), tras haber realizado el correspondiente análisis de balance de materia se determinó que 5,87 % y 6,93 % es el rendimiento del proceso respectivamente, dichos resultados tienen escasas diferencias significativas frente al 7,5 % obtenido en la presente investigación.
- e) Pérez (2001), en su trabajo de investigación muestra un tiempo de deshidratación de 510 minutos a 60 °C cuya carga de bandeja no es especificada, velocidad de aire de 1,5 m/s y alcanzándonos 5,85 % de humedad final en el hongo, dicho resultado demuestra que la velocidad del aire en el proceso afecta positivamente la velocidad de deshidratación reduciendo el tiempo en 90 min bajo las mismas condiciones (humedad final del hongo, temperatura) en el presente proyecto.
- f) Ocegüera *et al.* (2001), en su trabajo de investigación demostró que el aumento de la velocidad de aire reduce el tiempo de deshidratación a una temperatura de 40 °C y no a 60 °C en la deshidratación de hongos *Pleurotus ostreatus*, dicho efecto no se muestra en la presente investigación, ya que existió reducción del tiempo de deshidratación al incrementar la velocidad del aire a 60 °C.

Conclusiones

- a) Hay suficiente evidencia estadística para que se acepte que el tratamiento XC es el tratamiento que logró el más corto tiempo de deshidratación con un grado de significancia de 1%, teniendo como coeficiente de variabilidad 1,89% indicador que demuestra en grado de asertividad el siguiente proceso estadístico.
- b) Los resultados de la evaluación sensorial bajo las pruebas no paramétricas de Friedman con una significancia de 1% nos muestran que en apariencia el tratamiento XB es el más aceptado, en el color el tratamiento YA es el más aceptado, en el aroma el tratamiento XC es el más aceptado, en la textura el tratamiento YB es el más aceptado y en el sabor no hay considerable variación estadística.
- c) Se calculó que para obtener una carga de bandeja de 4 Kg/m² en el deshidratador experimental es necesario introducir dentro de la bandeja 1,440 Kg de hongos frescos y para una carga de bandeja de 5 Kg/m² en el deshidratador experimental es necesario introducir dentro de la bandeja 1,800 Kg de hongos fresco.
- d) El hongo *Suillus luteus* A. en estado fresco contiene 91,32 % de agua, 0,21 % de grasas, 3,47 % de carbohidratos, 1,32 % de proteínas, 3,05 % de fibra y 0,63 % en cenizas. En estado deshidratado contiene 3,46 % de agua, 1,09 % de grasas, 61,33 % de carbohidratos, 20,3 % de proteínas, 7,45 % de fibra y 6,37 % en cenizas.
- e) El análisis microbiológico realizado a los hongos deshidratados demuestra que existen un recuento de 6 x 10 Ufc/g de mohos, un recuento de 6 x 10 Ufc/g de levaduras, un recuento de 3 NMP/g de *Escherichia coli* y existe ausencia total de *Salmonella* sp. en 25 gramos de muestra.
- f) El rendimiento del hongos *Suillus luteus* A. durante el proceso de deshidratación es de 7,5 %.
- g) El consumo energético del tratamiento YA es de los más prolongados consumiendo un total de 60,06 Kw.hr. y el tratamiento XB es de los menos prolongados consumiendo un total de 32,32 Kw.hr.

Recomendaciones

- a) Se recomienda incorporar algún método para evitar el pardeamiento durante la deshidratación.
- b) Continuar con el estudio de la deshidratación del hongo focalizando en los hongos con mayor contenido de humedad que se descartan en el proceso de selección.
- c) Se recomienda realizar estudios gastronómicos sobre el valor biológico del contenido proteico de los hongos deshidratados para poder fomentar su consumo masivo.
- d) Realizar estudios para poder determinar los métodos adecuados para poder deshidratar hongos para la preparación de platillos y hongos con fines de condimento.
- e) Realizar estudios para poder determinar el efecto el tiempo de almacenamiento en el contenido de compuestos volátiles.

JA

Referencia Bibliográfica

1. Anzaldúa M. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza – España: Acribia; 1994.
2. Beltrán M. Diseño de un deshidratador de hongos comestibles de 900 Kg de capacidad para la fundación grupo juvenil salinas [Tesis]. Sangolqui: Escuela politécnica del ejército; 2005.
3. Brennan, J. Butters, S. las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Zaragoza – España: Acribia; 1987.
4. Carrillo L. Microbiología agrícola. Salta – Argentina, Universidad Nacional de Salta; 2003.
5. Castillo, C. Estudio anátomo-morfológico de micorrizas en Pino insigne (*Pinus radiata* D. don) en una plantación de cuatro años de edad de la zona de Rapel VI Región. [Tesis de grado]. Santiago – Chile: Universidad de Chile; 1982
6. Courtecuisse R, Duhem B. Guía de los hongos de la Península Ibérica. Península Ibérica; 2005.
7. Decofrut. El mercado de los hongos comestibles chilenos [Estudio FIA]. Santiago – Chile: Ministerio de Agricultura; 1996
8. Deschamps J. Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico. Buenos aires: Universidad de Belgrano; 2002.
9. Díez M. Cada seta y su cocina. España Madrid; 2006.
10. Donoso J. Antecedentes sobre hongos comestibles en Chile. Temuco – Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile; 1989
11. Door C. Abad J. Identificación de hongos silvestres en el bosque de damtas, Huánuco: Revista forestal del Perú; 1990.
12. Espeleta I. Secado solar de hongos comestibles. Costa rica: Universidad de Costa Rica; 1982.
13. Eyzaguirre, R. Métodos Estadísticos para la Investigación I. [Especialización], Lima – Perú; 2004
14. Fao. Principales productos forestales no madereros en Chile, por J. Campos. Santiago - Chile 1998.

15. Fresno, F. Aprovechamiento, industrialización y mercado de los hongos comestibles de bosques de Pino Insigne en la IX región [Tesis de grado]. Temuco – Chile: Secretaria Regional Ministerial; 1983
16. García M. Evaluación de la producción natural de hongos comestibles en el predio Granja Porción con énfasis en la especie "*Suillus luteus* A. " en plantaciones de "*Pinus patula*". Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina; 1999,
17. Geankopolis C. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México: Continental; 1986.
18. Geankopolis C. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México: Continental; 1995.
19. Gómez A, Chung P. Guía para la producción de hongos comestibles deshidratados. Concepción. Trama; 2005.
20. Hermosilla, J. Estudios taxonómicos y antifijación de los principales hongos agaricales presentes en plantaciones de *Pinus radiata* D. don en la IX región [Tesis de grado]. Temuco – Chile: Universidad de la Frontera; 1983
21. Infor. Guía para la producción de hongos silvestres deshidratados. Concepción – Chile: Trama; 2005
22. Infor. Innovación tecnología y comercialización de productos forestales no madereros. Santiago – Chile: Trama; 2003.
23. Izco, J. Botánica. Madrid. Mc Graw Hill; 1997.
24. Johnson S. Métodos estadísticos para la investigación I. Lima – Perú: Universal; 2004.
25. López E. Cultivo del champiñón, la trufa y otros hongos. Barcelona – España: Aedos; 1990.
26. López, J. Mejía, G. Manual de procesamiento artesanal de hongos comestibles *Suillus luteus* A. Ecuador: Usaid; 2009.
27. Mendoza J. Guido R. Notas sobre el curso de energía solar. Mexico: Iteso; 1995.
28. Morales O. Experiencias del uso de secadores solares en el Perú. [en línea]. Perú; 2008.
Disponibile en:
<http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/publicaciones/uso/1/01/02/00/04.htm>.
29. Muños J. Reducción del contenido de agrilamida en hojas de papa por aplicación de pre tratamiento y diferentes temperaturas de fritura [Tesis de grado]. Santiago – Chile; Universidad de Chile; 2007.

30. Muñoz J, Conservación y tratamiento de las setas, Madrid: Trartralo; 2009.
31. Muñoz, J. Boletus S.L. Candusso: Alassio; 2005.
32. Núñez C. Guía de evaluación sensorial para productos alimenticios y bebidas. Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina; 1999.
33. Ocegüera S, Badillo M, Arana R, Anaya I, Gutierrez G, Chanona J. Deshidratación de un hongo comestible (*Pleurotus*) con y sin atemperamiento. [en línea]. México; 2001. Disponible en: http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/CXIII-13.pdf
34. Pedrero D, Pangborn R. Evaluación sensorial de los alimentos. México. Azteca; 1996.
35. Pérez G. Deshidratación del hongo comestible (*Suillus luteus* A.) por flujo de aire caliente Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2001.
36. Pistomo J. Deshidratación de los productos vegetales. Barcelona: Reverté; 1955.
37. Pizarro E. Propuesta de acción para el mejoramiento de la actividad de la recolección de hongos silvestres para las familias pobres de la localidad de Pellines, comunidad empedrado VII región del Maule [Tesis de grado]. Santiago-Chile: Universidad de Chile; 2005.
38. Ravines, R. hongos comestibles del antiguo Perú. Lima; 1991.
39. Sepúlveda L. Producción y comercialización de hongos deshidratados. Chile: El campesino; 1992.
40. Suárez N, Chipana M, Vilcatoma A. Estadística general y pedagógica. Huancayo – Perú: Edca; 1989.
41. Shri K, Steven J, Syed S. Ingeniería de alimentos: operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Balderas – México: Limusa S.A.; 2003
42. Solís A. Tecnología para procesar alimentos con energía solar. Barcelona – España: fundación terra; 2005.
43. Ureña M. Evaluación sensorial de los alimentos Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1999.
44. Villagaray M. Evaluación de secado del hongo (*Boletus luteus*) en secador tipo bandeja. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2010.
45. Villas B, Cuatro especies de *boletus*. Barcelona – España: IES Escuela Municipal del Treball; 2007.

Artículo científico

EVALUACIÓN DE LA CARGA DE BANDEJA Y LA VELOCIDAD DEL AIRE SOBRE EL TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE HONGO COMESTIBLE (*Suillus luteus* A.)

Yeffer Cristian Sedano Puente, e-mail:yeffer_sp@hotmail.com
Palabras clave: hongos *Suillus luteus*, *boletus luteus*, deshidratación.

Introducción

Desde la antigüedad los seres humanos vienen consumiendo gran variedad de hongos comestibles, esta costumbre milenaria radica en el excelente sabor de este alimento, además de poseer un alto valor nutricional, el cual se destaca por su alto contenido de proteínas fácilmente digeribles y su bajo contenido en grasas.

El hongo *Suillus luteus* A, crece en bosques de pinos de diferentes partes del país, este hongo fue introducido de manera casual en nuestro país a mediados de los años setenta, ya que vinieron en forma de esporas con los plantones de pino traído por los programas de reforestación de la sierra y por desconocimiento no está siendo aprovechado adecuadamente.

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la velocidad del aire y la carga de bandeja del proceso de deshidratación del hongo, los cuales determinan el grado de aceptabilidad del producto final, alterando su calidad. Para tal sentido es necesario determinar la carga de bandeja requerida para el área de deshidratador, determinar la aceptabilidad general del hongo deshidratado y determinar el contenido de humedad de las muestras al inicio y al final de la deshidratación

Abstract

Since ancient times humans are consuming a variety of edible mushrooms, this ancient custom lies in the great taste of this food, in addition to its high nutritional value, which is known for its high content of easily digestible protein and low fat.

The fungus *Suillus luteus* A, grows in pine forests across the country, this fungus was introduced casually in our country in the mid-seventies, as they came in the form of spores with pine seedlings brought by programs reforestation of the mountains and not ignorance is being taken advantage of properly.

The objective of this research was to evaluate the air velocity and loading tray drying process of the fungus, which determine the acceptability of the final product, altering its quality. Thus it is necessary to determine the load required to tray dryer area, determine the overall acceptability of the dried fungus and determine the moisture content of the samples at the beginning and end of the dehydration.

Metodología

se deshidrató el hongo a diferente velocidad de aire: 1 m/s, 2 m/s y 3 m/s, y carga diferente de bandeja 4 Kg/m² y 5 Kg/m², dándole a cada combinación un código: XA (velocidad de aire 1 m/s y carga de bandeja 4 Kg/m²), YA (velocidad de aire 1 m/s y carga de bandeja 5 Kg/m²), XB (velocidad de aire 2 m/s y carga de bandeja 4 Kg/m²), YB (velocidad de aire 2 m/s y carga de bandeja 5 Kg/m²), XC (velocidad de aire 3 m/s y carga de bandeja 4 Kg/m²)

y YC (velocidad de aire 3 m/s y carga de bandeja 5 Kg/m²). La materia prima y el producto final fueron sometidos a un análisis químico proximal, análisis microbiológico y evaluación sensorial a todas las muestras.

Resultados y discusiones

Se muestran los resultados del análisis químico proximal de la muestras de hongos *Suillus luteus* en estado fresco y deshidratado han tenido ciertas

33

similitudes con los resultados de investigaciones anteriores:

Cuadro N° 1: Análisis químico proximal del hongo *Suillus luteus* A. basados porcentualmente.

Estado	H ₂ O	Grasa	Carbohidrato	Proteína	Fibra	Ceniza
Fresco	91,32	0,21	3,47	1,32	3,05	0,63
deshidratado	3,46	1,09	61,33	20,3	7,45	6,37

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 2: Los análisis microbiológico del hongo *Suillus luteus* A. deshidratado.

Ensayos	Contenido
Recuento de mohos (Ufc/g) (*)	6 x 10
Recuento de levaduras (Ufc/g) (*)	6 x 10
Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3
<i>Salmonella</i> sp. (25g)	Ausencia

Fuente: Laboratorio Certipez (2014)

El rendimiento tras el proceso de deshidratación del hongo *Suillus luteus* A. es del 7,5 %, siendo la selección, pelado y deshidratación con mayor incidencia de pérdida 22,5%, 16,8% y 53,4% respectivamente.

Siendo el tratamiento XC y XA con los menores tiempo de deshidratación,

Los tratamientos XB uno de los aceptados en apariencia de general y color, el aroma uno de los factores más importantes es representado por el tratamiento XA, no se presentaron diferencias

significativas en el sabor, en la textura el tratamiento XC es uno de más preferidos

Conclusiones

Existe suficiente evidencia al 1% de significancia y 1,89 % de coeficiente de asertividad para poder determinar que el tratamiento XC es uno de los más adecuado ya que reúne el menor tiempo de deshidratación y es el tratamiento más aceptado sensorialmente, queda demostrado que la velocidad de aire y la carga de bandeja son factores que se deben controlar adecuadamente siendo 4 Kg/m² y 3 m/s la carga de bandeja y la velocidad de aire los más adecuado para obtener un producto de calidad adecuado para el consumo humano.

Bibliografía

1. Pérez G. Deshidratación del hongo comestible (*Suillus luteus* A.) por flujo de aire caliente. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2001.
2. Villagaray M. Evaluación de secado del hongo (*Boletus luteus*) en secador tipo bandeja. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2010.
3. Ocegüera S, Badillo M, Arana R, Anaya I, Gutierrez G, Chanona J. Deshidratación de un hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) con y sin atemperamiento. [en liena]. México; 2001. Disponible en: http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/CXIII-13.pdf

Anexos

Anexo N° 1: Numero aleatorio

6224 3500 3831 5590 3749 6934
8261 9512 6386 7969 3173 3662
9421 5438 8389 1013 3212 9914
2082 5683 6553 9265 6330 6455
5770 0772 0813 7361 4227 0906
0802 9477 6458 3684 5954 9961
4027 5923 1430 9965 6966 7021
3199 5961 1703 5947 4258 6152
7686 9235 7379 6239 9440 3265
8239 4158 6588 4626 6377 6247
7463 3284 6007 3101 8721 9707
8396 7547 3679 6814 3966 9402
9724 1002 6461 8037 0739 3649
3913 0087 2751 6593 7442 9216
9211 7721 9303 8733 5651 0378
4587 9205 0470 5179 7210 9892
4354 9776 2158 3226 4146 5399
9592 1974 8643 7672 6813 1057
2671 1216 6164 7022 0370 2755
4153 6989 4936 0352 4889 2200
9442 8025 4198 9841 9339 0769
5089 9070 8700 4507 1388 5946
4029 6456 6202 5598 4242 9598
4589 0479 7089 2575 5270 8015
2867 4853 6750 7729 9926 0661
4680 5797 0680 0406 1847 8360
6610 1613 4230 9401 7015 4747
9344 7649 5579 7786 3964 6828

Fuente: Anzaldúa, 1994

Anexo N° 2: Tabla de Chi- cuadrado

Tabla III. Distribución χ^2 acumulativa $1 - \alpha$

	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,25	0,5	1,0
1	0,00003935	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,647	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	35,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,878	14,573	16,151	40,113	43,195	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,994
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,335
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Fuente: Suárez *et al*, 1989.

Anexo N° 3: Cuestionario de evaluación sensorial.

NOMBRE: _____, FECHA: _____

Frente a usted hay 6 muestras de tortilla de hongo (*Suillus luteus A.*), usted debe probarlas y ordenarlas en forma creciente (me agrado mucho a me desagrado mucho) de acuerdo a cada una de las características sensoriales (aceptabilidad, color, olor, sabor y textura).

Coloque el código de muestra según lo explicado anteriormente, sin repetir el código en cada característica sensorial.

Orden de las muestras	Características sensoriales				
	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Textura
Me agrado mucho.					
Me agrado					
No me desagrado ni agrada					
Me desagrado					
Me desagrado mucho.					

Comentarios: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo N° 4: Resultados de evaluación sensorial

Panelistas	Apariencia					
	Tratamiento					
	XA	YA	XB	YB	XC	YC
1	3	1	5	4	6	2
2	5	1	4	3	6	2
3	6	5	3	2	1	4
4	6	5	3	2	1	4
5	1	2	6	4	5	3
6	1	4	3	5	2	6
7	1	2	6	4	5	3
8	4	5	6	2	1	3
9	2	5	3	6	1	4
10	1	2	6	4	5	3
11	3	1	5	4	6	2
12	5	1	4	3	6	2
13	1	3	4	2	5	6
14	6	5	3	2	1	4
15	1	2	5	4	6	3
16	4	1	3	5	2	6
17	1	2	3	4	6	5
18	4	6	5	2	1	3
19	2	1	5	6	3	4
20	1	2	6	4	5	3
21	3	1	5	4	6	2
22	5	1	4	3	6	2
23	1	6	3	2	5	4
24	1	6	5	2	3	4
25	1	2	6	4	5	3
26	4	1	3	5	2	6
27	1	2	5	4	6	3
28	4	5	1	2	6	3
29	2	1	3	6	5	4
30	1	2	5	4	6	3
	81	83	128	108	124	106

n = 30
k = 6

GI = 5
Alfa (α) = 0,01
 X^2_{cal} = 18,6667
 X^2_{tab} = 15,0860

Se rechaza la Ho, al menos uno de los tratamientos es diferente.

prueba de comparación de promedios

A= 2730
B= 2270,3333
α= 0,995
gl= 145
t= 2,6107
Ri.-Rj.= 36,0056

Ordenando

XB	XC	YB	YC	YA	XA
128	124	108	106	83	81

XB-XC	4	36,0056	ns
XB-YB	20	36,0056	ns
XB-YC	22	36,0056	ns
XB-YA	45	36,0056	--
XB-XA	47	36,0056	--
XC-YB	16	36,0056	ns
XC-YC	18	36,0056	ns
XC-YA	41	36,0056	--
XC-XA	43	36,0056	--
YB-YC	2	36,0056	ns
YB-YA	25	36,0056	ns
YB-XA	27	36,0056	ns
YC-YA	23	36,0056	ns
YC-XA	25	36,0056	ns
YA-XA	2	36,0056	ns

27

Panelistas	Color					
	Tratamiento					
	XA	YA	XB	YB	XC	YC
1	3	6	2	4	5	1
2	5	3	2	1	6	4
3	4	1	5	3	6	2
4	4	3	2	5	6	1
5	3	2	6	4	5	1
6	4	5	6	3	2	1
7	6	3	1	5	4	2
8	3	6	5	2	1	4
9	3	1	2	5	4	6
10	4	1	3	2	5	6
11	2	1	6	4	5	3
12	5	4	3	1	6	2
13	2	1	4	3	6	5
14	1	2	3	5	6	4
15	3	2	6	4	5	1
16	4	1	6	3	2	5
17	6	3	1	5	4	2
18	3	6	5	2	1	4
19	2	1	6	5	3	4
20	4	1	6	2	5	3
21	3	1	6	4	5	2
22	5	3	4	1	2	6
23	2	1	5	3	6	4
24	4	2	3	5	6	1
25	3	2	6	4	5	1
26	4	5	1	3	2	6
27	2	1	3	5	4	6
28	3	4	5	2	1	6
29	2	1	6	5	3	4
30	5	1	6	2	3	4
	104	74	125	102	124	101

n = 30
 k = 6
 Gl = 5

Alfa (α) = 0,01
 X^2_{cal} = 16,6476
 X^2_{tab} = 15,08600

Se rechaza la Ho, al menos uno de los tratamientos es diferente.

prueba de comparación de promedios

A= 2730
 B= 2263,2667
 α= 0,995
 gl= 145
 t= 2,6107
 Ri.-Rj.= 36,2813

Ordenando

XB	XC	XA	YB	YC	YA
125	124	104	102	101	74

XB-XC	1	36,2813	ns
XB-XA	21	36,2813	ns
XB-YB	23	36,2813	ns
XB-YC	24	36,2813	ns
XB-YA	51	36,2813	--
XC-XA	20	36,2813	ns
XC-YB	22	36,2813	ns
XC-YC	23	36,2813	ns
XC-YA	50	36,2813	--
XA-YB	2	36,2813	ns
XA-YC	3	36,2813	ns
XA-YA	30	36,2813	ns
YB-YC	1	36,2813	ns
YB-YA	28	36,2813	ns
YC-YA	27	36,2813	ns

Aroma

Panelistas	Tratamiento					
	XA	YA	XB	YB	XC	YC
1	5	3	6	1	2	4
2	5	6	4	2	1	3
3	4	3	5	1	2	6
4	6	2	4	5	1	3
5	3	5	2	6	4	1
6	6	1	3	5	2	4
7	2	5	3	1	6	4
8	1	3	6	5	2	4
9	6	5	3	2	4	1
10	6	4	5	1	2	3
11	3	4	6	1	5	2
12	5	6	3	4	1	2
13	2	3	5	1	4	6
14	6	3	4	5	1	2
15	3	5	1	6	4	2
16	4	1	3	5	2	6
17	2	5	3	1	6	4
18	1	3	6	5	2	4
19	3	5	6	1	4	2
20	5	4	6	1	2	3
21	3	4	5	1	2	6
22	4	6	5	2	1	3
23	2	3	5	1	4	6
24	6	3	4	5	1	2
25	3	5	1	6	4	2
26	6	1	3	5	2	4
27	6	4	3	1	2	5
28	2	6	3	5	1	4
29	6	5	3	1	4	2
30	5	6	4	1	2	3
	121	119	120	87	80	103

n = 30
k = 6
Gl = 5

Alfa (α) = 0,01
 X^2_{cal} = 15,5238
 X^2_{tab} = 15,0860

Se rechaza la Ho, al menos uno de los tratamientos es diferente.

prueba de comparación de promedios

A= 2730
B= 2259,3333
α= 0,995
gl= 145
t= 2,6107
Ri.-Rj.= 36,4339

Ordenando

XA	XB	YA	YC	YB	XC
121	120	119	103	87	80

XA-XB	1	36,4339	ns
XA-YA	2	36,4339	ns
XA-YC	18	36,4339	ns
XA-YB	34	36,4339	ns
XA-XC	41	36,4339	--
XB-YA	1	36,4339	ns
XB-YC	17	36,4339	ns
XB-YB	33	36,4339	ns
XB-XC	40	36,4339	--
YA-YC	16	36,4339	ns
YA-YB	32	36,4339	ns
YA-XC	39	36,4339	--
YC-YB	16	36,4339	ns
YC-XC	23	36,4339	ns
YB-XC	7	36,4339	ns

Sabor						
Panelistas	Tratamiento					
	XA	YA	XB	YB	XC	YC
1	3	4	1	6	5	2
2	3	2	1	6	4	5
3	4	6	5	3	1	2
4	5	6	1	4	2	3
5	4	5	6	1	3	2
6	6	3	4	2	1	5
7	2	1	3	5	4	6
8	5	6	1	4	3	2
9	6	4	1	5	2	3
10	5	4	1	6	3	2
11	5	4	1	6	3	2
12	3	1	2	4	6	5
13	4	6	5	3	1	2
14	2	6	1	4	5	3
15	3	5	6	1	4	2
16	6	4	3	2	1	5
17	4	1	3	5	2	6
18	5	6	1	4	3	2
19	6	4	1	5	2	3
20	5	4	1	6	3	2
21	3	4	5	6	1	2
22	4	2	3	6	1	5
23	4	6	5	3	1	2
24	2	6	1	4	5	3
25	3	5	6	1	4	2
26	6	3	4	2	1	5
27	4	1	5	3	2	6
28	3	6	4	1	5	2
29	2	4	6	5	1	3
30	5	1	4	6	3	2
	122	120	91	119	82	96

n = 30
k = 6
Gl = 5

Alfa (α) = 0,01
 X^2_{cal} = 14,4381
 X^2_{tab} = 15,0860

Se acepta la H_0 , no existe diferencias significativa entre los tratamientos.

prueba de comparación de promedios

A= 2730
B= 2255,5333
 α = 0,995
gl= 145
t= 2,6107
 $Ri.-Rj.=$ 36,5807

Ordenando

XA	YA	YB	YC	XB	XC
122	120	119	96	91	82

XA-YA	2	36,5807	ns
XA-YB	3	36,5807	ns
XA-YC	26	36,5807	ns
XA-XB	31	36,5807	ns
XA-XC	40	36,5807	--
YA-YB	1	36,5807	ns
YA-YC	24	36,5807	ns
YA-XB	29	36,5807	ns
YA-XC	38	36,5807	--
YB-YC	23	36,5807	ns
YB-XB	28	36,5807	ns
YB-XC	37	36,5807	--
YC-XB	5	36,5807	ns
YC-XC	14	36,5807	ns
XB-XC	9	36,5807	ns

Textura						
Panelistas	Tratamiento					
	XA	YA	XB	YB	XC	YC
1	4	3	1	2	6	5
2	4	5	6	1	3	2
3	5	6	3	2	1	4
4	5	6	3	2	4	1
5	4	3	6	5	1	2
6	6	1	2	4	3	5
7	3	6	2	4	1	5
8	5	6	4	1	2	3
9	1	6	5	3	2	4
10	4	6	1	3	2	5
11	4	6	1	2	3	5
12	4	2	6	1	3	5
13	5	1	3	2	6	4
14	5	1	3	4	2	6
15	4	3	6	5	1	2
16	5	1	2	3	4	6
17	3	6	2	1	4	5
18	5	3	4	1	2	6
19	1	6	3	2	5	4
20	4	5	1	2	3	6
21	4	5	1	2	3	6
22	3	4	5	1	6	2
23	5	6	3	2	1	4
24	5	1	3	2	4	6
25	4	2	6	5	1	3
26	5	4	2	3	6	1
27	3	6	2	4	1	5
28	5	3	4	1	2	6
29	1	2	5	6	3	4
30	3	1	2	6	4	5
	119	116	97	82	89	127

n = 30
k = 6
Gl = 5

Alfa (α) = 0,01
 X^2_{cal} = 15,7143
 X^2_{tab} = 15,0860

Se rechaza la Ho, al menos uno de los tratamientos es diferente.

prueba de comparación de promedios

A= 2730
B= 2260,0000
 α = 0,995
gl= 145
t= 2,6107
 $Ri.-Rj.=$ 36,4081

Ordenando

XC	XA	YA	XB	XC	YB
127	119	116	97	89	82

YC-XA	8	36,4081	ns
YC-YA	11	36,4081	ns
YC-XB	30	36,4081	ns
YC-XC	38	36,4081	--
YC-YB	45	36,4081	--
XA-YA	3	36,4081	ns
XA-XB	22	36,4081	ns
XA-XC	30	36,4081	ns
XA-YB	37	36,4081	--
YA-XB	19	36,4081	ns
YA-XC	27	36,4081	ns
YA-YB	34	36,4081	ns
XB-XC	8	36,4081	ns
XB-YB	15	36,4081	ns
XC-YB	7	36,4081	ns

Anexo N° 5: Diseño experimental de la investigación

El presente trabajo de investigación utilizo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2A3B teniendo un total de 6 unidades experimentales, cada una tendrá 3 repeticiones (bloques), el factor X y Y es la carga de bandeja: 4 Kg/m² y 5 Kg/m² respectivamente,

El factor A, B, y C es la velocidad de aire de deshidratación: 1 m/s, 2 m/s y 3 m/s respectivamente.

Se realizó la prueba de Tukey para la comparación de medias de los efectos principales. Los datos representados en la en el siguiente cuadro está en horas.

repeticiones	Código de tratamiento *					
	AX	BX	CX	AY	BY	CY
1	8,58	8,83	6,75	10,75	9,42	9,55
2	8,67	8,67	7,00	11,00	9,33	9,67
3	8,75	8,50	7,25	11,25	9,25	9,78
Sumatoria total	26,00	26,00	21,00	33,00	28,00	29,00

* Los códigos están dados en función al diseño experimentan de la investigación.

1. Estimación de los efectos principales y de interacción.

La hipótesis será.

Para el efecto principal A:

Ho: $\alpha_i=0$ $i=1, 2$.

Ho: $\alpha_i \neq 0$ para al menos algún i .

Para el efecto principal B:

Ho: $\alpha_j=0$ $j=1, 2, 3$.

Ho: $\alpha_j \neq 0$ para al menos algún j .

Para el efecto de la interacción AB:

Ho: $(\alpha\beta)_{ij}=0$ $i=1, 2$. $j=1, 2, 3$.

Ho: $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ para al menos algún i, j .

22

Media estimada es:

$$\hat{\mu} = 9,0556$$

Los efectos estimados de los niveles del factor A.

$$\alpha_1 = 8,1111 - 9,0556 = -0,9444$$

$$\alpha_2 = 10,0000 - 9,0556 = 0,9444$$

Los efectos estimados de los niveles del factor B.

$$\beta_1 = 9,8333 - 9,0556 = 0,7778$$

$$\beta_2 = 9,0000 - 9,0556 = -0,0556$$

$$\beta_3 = 8,3333 - 9,0556 = -0,7222$$

El efecto estimado de la interacción entre el nivel 1 del factor A y el nivel 2 del factor B

$$(\alpha\beta)_{12} = 8,72 - 8,1333 - 10,0000 + 9,0556 = -2,1111$$

El efecto estimado de error ϵ_{234} :

$$\epsilon_{234} = 9,78 - 9,6667 - 9,13 + 9,0556 = 0,0417$$

Análisis de varianza

Cuadro ANVA

Fuente de varianza.	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrado (SC)	Cuadrados medias (CM)	Fc	Ft	Significancia
Bloques.	2	0,0675	0,0337			
A	1	16,0556	16,0556	547,87	10,4	**
B	2	6,7778	3,3889	115,64	7,1	**
AB	2	3,4444	1,7222	58,77	7,1	**
Error experimental.	10	0,2931	0,0293			
Total.	17	26,6383				

Dado que le estadístico de prueba resulta mayor que el valor de tabla se rechaza H_0 y se concluye que hay suficiente evidencia estadística para aceptar la existencia de interacción entre

la carga de bandeja y la velocidad del aire de secado; por lo tanto, será necesario analizar los efectos simples de los factores en vez de sus efectos principales.

2. El coeficiente de variación.

$$cv = \frac{\sqrt{0,2093}}{9,0556} = 1,98\%$$

3. Análisis de efectos simples.

Fuentes de variación	gl	SC	CM	Fc	F	Significancia
Ab ₁	1	8,1667	8,16667	278,67	10,04	**
Ab ₂	1	0,6667	0,66667	22,75	10,04	**
Ab ₃	1	10,6667	10,66667	363,98	10,04	**
Ba ₁	2	5,5556	2,77778	94,79	7,56	**
Ba ₂	2	4,6667	2,33333	79,62	7,56	**
Error experimental	10	0,2931	0,02931			
Total	17	26,6383				

Existe suficiente evidencia estadística para que se acepte que con al menos una de las velocidades de aire se obtienen resultados diferentes en el tiempo deshidratación tantos con la carga de bandeja X como en la Y

4. Pruebas de comparación de medias de efectos simples (tukey)

En el análisis de varianza de efectos simples se obtuvo resultados significativos para los efectos simples de A en b₁, A en b₂, A en b₃, B en a₁ y B en a₂. dado que el factor A solo tienes dos niveles, no será necesario efectuar pruebas de comparaciones múltiples. En cambio el factor B

en cambio sí se podría realizar comparaciones por pares entre sus tres niveles. A continuación se presenta la prueba de tukey para B en a₁.

Ho: $\mu_{11} = \mu_{12}$ Ho: $\mu_{11} = \mu_{13}$ Ho: $\mu_{12} = \mu_{13}$
 H₁: $\mu_{11} \neq \mu_{12}$ H₁: $\mu_{11} \neq \mu_{13}$ H₁: $\mu_{12} \neq \mu_{13}$

Los valores de tabla con $\alpha = 1\%$, p=3 tratamientos y 10 grados de libertad para el error experimental es AES(T)= 5,27.

La amplitud limite significativa de tukey es:

$$ALS(T) = 5,27 \sqrt{\frac{0,0293}{3}} = 0,5209$$

A continuación se presenta los resultados para las 3 comparaciones:

niveles de B en a ₁	$ Y_{1i} - Y_{1j} $	ALS(T)	Significancia
1 y 2	0	0,5209	n. s.
1 y 3	1,6667	0,5209	**
2 y 3	1,6667	0,5209	**

a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃
8.67	8.67	7,00

A continuación se presenta la aplicación de la prueba de t para evaluar si el nivel 3 de B se obtienen mejores resultados que con el nivel 1 cuando se aplica la carga de bandeja 2

Ho: $\mu_{21} = \mu_{23}$ Ho: $\mu_{22} = \mu_{23}$
 H₁: $\mu_{21} \neq \mu_{23}$ H₁: $\mu_{22} \neq \mu_{23}$

El valor estadístico de la prueba es:

$$t_{c13} = \frac{11 - 9,667}{\sqrt{\frac{2 \times 0,093}{3}}} = 9,5391$$

$$t_{c23} = \frac{9,333 - 9,667}{\sqrt{\frac{2 \times 0,0293}{3}}} = -2,3847$$

El valor de tabla con $\alpha = 5\%$ y 10 grados de libertad para el error es $t_{(0,05,10)} = -1,8125$. Como el estadístico de la prueba resulta mayor que el valor de la tabla, se acepta la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con la velocidad de aire 3 se obtienen similares resultados que con la dosis 2 cuando se aplica la carga de bandeja 2 (5 Kg/m²).

El valor de tabla con $\alpha = 5\%$ y 10 grados de libertad para el error es $t_{(0,05,10)} = -1,8125$. Como el estadístico de la prueba resulta menor que el valor de la tabla, se rechaza la H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con la velocidad de aire 3 se obtienen mejores resultados que con la dosis 2 cuando se aplica la carga de bandeja 2 (5 Kg/m²).

Anexo N° 6: Ficha técnica del deshidratador.

1. Datos generales

- Elemento: deshidratadora eléctrica.
- Marca: Fraclen.
- Modelo: SCLF-4.
- Fecha de fabricación: Septiembre del 2013.
- Cantidad: una (1) unidad.
- Serie: 10550913.

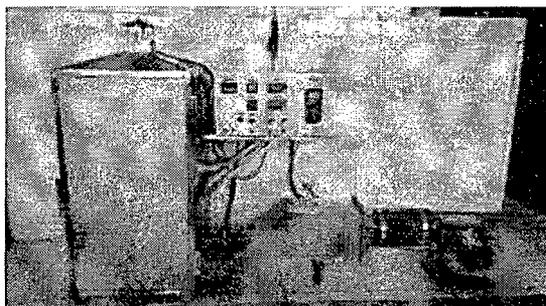
2. Aplicación :

Maquinaria experimental ideal para de deshidratación de alimentos. Cuenta con reguladores de temperatura y velocidad de aire, controladores digitales de temperatura (°F y °C) durante la entrada salida y durante la cámara, velocidad de aire (m/s), pesos de las muestras (gramos), temporalizado con apagado automático del equipo.

3. Estructura :

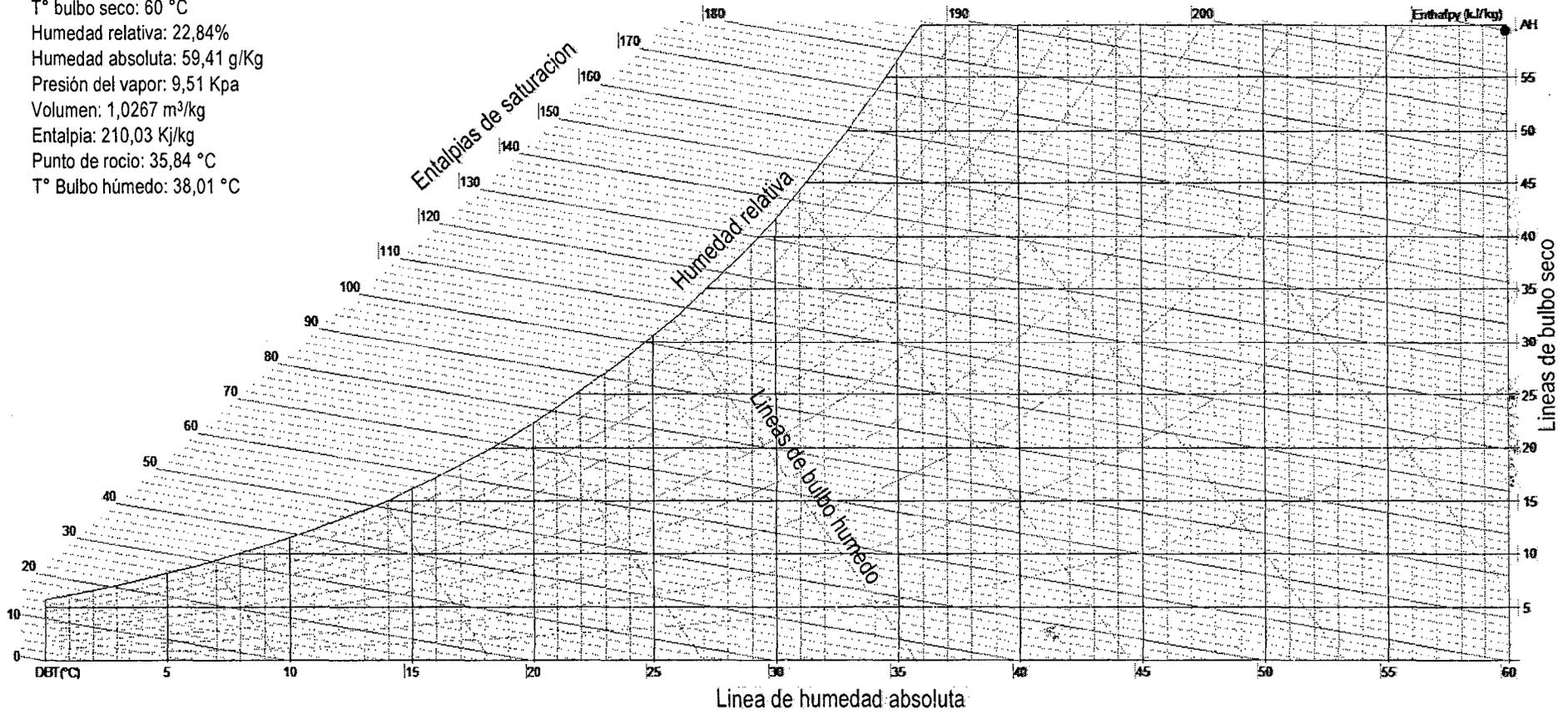
- Tablero de comando digital.
- Construcción total en acero inoxidable: AISI-304.
- Contiene ocho (8) bandejas de 60 X 60 cm.
- Potencia del motor generador aire: 2 HP/220/60/3.
- Calefactor por resistencia: 4000 w.
- Peso aproximado 60 Kg.
- Anemómetro integrado de sensibilidad de 0,1.
- Termocuplas.

4. Fotografías



Anexo N° 7: Grafico de carta psicrometrica.

Altura : 3245,7 msnm
 T° bulbo seco: 60 °C
 Humedad relativa: 22,84%
 Humedad absoluta: 59,41 g/Kg
 Presión del vapor: 9,51 Kpa
 Volumen: 1,0267 m³/kg
 Entalpia: 210,03 KJ/kg
 Punto de rocío: 35,84 °C
 T° Bulbo húmedo: 38,01 °C



17

Anexo N° 8: Datos experimentales obtenidos en la fase experimental.

Resultados del secado del hongo a 1 m/s con
4 Kg/m²

Tiempo(min)	Peso(g)	Humedad (%)
0	1440	92%
20	1257	80%
40	1197	76%
60	1122	72%
80	1057	68%
100	988	63%
120	926	59%
140	864	55%
160	807	52%
180	749	48%
200	695	44%
220	645	41%
240	591	38%
260	522	33%
280	495	32%
300	451	29%
320	406	26%
340	366	23%
360	329	21%
380	317	20%
400	267	17%
420	249	16%
440	200	13%
460	171	11%
480	139	9%
500	129	8%
520	97	6%

Resultados del secado del hongo a 1 m/s con
5 Kg/m²

Tiempo(min)	Peso(g)	Humedad (%)
0	1800	92%
20	1667	85%
40	1595	82%
60	1520	78%
80	1438	73%
100	1378	70%
120	1309	67%
140	1244	64%
160	1183	60%
180	1120	57%
200	1059	54%
220	1000	51%
240	942	48%
260	887	45%
280	820	42%
300	776	40%
320	724	37%
340	670	34%
360	624	32%
380	573	29%
400	528	27%
420	482	25%
440	441	23%
460	397	20%
480	359	18%
500	323	17%
520	288	15%
540	258	13%
560	229	12%
580	201	10%
600	178	9%
620	156	8%
640	138	7%
660	122	6%

Resultados del secado del hongo a 2 m/s con
4 Kg/m²

Tiempo(min)	Peso(g)	Humedad (%)
0	1440	92%
20	1272	81%
43	1159	74%
60	1108	71%
80	1010	65%
100	962	61%
120	893	57%
140	806	51%
160	742	47%
180	681	44%
200	626	40%
220	572	37%
240	525	34%
260	479	31%
280	436	28%
301	394	25%
320	330	21%
342	290	19%
360	262	17%
380	232	15%
400	211	13%
420	186	12%
440	163	10%
460	145	9%
480	130	8%
500	119	8%
520	98	6%

Resultados del secado del hongo a 2 m/s con
5 Kg/m²

Tiempo(min)	Peso(g)	Humedad (%)
0	1800	92%
20	1685	86%
40	1581	81%
60	1486	76%
80	1399	72%
100	1311	67%
120	1217	62%
140	1152	59%
160	1071	55%
180	1002	51%
200	931	48%
220	861	44%
240	789	40%
260	736	38%
280	674	34%
300	618	32%
320	565	29%
340	512	26%
360	461	24%
380	370	19%
400	328	17%
420	287	15%
440	247	13%
460	213	11%
480	188	10%
500	170	9%
520	146	7%
540	124	6%
560	106	5%

Resultados del secado del hongo a 3 m/s con
4 Kg/m²

Tiempo(min)	Peso(g)	Humedad (%)
0	1440	92%
20	1283	82%
40	1173	75%
60	1073	69%
80	980	63%
100	895	57%
120	799	51%
140	725	46%
160	655	42%
180	584	37%
200	525	34%
220	469	30%
240	417	27%
260	369	24%
280	323	21%
300	282	18%
320	234	15%
340	209	13%
360	177	11%
380	147	9%
400	124	8%
420	98	6%

Resultados del secado del hongo a 3 m/s con
5 Kg/m²

Tiempo(min)	Peso(g)	Humedad (%)
0	1800	92%
20	1646	84%
40	1529	78%
60	1420	73%
80	1321	68%
100	1227	63%
120	1142	58%
140	1054	54%
160	972	50%
180	897	46%
200	827	42%
220	761	39%
240	697	36%
260	637	33%
280	576	29%
300	523	27%
320	471	24%
340	428	22%
360	385	20%
380	343	18%
400	307	16%
420	273	14%
440	240	12%
460	209	11%
480	185	9%
500	164	8%
520	145	7%
540	128	7%
560	113	6%
580	97	5%

Anexo N° 9: Norma técnica peruana 205,006, agosto de 1980: determinación de materia grasa.

1. Principios del método:

Extrae la grasa de los cereales mediante la cocción de un solvente, se evapora este y se determina la masa del extracto seco resultante.

2. Aparatos:

- Extractor de Soxhlet.
- Estufa con termostato regulado a 100 °C +/- 2 °C.
- Balanza analítica.
- Tamiz ITINTEC 0,841 MM (n° 20).
- Molino de laboratorio que permita obtener un producto que pase por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20).
- Desecador con deshidratante adecuado.

3. Reactivos:

Éter etílico o éter de petróleo, químicamente pura, de rango de destilación de 35°C a 60 °C y residuo seco no mayor de 0,003 g/100 cm³.

4. Materiales:

- Papel filtro Wathman N° 2 o similar.
- Dedal de extracción adecuado o preparado con papel filtro Wathman N° 2 o similar.

5. Preparación de las muestras:

- Se muele la muestra, De manera que el 99% de las partículas pasen Por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20).
- La determinación del contenido de humedad, se hará según la norma ITINTEC 205,002. Determinación del contenido de humedad.

6. Procedimiento:

Extracción

- Se determina exactamente la masa de 10 g de la muestra seca y molida, se coloca en el dedal de extracción de grasa o se utiliza el papel Wathman N° 2.
- Se coloca el dedal de contiene la muestra, en el aparato Soxhlet alrededor de 16 horas, usando como disolvente el éter etílico o éter de petróleo.

- Se seca el extracto a 100 °C durante 30 min, se enfría en desecador y se determina la masa.
- Se repite la operación hasta masa constante.

7. Expresión de resultados:

El contenido de materia grasa se expresa en porcentaje de masa seca de la muestra, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Mg = \frac{100(M_1 + M)}{M_2} \times \frac{100}{100 - H}$$

Mg=Contenido de materia grasa, en gramos.

M=Masa del recipiente, en gramos.

M₁=Masa del recipiente con la materia grasa, en gramos.

M₂=masa de la muestra, en gramos.

H=contenido de humedad porcentual de la muestra.

Nota: el contenido de grasa a indicar en el informe, debe ser el promedio aritmético de por lo menos 2 determinaciones analíticas. El tiempo de extracción podrá variar de 4 h a 16 h, dependiendo de la velocidad de goteo durante la extracción.

Anexo N° 10: Norma técnica peruana 205,005, febrero de 1979: determinación proteínas totales (método de kjeldahl).

1. Principios del método:

El contenido de proteínas totales se calcula en función del contenido de nitrógeno en las sustancias, determinado según el método de kjeldahl. Este método consiste en convertir el nitrógeno presente en el serial, en sulfato de amonio, ingestión con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador. El sulfato de amonio formado, se llevará a medio alcalino por adición de hidróxido de sodio en exceso, liberándose el amoniaco, en el que se recibe en una solución valorada de ácido sulfúrico o clorhídrico, el contenido de nitrógeno se determinar valorando el exceso de ácido, con solución de hidróxido de sodio o potasio.

2. Materiales:

- Balanza analítica
- Molino de laboratorio que permita obtener un producto que pase por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20)
- Equipo de kjeldahl.

3. Reactivos:

- Ácido sulfúrico (d=1,84), exento de nitrógeno.
- Mezcla catalizadora: mezcla íntimamente e mortero, 10 g de sulfato de sodio o de potasio y 0,5 g de sulfato de cobre (proporción 20 a 1).
- Agentes activados: gramolas de zinc, piedra pómez, perlas de vidrio o similares.
- Soluciones indicadoras de rojo de metilo: se disuelve 1 g de rojo de metilo en 200 cm³ de alcohol etílico de 95%.
- Solución de 0,1 N de ácido clorhídrico o sulfúrico, la normalidad de esta solución debe controlarse periódicamente.
- Solución 0,1 N de hidróxido e sodio o de potasio: la normalidad de esta solución debe controlarse periódicamente.
- Solución de hidróxido de sodio.

4. Materiales:

- Erlenmeyer de 300 cm³
- Dos buretas de 50 cm³ cada una, graduado a 0,1 cm³
- Dos probetas de 50 cm³ cada una, graduado a 0,1 cm³

5. Preparación de las muestras:

- Se muele la muestra, de manera que el 99% de las partículas pasen Por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20)
- La determinación del contenido de humedad, se hará según la norma ITINTEC 205,002. Determinación del contenido de humedad.

6. Procedimiento:

- se determina la masa de 10 gramos de la muestra molida, con precisión de 0,1 mg y se coloca en balón de kjeldahl.
- se agrega 10 gramos de la mezcla catalizadora y 30 cm³ de ácido sulfúrico concentrado.
- se coloca el balón en posición inclinada y se calienta suavemente hasta la desaparición de la espuma.
- se lleva la mezcla a ebullición vigorosa, hasta que la solución quede limpia y se mantiene el calentamiento durante 30 min.
- se enfría el aire, se agregan 200 cm³ de agua y se refleja la exteriormente hasta temperatura ambiente.
- se agregan cualesquiera de los agentes activos mencionados y se añade 70 cm³ de solución de hidróxido de sodio, teniendo cuidado de hacerla rebasar por las paredes del balón.
- inmediatamente se conecta el balón con el refrigerante y la trampa. se rota el balón para mezclar el contenido y se sumerge en el piso del refrigerante en un Erlenmeyer, conteniendo un exceso conocido de solución de ácido sulfúrico o clorhídrico 0,1 N.
- se calienta hasta que haya destilado todo de amoníaco (150 cm³ de destilado, por lo menos).
- se valora el exceso de la solución de ácido, con la solución alcalina valorada de hidróxido de sodio o potasio, usando dos gotas de rojo de metilo como indicador. se corrige el resultado efectuando un ensayo en blanco con los reactivos.
- se determina el contenido de humedad de la muestra molida, por el método usado de la norma correspondiente.

7. Expresión de resultados:

El contenido de proteínas totales, se expresa en por ciento de masa de muestra y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{0,004 * (V_b f_b - V_a f_a) * F * 10000}{M * (100 - H)}$$

Donde:

P=Contenido de proteínas por 100 g de muestra seca.

V_b=Volumen de la solución de ácido sulfúrico 0,1 N en cm³.

f_b=Factor de solución de ácido.

V_a=Volumen de la solución de cinc 0,1 N en centímetros cúbicos.

f_a=Factor de sorción alcalina.

M=masa de la muestra en gramos.

H=Contenido de humedad de la muestra en porciento en masa, determinado según la norma correspondiente.

F=Factor de conversión de porcentaje de nitrógeno a porcentaje de proteínas, cuyo Valor es 5,70 para el trigo y 6,25 para el maíz y la mayoría de seriales.

Nota: El contenido de proteínas a indicar se en el informe, debe ser el promedio aritmético de por lo -2 determinaciones analíticas.

Anexo N° 11: Norma técnica peruana 205,003, agosto de 1980: determinación de fibra cruda.

1. Principios del método:

Los residuos provenientes de la extracción de grasas de una muestra, se someten a un al doble hidrólisis ácida y alcalina. El filtrado se seca en estufa y se pesa. Se lleva ignición en una estufa hasta la destrucción de la materia orgánica y se vuelve a pesar. La diferencia entre ambas pesadas, da el contenido de fibra cruda que se expresa por si en gramos de muestra seca.

2. Aparatos:

- Balanza analítica.
- Estufa.
- Mufla eléctrica

3. Reactivos:

- Solución de ácido sulfúrico al 1,29%
- Solución de Hidróxido de sodio al 1,29 %
- Alcohol etílico al 99%
- Evite etílico

4. materiales:

- Crisoles a gooch.
- Frascos lavados.
- Dos vasos de 600 cm³
- Papel de filtro Whatman N° 1 o equivalentes
- Embudo Buhner.

5. Preparación de las muestras:

- Se muele la muestra, de manera que el 99% de las partículas pasen por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20)

6. Procedimiento:

- se determina exactamente la masa de 2 g a 5 g de muestra con aproximación al 0,0001 g.
- se extrae la grasa de la muestra con éter de petróleo o éter hasta que el solvente queda incoloro.
- se seca la muestra hasta evaporar el solvente y se transfiere al vaso de 600 cm³. se añaden 200 cm³ de la solución de ácido sulfúrico caliente y seis germain durante 30 min contados desde el momento en el que empieza a ebulir manteniendo el volumen inicial.
- se filtra en caliente, utilizando el papel de filtro, y se lava el residuo con agua caliente destilada, hasta la neutralidad del líquido de lavado.

- se filtra en caliente en el crisol o sobre el papel filtro. con ayuda de un chorro final de agua destilada, se pasa todo el residuo del vaso al filtrado, se sigue lavando el vaso y el filtro hasta que el líquido cristalino no de reacción alcalina. luego se lava con por lo menos 2 porciones de 100 cm³ de alcohol etílico al 99 %.
- se seca en estufa a 130 °C. se deja enfriar en un desecador y se determina la masa. se repite este proceso hasta obtener masa constante. descontada la tara, la cifra obtenida representa la masa de la actividad fruta.
- se calcina hasta cenizas blancas, se enfría en un desecador y se determina la masa, descontando la tara, la cifra obtenida representa la masa de la ceniza de la fibra.

7. Expresión de resultados:

La diferencia entre las 2 determinaciones de grasa, representan la fibra cruda, llamada también fibra pura.

El contenido de fibra cruda se haya mediante la siguiente fórmula:

$$F_c = \frac{F_b + C}{M} * 100$$

M=Masa de la muestra, en gramos.

F_c=Por ciento de fibra cruda, el gramos

F_b=Masa de fibra bruta, el gramos

C=masa de cenizas de la fibra, en gramos.

El contenido de fibra cruda en base seca, se halla mediante la siguiente formula:

$$F_c(masa\ seca) = \frac{F_c + 100}{(100 - H)}$$

F_c=por ciento de fibra cruda

H=contenido de humedad porcentual de la muestra.

Nota:

- El contenido de fibra cruda a indicarse en el informe será el promedio aritméticos de por lo menos dos determinaciones analíticas.

Anexo N° 12: Norma técnica peruana 205,004, febrero de 1979: determinación de cenizas.

1. Principios del método:

El producto previamente molido secar calcina en mufla a 600 °C hasta obtener cenizas de color blanco Y masa constante.

2. Materiales:

- Balanza analítica
- Mufla eléctrica
- Molino de laboratorio que permita obtener un producto que pase por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20)
- Desecador

3. Reactivos:

Deshidratantes adecuados tales como: anhídrido fosfórico, sulfato de calcio anhidro, granulado de impregnado de cloruro de cobalto, oxido de calcio activado, aluminio activado, ácido sulfúrico concentrado, etc.

4. Materiales:

Crisol de cuarzo, porcelana, platino o sfilice.

5. Preparación de las muestras:

- se muele la muestra, de manera que el 99% de las partículas pasen por el tamiz itintec 0,841 mm (n° 20)
- la determinación del contenido de humedad, se hará según la norma itintec 205,002. determinación del contenido de humedad

6. Procedimiento:

- se cocinan los crisoles hace 600 °C, durante 15 minutos, se enfría en un desecador y se determina la masa.
- se determinara exactamente una masa de tres gramos a cinco gramos con aproximación de 0,1 mg. en un crisol previamente pesado.
- se calcina en una mufla a una temperatura entre 575 °C y 590 °C basta masa constante, teniendo cuidado de que en las cenizas no se fundan.
- se enfría en un secador hasta temperatura ambiente y se pesa

- la diferencia de masa obtenida, indica el contenido de cenizas presente en la muestra.

7. Expresión de resultados:

El contenido de cenizas en porcentaje de masa seca de la muestra, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = 100 \times \frac{M_2 + M_1}{M} \times \frac{100}{100 - H}$$

C=Contenido de cenizas en 100 gramos de muestra seca.

M=Masa de la muestra, en gramos.

M₁=Masa del crisol vacío, en gramos

M₂=masa del crisol con la cenizas, en gramos

H=contenido de humedad porcentual de la muestra.

Nota: el contenido de cenizas a indicar en el informe, debe ser el promedio aritmético de por lo menos 2 determinaciones analíticas.

Anexo N° 13: Norma técnica peruana 205,002, febrero de 1979: determinación de humedad.

1. Principios del método:

El producto previamente molido y acondicionado, si fuese necesario se escénica a $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ bajo presión atmosférica normal, durante un tiempo fijado experimentalmente, en función al tamaño de las partículas de manera que la porción de masa porcentual, concuerde con el contenido de humedad determinado por el método de referencia.

2. Aparatos:

- Balanza analítica.
- Molino de laboratorio que permita obtener un producto que pase por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20)
- Pesafiltro.
- Estufa.
- Desecador

3. Reactivos:

Deshidratantes adecuados tales como: anhídrido fosfórico, sulfato de calcio anhidro, granulado de impregnado de cloruro de cobalto, óxido de calcio activado, aluminio activado, ácido sulfúrico concentrado, etc.

4. Preparación de las muestras:

- Se muele la muestra, de manera que el 99% de las partículas pasen por el tamiz ITINTEC 0,841 mm (N° 20)

5. Procedimiento:

- se determina exactamente una masa de 8 gramos de muestra a ensayar, como aproximación del 0,1 mg en un pesafiltro previamente secado y tarado.
- se coloca el pesafiltro con la muestra en una estufa, hasta reducir la humedad a valores inferiores al 16%.
- se deje enfriar la muestra al aire y se determinan la masa.
- se muele la muestra, de manera que el 99% de las partículas pasen por el tamiz itintec 0,841 mm (n° 20).
- se determina exactamente una masa de 5 gramos de muestra a ensayar, como aproximación del 0,1 mg en un pesafiltro previamente secado y tarado. rápidamente de manera que evitamos toda alteración en el contenido de humedad.

- se pone el pesafiltro destapado con la muestra en la estufa a 130 °C durante 60 minutos, después que la estufa alcanza los 130 °C.
- se tara el pesafiltro, se retira de la estufa, se colocan en un secador y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente (45 minutos a 60 min).
- de determina la masa del pesafiltro.

6. Expresión de resultados:

El contenido de humedad, se expresan con la pérdida de la masa referida a cien gramos de la muestra original y se calcula mediante la siguiente fórmula:

Muestras con menor de 16% de humedad

$$H = \frac{M + M_1}{M} * 100$$

M=Masa de la muestra original, en gramos.

M₁=Masa de la muestras seca, el gramos

H=contenido de humedad porcentual de la muestra original.

Muestra con más del 16% de humedad.

$$H = \frac{(M_3 - M_1) * M_2}{M_3} + M - M_2 * \frac{100}{M}$$

M=Masa de la muestra original, en gramos.

M₁=Masa de la muestras seca, el gramos

M₂=Masa de la luego del acondicionamiento, el gramos

M₃=Masa de la luego de la trituración, el gramos

H=contenido de humedad porcentual de la muestra original.

Nota:

- si la diferencia en el contenido de humedad entre los determinado sobre la misma muestra es menor de 0,2 %, se promedia en los resultados, redondeando a la primer cifra decimal.
- si la diferencia es mayor a 0,2 %, se repite el ensayo sobre una nueva porción de muestra.
- comparando con los datos obtenidos por el método de referencia fundamental, los resultados en general, no deben diferir en más de 0,15 % en valor absoluto

Anexo N° 14: Extracto libre de nitrógeno, AOAC, 1990.

1. Principios del método:

El extracto libre de nitrógeno (ELN) de un alimento se determina por diferencia después de que se han completado los análisis para ceniza, fibra cruda, extracto Etéreo y proteínas crudas, El extracto libre de nitrógeno es necesario para realizar el cálculo de nutrientes Digestibles totales (NDT).

2. Cálculos:

Porcentaje de ELN (en base seca)= $100 - (\% \text{ ceniza } + \% \text{ fibra bruta } + \% \text{ extracto etéreo } + \% \text{ proteína cruda})$.

Porcentaje de ELN (en base húmeda o tal como ofrecido)= $100 - (\% \text{ ceniza } + \% \text{ fibra bruta } + \% \text{ extracto etéreo } + \% \text{ proteína cruda})$.



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0006 - LCC - UNCP - 2014

SOLICITANTE : SEDANO PUENTE YEFFER CRISTIAN
DIRECCIÓN : ACOBAMBA - HUANCVELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : HONGOS FRESCOS
ENVASE : BOLSA DE PALIETILENO x 500g.
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 06/01/14
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 13/01/14
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0014 - 2014

RESULTADOS:

1. ANALISIS FISICOQUIMICO:

ANALISIS	RESULTADO
Humedad (%)	91.32
Ceniza (%)	0.63
Proteína (%)	1.32
Grasa (%)	0.21
Fibra (%)	3.05
Carbohidratos	3.47

MÉTODO DE ENSAYO:
1. HUMEDAD : REF. NTP N° 205.002.1878
2. GRASA : REF. NTP N° 205.006.1980
3. PROTEINA : AOAC, 1990.
4. CENIZA : REF. NTP N° 205.004.1979
5. FIBRA : REF. NTP N° 205.003.1899

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO
LOS ANALISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECIFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PUBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARAN POR 90 DIAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 13 DE ENERO DEL 2014.



MSc. Luis Arica Mallqui
GERENTE DE CALIDAD
LCC - FAIA - UNCP



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO Nº 0008 - LCC - UNCP - 2014

SOLICITANTE : SEDANO PUENTE YEFFER CRISTIAN
DIRECCIÓN : ACOBAMBA - HUANCAMELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : HONGOS SECOS
ENVASE : BOLSA DE PALIETILENO x 500g.
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA : 06/01/14
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 13/01/14
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0008 - 2014

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Humedad (%)	3.46
Ceniza (%)	6.37
Proteína (%)	20.3
Grasa (%)	1.09
Fibra (%)	7.45
Carbohidratos	61.33

MÉTODO DE ENSAYO:

1. HUMEDAD : REF. NTP Nº 205.002.1979
2. GRASA : REF. NTP Nº 205.006.1960
3. PROTEÍNA : ADAC, 1950
4. CENIZA : REF. NTP Nº 205.004.1979
5. FIBRA : REF. NTP Nº 205.003.1990

LOS RESULTADOS SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 13 DE ENERO DEL 2014.

