

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ELABORACION DE ENCURTIDOS DE
Pleurotus Ostreatus (Jacq. ex. Fr.)
Kumm, PRODUCIDOS A PARTIR DE
SUBPRODUCTOS DE Oryza sativa L.**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTORES:

**Bach JALK VALDIVIA, EZZAR.
Bach MORI REAP, MARCO ANTONIO**

ASESOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

CO-ASESOR:

Ms.C ELÍAS ALBERTO TORRES ARMAS



AMAZONAS - PERÚ

04 FEB 2015

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

**ELABORACIÓN DE ENCURTIDOS DE *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm,
PRODUCIDOS A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE *Oryza sativa* L.**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

Autores: Bach. Jalk Valdivia, Ezzar.

Bach. Mori Reap, Marco Antonio

Asesor: Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Co asesor: Ms. C. Elías Alberto Torres Armas

CHACHAPOYAS – PERÚ

2014

DEDICATORIA

La presente investigación la dedico en primer lugar a Dios, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar esta tesis.

El esfuerzo que he desplegado la dedico a mi hija JADE EZMERALDA JALK VILLEGAS, quien es la mejor hija del mundo la persona más valiosa en mi vida, gracias por todo tu apoyo y por la confianza y fe que depositaste en mí. Te amo mucho.

Este es un logro que lo comparto también con mis padres EZZAR JALK Y LUZMILA VALDIVIA, por creer en mí, ser temple en mi vida y por tus consejos y apoyo incondicional en cada uno de mis objetivos, a quienes prometí alcanzar mis objetivos.

Ezzar Jalk Valdivia.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban y por enseñarme a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres Eulogio Mori Gupioc y Selmira Reap Vallejos por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles. Ellos me han dado todo lo que tengo como persona, mis valores; mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Marco Antonio Mori Reap

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme el don de la vida y darme unos maravillosos padres. A mis padres, quienes hicieron su mejor esfuerzo para hacer de mí un hombre de bien y por estar conmigo incansablemente para lograr obtener un mérito más en mi vida.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y a la Facultad de Ingeniería Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, por abrirme las puertas para culminar mis estudios superiores y a todos los docentes con calidad profesional pero sobre todo humana.

Ezzar Jalk Valdivia

AGRADECIMIENTO

Te agradezco, Señor por hacer realidad este sueño anhelado.

A mis padres por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida, por darme la oportunidad de estudiar esta carrera y por ser ellos ejemplo de vida para mí. Hay también otras personas que han formado parte de mi vida estudiantil a las que agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y a la Facultad de Ingeniería Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Agroindustrial por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Marco Antonio Mori Reap

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

VICERRECTOR ACADÉMICO (e)

Dr. MARÍA NELLY LUJAN ESPINOZA.

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN (e)

Ing. GUILLERMO IDROGO VASQUEZ

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Dr. Biólogo, Profesor Principal OSCAR ANDRES GAMARRA TORRES;
identificado con DNI: 19259319, asesor de la tesis:

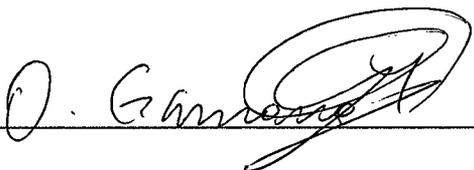
**ELABORACIÓN DE ENCURTIDOS DE *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm,
PRODUCIDOS A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE *Oryza sativa* L.**

Presentado por los bachilleres:

- Bach. JALK VALDIVIA, EZZAR
- Bach. MORI REAP, MARCO ANTONIO

Habiendo revisado el informe final de la tesis en mención doy la conformidad y el visto bueno para continuar con sus trámites correspondientes.

Chachapoyas 9 de diciembre de 2014



Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Asesor de tesis

VISTO BUENO DEL CO ASESOR

Yo, Ms. C. ELIAS ALBERTO TORRES ARMAS; identificado con DNI N°: 18033004,

Coasesor de la tesis:

**ELABORACIÓN DE ENCURTIDOS DE *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm,
PRODUCIDOS A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE *Oryza sativa* L.**

Presentado por los bachilleres:

- Bah. JALK VALDIVIA, EZZAR
- Bach. MORI REAP, MARCO ANTONIO

Habiendo revisado el informe final de la tesis en mención doy la conformidad y el visto bueno para continuar con sus trámites correspondientes.

Chachapoyas 9 de diciembre de 2014



Ms.C. ELÍAS ALBERTO TORRES ARMAS

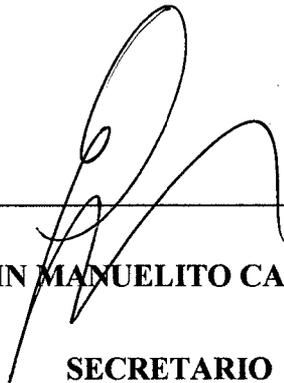
Coasesor de tesis

JURADO EVALUADOR



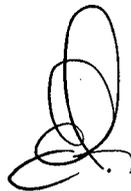
Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

PRESIDENTE



Ing. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO

SECRETARIO



Ing. ERICK ALDO AUQUÍVIN SILVA

VOCAL

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR	vii
VISTO BUENO DEL COASESOR	viii
JURADO EVALUADOR	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	
1.1.Generalidades	5
1.2.Producción y consumo de hongo comestible	9
1.2.1. Producción mundial	9
1.2.2. Producción regional	10
1.3. Hongos encurtidos	11
II. MATERIAL Y METODOS	
2.1.Material biológico	13
2.2.Evaluación de la viabilidad de la producción	13

2.3.Producción de semilla para el cultivo	14
2.4.Preparación del sustrato pajilla de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	18
2.5. Descripción del proceso de producción.	19
2.6.Encurtido del hongo.	25
III. RESULTADOS	
3.1.Producción	31
3.2.Proceso de conservación	34
3.2.1.Evaluación de las características sensoriales	36
IV. DISCUSIÓN	39
V. CONCLUSIONES	43
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
ANEXOS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido nutricional del <i>Pleurotus ostreatus</i> .	7
Tabla 2. Límites permitidos para un encurtido.	12
Tabla 3. Pesos de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr) Kumm, y materia prima.	31
Tabla 4. Eficiencia, rendimiento y tasa de productividad.	31
Tabla 5. Porcentaje de humedad ganado según el tiempo de humificación.	32
Tabla 6. Colonias según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y pH a los 35 días de siembra.	32
Tabla 7. Cuerpo fructífero a partir de colonias según días de preparación de sustrato, humedad y pH a los 45 días de siembra.	33
Tabla 8. Diagrama en bloques completamente al azar. Variación de pH según el tiempo de conservación.	35
Tabla 9. Escala para la caracterización sensorial del encurtido en <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) Kumm, producidos a partir de subproductos de <i>Oryza sativa</i> L.	36
Tabla 10. Comparaciones múltiples de los análisis sensoriales del encurtido de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) Kumm, producidos a partir de subproductos de <i>Oryza sativa</i> L.	37
Tabla 11. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.	49
Tabla 12. Prueba de homogenización de varianza.	52

Tabla 13. Comparaciones múltiples para la producción según días de preparación de sustrato, humedad y pH a los 35 días de Siembra.	53
Tabla 14. Estadísticos de contraste (a,b)	54
Tabla 15. Comparaciones múltiples en tiempo de preparación de sustrato.	55
Tabla 16. Comparaciones múltiples en el crecimiento de hongo por tratamiento.	57
Tabla 17. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra de encurtido.	59
Tabla 18. pH.	63
Tabla 19. Variable dependiente, pH.	63
Tabla 20. Comparaciones múltiples de la variable dependiente, pH.	63
Tabla 21. Informe de resultados de los tratamientos, pH.	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes principales del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .	6
Figura 2. Esquema del ciclo de vida de un hongo.	8
Figura 3. Flujograma de producción de semillas de <i>Pleurotus ostreatus</i> .	17
Figura 4. Flujograma de producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> .	24
Figura 5. Flujograma del proceso de elaboración de encurtido.	30
Figura 6. Telaraña del análisis sensorial del encurtido de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) Kumm, producidos a partir de subproductos de <i>Oryza sativa</i> L.	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo A: análisis.

1. Evaluación de supuestos del método del diseño completamente al azar (DCA). 54
2. Prueba de Kruskal-Wallis. 54
3. Prueba de Post Hoc 55
 - 3.1. Tiempo de preparación del sustrato (en días) para la colonización del *Pleurotus ostreatus*. 55
 - 3.2. Tiempo de la preparación del sustrato (en días) para el crecimiento del *Pleurotus ostreatus*. 56

Anexo B: Proceso de encurtido.

1. Prueba de homogeneidad de varianza. 64
2. Análisis de varianza y prueba de los inter-sujetos. 64

Anexo C: fotos del desarrollo de la investigación. 66

RESUMEN

La investigación sobre *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm se hizo con la finalidad de evaluar su conservación y el crecimiento en pajilla de arroz (*Oryza sativa*. L). Los tratamientos fueron los mismos a diferentes temperaturas y tiempos de descomposición. Se sometida a un proceso de esterilización y posteriormente se inoculo con el 15 % del volumen de sustrato de las setas de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) producida en el laboratorio, teniendo un crecimiento hasta su madurez de 35 a 40 días con una producción de 7 a 9 racimos de hongos por bolsa, obteniendo mejores resultados del sustrato en 20 días de descomposición. A través de esta investigación se buscó validar el encurtido, para la conservación de este tipo de hongo, en vista de que es un producto que posee una vida útil muy corta y con la finalidad de tener un método de conservación adecuado que conserve sus características fisicoquímicas de buena calidad según las normas vigentes.

El encurtido del hongo *Pleurotus ostreatus* se realizó a tres temperaturas (70, 80, y 90°C), logrando una fermentación igual para todos los tratamientos pero las características físicas de los hongos se a modificado significativamente, el mejor tratamiento para el caso del hongo encurtido fue el de 70°C a 15 minutos de escaldado y de 80°C a 10 minutos de escaldado.

El periodo de conservación del encurtido para nuestras pruebas a temperatura ambiente dura aproximadamente 18 meses y en condiciones de refrigeración dura hasta 5 años. (ITDG Perú 1988).

ABSTRACT

This research about *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) was realized with the purpose of evaluate its conservation and growth in rice straw (*Oryza sativa* L.). The treatments were the same at different temperatures and times of humidification. These were subjected to a sterilization process and subsequently inoculated with the 15 % volume of substrate of the *Pleurotus ostreatus* mushrooms (Jacq. ex Fr.) produced in the laboratory, obtaining a growth until ripeness of 35 to 40 days with an output of 7-9 bunch of mushrooms per bag; the best results of 20 days of humidification substrate. Through this research, we sought to validate the pickled for the conservation of this type of mushrooms. Because is a product that has a very short life with the purpose of obtaining an appropriate conservation method that retains its physical-chemical characteristics of good quality according to current standards.

The pickled was made at three temperatures (70, 80, and 90° C), achieving an equal fermentation for all treatments, nevertheless, the physical characteristics changed significantly, concluding that the best treatment for the pickled was the 70°C 15-minute and the 80°C 10-minute of scalding (ITDG Peru 1988).

I. INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial de los alimentos se ha orientado últimamente al consumo de alimentos naturales, bajo en colesterol, grasas y azúcares. Dentro de este grupo de alimentos “ecológicos” destacan los encurtidos (Senati, 2000).

Se llama encurtidos a los vegetales u hortalizas que se conservan por acidificación, ello puede lograrse mediante la adición de sal común, que origina la fermentación láctica del azúcar del vegetal (encurtidos fermentado), o añadiendo directamente el ácido acético o vinagre al vegetal (encurtido no fermentado). El encurtido permite conservar los productos vegetales durante mucho tiempo y tiene la ventaja que sus características nutritivas y organolépticas se mantienen (Colquichagua, 1998).

Según Arthey (1992), el ácido acético presente es responsable directo de la autoconservación de estos productos, unidos a otros procedimientos de conservación menos importantes. Los productos no pasteurizados a los que no se añaden conservantes dependen únicamente del ácido acético presente, mientras que los productos pasteurizados pueden conservarse por el efecto combinado de ácido acético y el tratamiento térmico al menos hasta que se abra el recipiente.

El encurtido es una semi-conserva alimenticia de gran importancia nacional debido a su alto consumo por parte de la población durante los últimos años. La naturaleza de esta semi-conserva es de tipo hortícola, observándose muy raras veces la presencia de otros elementos constitutivos. Se elaboran mediante la adición directa de vinagre sobre las hortalizas previamente acondicionadas, algunas de ellas sometidas a blanqueado o escaldado (tratamiento térmico en agua a ebullición) (Colquichagua, 1998).

El cultivo de hongos comestibles es una actividad productiva alternativa que adquiere mayor auge en México desde el punto de vista ecológico, alimenticio y

económico. La eficiencia en la producción de cuerpos fructíferos depende en gran medida de la calidad del sustrato. En la actualidad la mayoría de los pequeños productores utiliza el sistema de pasteurización por inmersión en agua caliente como único sistema de tratamiento para el sustrato; sin embargo, este sistema presenta desventajas de tipo técnico y económico que a largo plazo han sido los principales factores involucrados en el fracaso de la mayoría de los productores. Para evitar las pérdidas en la producción es necesario producir sustratos selectivos, que constituye un factor muy importante como soporte para el buen desarrollo de *Pleurotus ostreatus* debido a que permite disminuir los problemas de contaminación, e incrementan los rendimientos y agotan los nutrientes del sustrato (Martínez-carrera, citado por Martínez-carrera *et al.*, 1985).

Uno de los métodos más sencillos y utilizados para el tratamiento del sustrato es la pasteurización por inmersión en agua caliente. En este proceso la paja se sumerge en un tambor de agua por 30 minutos a 1 hora a una temperatura de 70 a 85 °C (las temperaturas y los tiempos pueden variar así como las dimensiones y la geometría de los recipientes utilizados). Posteriormente el agua es derramada y la paja es enfriada antes de la siembra, acto seguido se coloca capas alternadas de sustrato y de semilla (Soto-Velasco y A Arias, 2004), estas operaciones requieren de una gran asepsia por la enorme facilidad con la que la paja se contamina.

La producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, es una alternativa nutricional, económica y ecológica, que permite aprovechar materiales lignocelulósicos. En Perú existen iniciativas de cultivo en la Universidad Peruana Cayetano Heredia y su cultivo a nivel industrial o semi industrial está poco fomentado debido a que en el poblador peruano no está arraigada entre sus costumbres el consumo de hongos comestibles; y es México en donde se empezó a

cultivarse en 1974 y es considerado como el principal productor de *Pleurotus spp* en toda América (Gross. *et al.*, 2001). Se estima que existen alrededor de 70,000 especies de hongos macromycetes conocidas e identificadas, de las cuales aproximadamente 50,000 son setas comestibles en algún grado y 2,000 son setas comestibles de buena calidad se ha reportado que solamente 100 especies comestibles se han investigado experimentalmente, de las cuales solamente 50 se han desarrollado con fines económicos, y de estas solo 30 especies comestibles se cultivan a escala comercial y 6 a escala industrial (Zona, 2007).

A nivel alimenticio, los hongos comestibles, poseen el doble de contenido de proteínas que los vegetales y disposición de los nueve aminoácidos esenciales, contando con leucina y lisina (ausente en la mayoría de los cereales). Asimismo posee alta cantidad de minerales (superando a la carne y muchos pescados), bajo contenido de calorías y carbohidratos. También se caracterizan por tener conocidas y reportadas propiedades medicinales como producir retardo en el crecimiento de tumores, disminuir los niveles de colesterol en la sangre, poseer sustancias antioxidantes e inmunomoduladores (García, 1982). Por ende la producción de hongos moviliza cientos de millones de dólares y miles de puestos de trabajo en toda América, particularmente en América latina ya que en esta región tiene gran potencial para el cultivo de las especies comestibles por variedad de climas y por la gran diversidad de residuos orgánicos que se genera en los diferentes cultivos agrícolas (Martínez, 2000).

Uno de los hongos comestibles que más se ha estudiado y más se ha cultivado durante los últimos años es el *Pleurotus ostreatus* debido a la facilidad del cultivo y a su gran potencial económico y calidad nutricional. Este hongo se desarrolla en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso o rico en fibras como

troncos, ramas y bagazos. Dentro de estos materiales se encuentran los residuos agroindustriales, los cuales en la mayoría de los casos no son reutilizados sino simplemente quemados y arrojados a los basureros, quebradas y ríos sin ningún tratamiento previo lo que contribuye al daño de los ecosistemas (Soto-Velasco, *et al*, 2004).

Para García. (2000), el contenido de humedad influye directamente sobre el desarrollo de los hongos porque afecta la disponibilidad de nutrientes. En tal sentido, los contenidos de humedad inferiores al 50 % no serán propicias y una humedad superior al 80 % tendrá un efecto negativo en el crecimiento de *Pleurotus spp*, también se conoce que la humedad óptima para la fructificación de *Pleurotus ostreatus* es de aproximadamente 85 %.

De igual manera, el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* ha sido ensayado en un sinnúmero de medios de cultivo algunos de los cuales contienen residuos de cosecha o postcosecha, entre los que destacan: trigo auto clavado, arroz auto clavado, aserrín semidescompuesto, extracto de ocho verduras-agar, extracto de zanahorias-agar, agar papa dextrosa, tierra humidificada, estiércol de ganado vacuno, trocitos de madera, aserrín más trigo, aserrín más arroz (Soto-Velasco *et al.*, 2004).

Es una tecnología fácil de implementar y puede convertirse en una fuente secundaria de ingresos económicos, presenta ventajas ya que no se requiere de productos químicos; una vez que se obtuvo el producto comestible, del sustrato se puede obtener abono orgánico, mediante los procesos de composteo y vermicomposteo, estos a su vez pueden utilizarse como abonos orgánicos para la producción de plantas y hortalizas; también, hay un efecto directo en la conservación y mejora de la calidad de los suelos (Martínez. *et al.*, 1985).

1.1. Generalidades sobre *Pleurotus ostreatus*

El *Pleurotus ostreatus* es un hongo saprofito y algunas veces parásito que crece principalmente sobre sustratos lignocelulósicos vivos o muertos, pobres en nutrientes y con bajos niveles de minerales y vitaminas (Torres, 2009).

El carpóforo o sombrerillo de esta seta es redondeado, con la superficie lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco; el borde está algo enrollado al principio. El diámetro oscila entre 5 y 15 cm, dependiendo de la edad del hongo. El color es variable, desde blanco, gris claro o gris pizarra hasta pardo, tomando una coloración más amarillenta conforme su desarrollo (Torres, 2009).

En la parte inferior del sombrerillo, hay unas laminillas dispuestas radialmente, que van desde el pie o tallo hasta el borde. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o cremas, a veces bifurcadas, en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Las esporas son pequeñas, oblongas, casi cilíndricas, en gran número forman masas de polvo o esporadas, de color blanco con cierto tono lila-grisáceo (Torres, 2009).

Con frecuencia las personas asocian a los hongos con la forma de paraguas, con un sombrero circular y un pie céntrico que les sostiene (Gaitán-Hernández, 1993), sin embargo, la forma dependerá del género y especie de la que se trate. Especies como *Pleurotus ostreatus*, que posee un pie lateral, razón por la cual estos se desarrollan en forma de ostra u oreja, de ahí que adopta su nombre, derivado del griego pleura o pleurón, costado o lado y del latino otus, oreja (Gaitán-Hernández, 1993), Posee píleos lisos y carnosos que pueden medir de entre 8-13cm de diámetro y en algunos casos pueden llegar a alcanzar los 15 cm, la tonalidad de su sombrero o píleo puede adoptar tonos blancos, grises

con reflejos cafés o azulados, blanco aperlado o pardo, sus laminillas y esporos son blancas, delgadas y de bordes lisos (Sánchez, *et al*, 2001).



Fuente: Romero 1998(citado por Sánchez, *et al*, 2001)

Figura 1. Partes principales del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Se les encuentra de manera natural en bosques de clima tropical y subtropical, así como también en zonas de clima templado en bosques de pino-encino, donde la humedad es abundante (Sánchez *et al.*, 2001), crecen en forma de estantes sobre troncos de árboles muertos y de manera artificial es cultivada sobre gran variedad de sustratos de características lignocelulósicos.

La taxonomía es de acuerdo a Guzmán *et al.*, (1993).

Reino: Fungi
División: Eumycota
Subdivisión: Basidiomicotina
Clase: Holobasimycetes
Orden: Agaricales
Familia: Tricholomataceae
Género: *Pleurotus*
Especie: sp

Tabla 1. Contenido nutricional del *Pleurotus ostreatus*.

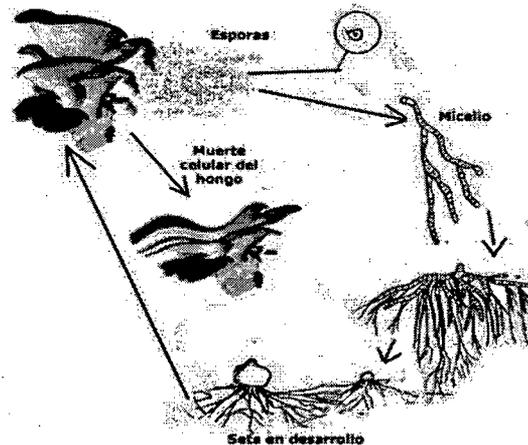
Sustancia	%
Agua	92,20
Materia seca	7,80
Ceniza	9,50
Grasa	1,00
Proteína bruta	3,00
Fibra	7,50
Fibra cruda	1,40
Nitrógeno total	2,40
Calcio	33 mg/100
Fósforo	1,34 mg/100
Potasio	3793 mg/7100
Hierro	15,20 mg/100
Ácido ascórbico	90 – 144 mg/100
Timina. Vit. B1	1,16–4,80 mg/100
Niacina. vit. B5	46-108,7 mg/100
Ácido fólico	65 mg/100

Fuente: Romero et al, 1998 (citado por Sánchez, et al, 2001)

Los hongos son organismos heterótrofos, puesto que carecen de clorofila que les permita realizar procesos fotosintéticos, por lo que absorben nutrientes simples y solubles derivados de la degradación de compuestos parietales, como lo son la celulosa, hemicelulosa y lignina mediante la segregación de enzimas digestivas

(Guzmán *et al.*, 1993). Para que esto pueda ocurrir, el sustrato debe ser colonizado por las hifas, que en conjunto forman masas algodonosas o conjuntos de diferente forma, que reciben el nombre de micelio, el cual bajo condiciones favorables de temperatura y humedad se esparcirá por el sustrato para así dar paso a la formación de “pequeños grumos” que posteriormente se convertirán en cuerpos fructíferos del hongo (Gaitán-Hernández, 1993).

De acuerdo con Guzmán *et al.* (1993), los cuerpos fructíferos o fructificaciones constituyen los cuerpos reproductores, encargados de la producción de esporas, que no son más que “la semilla de dispersión del hongo”, producidas por billones para asegurar la perpetuidad de la especie (Figura 2).



Fuente: Gaitán-Hernández, 1993

Figura 2. Esquema del ciclo de vida de un hongo.

Chang y Miles (2004), definen a los hongos macromicetos como aquellos con cuerpo fructífero distintivo que puede ser epigea (por encima del suelo) o hipogeo (bajo tierra) y lo suficientemente grande para ser visto y colectado. Su estructura está conformada por largas hifas ramificadas unidas en cordones rizomorfos, cuyos

cuerpos de reproducción (ascomas, basidiomas) son visibles y es posible medirlos (Sánchez *et al*, 2001).

El hongo *Pleurotus ostreatus* posee cualidades nutricionales, entre las que destaca su alto contenido de proteína (incluyen la mayoría de los aminoácidos esenciales) vitaminas (complejo B y ácido ascórbico), fibra y minerales, además de presentar un bajo contenido de grasas lo que lo hace atractivo para personas con problemas de colesterol y exceso de úrea. Con frecuencia es llamado “carne vegetal” debido a la versatilidad de este como ingrediente en diversos platillos (Gaitán-Hernández, 1993), Además de ser visto como un alimento de alto valor nutricional, la medicina tradicional le atribuye propiedades actividad antiviral y anticancerígenas y antihipercolesterolemias (Chang y Miles, 2004).

1.2. Producción y consumo de hongos comestibles cultivados

1.2.1. Producción mundial

El cultivo de hongos comestibles es una industria biotecnológica que se encuentra en continuo proceso de expansión, el mismo que se ve reflejado en las ganancias millonarias a nivel mundial, que según Martínez-carrera *et al.*, (1985), superan a los 3,6 billones de dólares en mercados internacionales provenientes de industria farmacéutica, alimenticia, cosmética y de perfumería con mayor demanda en Japón y Estados Unidos (Chang y Miles, 2004).

La producción de hongos en el mundo es vista como una actividad rentable, dinámica y competitiva (Martínez-carrera *et al.*, 1985), encontrando al champiñón como el hongo de mayor demanda y

producción en el mercado internacional, seguido por los hongos comestibles *Shiitake* y *Pleurotus sp.* De acuerdo con Chang y Miles (2004), después de la Segunda Guerra Mundial, se observó que la producción de hongos comestibles en el mundo se incrementó de manera considerable, reportando un aumento en la producción media anual del 12.4% entre el periodo comprendido de 1965-1997.

De acuerdo con datos proporcionados por la International Society for Mushroom Science de Inglaterra y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en el mundo anualmente, se consumen 30 especies diferentes, de las cuales se estima que dos millones de toneladas corresponden a especies cultivadas (67 %) mientras que en el caso de especies silvestres es de un millón (33 %) (Días y Torres-Pastrana, 2004).

1.3. Producción regional

Actualmente, en la región, la producción es de forma natural y no se puede encontrar de manera tecnificada, debido a que no hay conocimiento por parte de la comunidad, la producción de manera natural es esencialmente *Pleurotus ostreatus*, la mayor presencia se puede encontrar en las partes de cordillera y lugares de clima templado y cálidos de abundantes lluvia como en el distrito de Pisuquia, Pomacochas y la provincia de Condorcanqui. Los sustratos colonizados son árboles caídos en estado de descomposición y árboles con corteza que tienen lignina, celulosa y hemicelulosa.

El presente trabajo pretende llevar a cabo la implementación de un modelo productivo y una manera de cómo se puede conservar el hongo, para que las comunidades puedan dedicarse a la producción.

En nuestra región cuentan con materiales disponibles, susceptibles de ser aprovechados para el cultivo de hongos comestibles, como son los subproductos agrícolas y agroindustriales caso de la pajilla de arroz, etc., residuo con potencial para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

1.4. Encurtidos

Se llama encurtidos a los vegetales u hortalizas que se conservan por acidificación. Ello puede lograrse mediante la adición de sal común, que origina la fermentación láctica espontánea del azúcar del vegetal (encurtidos fermentados), o añadiendo directamente ácido acético o vinagre al vegetal (encurtidos no fermentados). El encurtido permite conservar los productos vegetales durante mucho tiempo, tiene la ventaja de que sus características nutritivas y organolépticas se mantienen (Colquichagua, 1998).

Tabla 2. Límites permitidos para un encurtido.

3.3.3.1 Ingredientes permitidos

a)	Sal (cloruro de sodio)	No más de 2,5 % m/m
b)	Azúcares	No más de 2,5 % m/m
c)	Vinagre	No más de 2 % m/m, expresado como ácido

3.3.3.2 Tolerancias para los defectos

a)	Impurezas minerales	No más de 0,1 % m/m
----	---------------------	---------------------

b) Impurezas orgánicas de origen vegetal	No más de 0,02 % m/m
c) Contenido de hongos dañados por larvas:	
Hongos silvestres	No más de 6 % m/m del daño total, incluso no más de 2 % m/m de daños
Hongos cultivados	No más de 1 % m/m del daño total, incluso no más de 0,5 % m/m de daños
3.3.4.1 Factor esencial de composición y calidad	
Ácido láctico que se forma naturalmente como consecuencia del proceso de fermentación	No menos de 1 % m/m
3.3.4.2 Ingredientes permitidos	
Sal (cloruro de sodio)	No menos de 3 % m/m no más de 6 % m/m
3.3.4.3 Tolerancias para los defectos	
a) Impurezas minerales	No más de 0,2 % m/m
b) Impurezas orgánicas de origen vegetal	No más de 0,1 % m/m
c) Contenido de hongos dañados por larvas	No más de 4 % m/m

Fuente: ACUERDO N° 402; CORRESPONDENCIA:

Esta norma es una adopción de la Norma CODEXSTAN38-198, ICS67.040. San Salvador, 22 de junio de 2000.

II. MATERIAL Y METODOS

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias y, el Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Comprendiendo dos etapas: producción de setas de hongos y el proceso de conservación (encurtido).

2.1. Material biológico

- Cepas de hongo (*Pleurotus ostreatus*).
- Pajilla de arroz.

2.2. Evaluación de la viabilidad de la producción de *Pleurotus ostreatus* :

Evaluación de la productividad

Se realizó con el fin de tener una idea clara de la productividad y poder realizar comparaciones en los mismos términos con los diferentes tratamientos cultivados; además es la única forma de determinar las mejoras en producción con el paso del tiempo frente a la innovación metodológica.

Los parámetros básicos usados para referirse a los niveles de producción son tres:

- **Eficiencia biológica (EB):** definido como:

$$EB = \frac{\text{peso del hongo fresco en gramos}}{\text{peso del sustrato seco(en gramos)}} \times 100$$

Se calcula a partir del peso total de la producción y se deben incluir todas las cosechas, aunque si se desea se puede obtener una eficiencia biológica para cada una de las cosechas.

Según establece esta tecnología los rendimientos deben ser superiores al 10 %, la eficiencia biológica debe alcanzar valores como mínimo del 40 % lo cual determina entre otros aspectos, que sea factible económicamente

- **Tasa de producción (TP):** definido como:

$$TP = \frac{\text{Eficiencia biológica (EB)}}{\text{Tiempo de producción}} \times 100$$

El tiempo de producción se toma a partir de la inoculación al sustrato definitivo hasta obtener la última cosecha.

- **Rendimiento (R):** definido como:

$$R = \frac{\text{Peso del hongo fresco en gramos}}{\text{Peso del sustrato húmedo utilizado}} \times 100$$

Se calcula a partir del peso total de la producción y se incluyen todas las cosechas.

2.3. Producción de semilla para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Se utilizó el trigo rojo de origen amazonense para la elaboración de la semilla de *Pleurotus ostreatus* (Martínez-Carrera y A Larque-Saavedra, 1990).

A partir del micelio purificado en tubos en plano inclinado, se realiza el repique con Agar Papa Dextrosa (PDA) o Agar Malta (MA) (placa de propagación) en esta etapa se inició la caracterización del mismo para su posterior selección.

Cuando se observó que el micelio estuvo a punto de llenar las placas, se preparó los frascos de semilla. Estos frascos fueron de 750 mL de capacidad de boca ancha y capaces de soportar un proceso de esterilización en autoclave, en su defecto se pueden usar bolsas de polipropileno N°. 2 que soportar procesos de esterilización.

Paralelamente a la esterilización de los frascos se empleó granos de trigo entero seleccionados (tipo de grano preferentemente largo y consistente) para su buena invasión por parte del micelio. Los granos deberán ser precocidos en agua (1 kg por cada 1,5 L) hasta un punto donde no esté sancochado o reventando; esto se dará en aproximadamente 15 min a fuego lento. Luego se deja escurrir, reposar y orear.

Cuando los granos tuvieron una humedad de 40 a 50%, se mezcló con carbonato de calcio (3,5 g por 1 kg de trigo cocido) el propósito fue disminuir la acidez y servir como fuente de calcio, además se agregó yeso (13 g por 1 kg de trigo cocido) para que los granos no se peguen unos a otros. La humedad de los granos cocidos se evaluó empíricamente, considerándose una humedad correcta cuando los granos se pueden coger sin mojarse las manos.

Los granos se introdujeron en los frascos o bolsas dejando vacío el tercio superior, se colocó la tapa y se llevó a esterilización por 25 min. en una autoclave a 121°C.

Luego de esterilizar se dejó enfriar y se procedió a la inoculación del micelio en las placas de propagación. Este procedimiento consistió en cortar el micelio crecido de las placas introduciéndolos luego en los frascos con granos de trigo, este proceso se realizó en una cámara de flujo laminar.

Se incubó a 25°C en oscuridad, al cabo de la primera semana se agitaron los frascos para homogenizar el crecimiento; todo el trigo estuvo invadido por el

micelio al cabo de tres semanas, teniendo un aspecto algodonoso y blanco, cualquier otra coloración denota contaminación y todo debe ser autoclavado y luego descartado (Martínez *et al*, 1985).

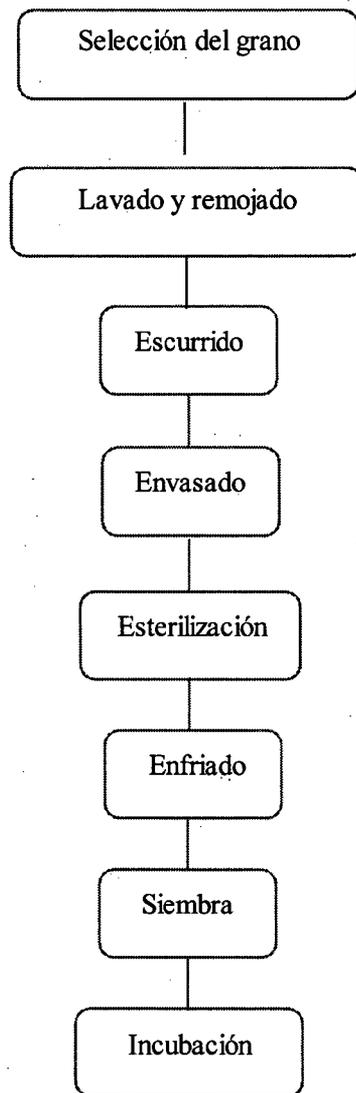


Figura 3. Flujograma de producción de semilla de *Pleurotus ostreatus*.

2.4. Preparación del sustrato pajilla de arroz (*Oryza sativa* L)

Se consiguió el sustrato (pajilla de arroz) en la provincia de Bagua, una vez recopilado se sometió a tratamiento de humidificación con el objetivo de ganar humedad, en recipientes con agua, por periodos de 0, 10, 15 y 20 días según lo programado para la presente investigación.

Terminado el periodo de humidificación, se dejó escurrir y, posteriormente se acondicionó el sustrato en bolsas de polipropileno (cantidad 5 kg por bolsa) y se esterilizó por una hora a 92°C aproximadamente en agua hirviendo, enseguida se inoculó y se sometió a la incubación, este procedimiento se realizó con cada muestra, una vez concluido el proceso de humidificación.

La humedad alcanzada por cada día de composteo se obtuvo con un analizador automático de humedad, obteniendo los valores de: 61,02; 65,38; 66,38 y 68,36 % de humedad y un pH promedio de 6,7; características que presentaron los sustratos definitivos.

El cálculo de la humedad se hizo por diferencia de peso entre la materia seca y la materia húmeda.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{peso de materia húmeda} - \text{peso de materia seca}}{\text{Peso de materia húmeda}} \times 100$$

2.4.1. Descripción del proceso de producción del *Pleurotus ostreatus*

2.4.1.1. Pesado y selección de la paja de arroz

El pesado de la pajilla de arroz se hizo para tener una referencia del porcentaje de humedad que aumentó durante la humidificación, y para evaluar el agua absorbida.

2.4.1.2. Tratamiento (humidificación)

La pajilla de arroz fue sumergida en agua por un periodo de 0, 10, 15 y 20 días: para mejorar la humedad y aumentar el volumen de los sustratos. La hidratación se utiliza para lograr el ablandamiento de la celulosa y lignina para una mejor disponibilidad de CO₂ y una mejor proliferación de los hongos, este proceso se realizará a 74 u 80 % de humedad constante (Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2000).

2.4.1.3. Esterilización

Este tratamiento se hizo con el objetivo de destruir los microorganismos sensibles al calor y evitar la presencia de microorganismos ajenos al *Pleurotus ostreatus*. Este proceso de se realizó a temperaturas inferiores a 100°C, suficientes para destruir las formas vegetativas de un buen número de microorganismos patógenos y saprofitos (Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2000).

2.4.1.4. Escurrido

Eliminación del agua libre presente en el sustrato.

2.4.1.5. Pesado embolsado

Se pesaron las muestras para llevar el control de productividad.

2.4.1.6. Siembra y homogenización

Se procedió a la inoculación con la semilla o spawn a razón de 5 %, 10 % y 20 % del peso de la bolsa de sustrato. La incubación de las bolsas de sustrato fue llevada a cabo en la oscuridad y se realizaron controles diarios con el fin de comprobar el desarrollo micelial y detectar casos de contaminación que conllevaría a la eliminación del bloque para evitar la generalización de la contaminación (Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2000).

El proceso de homogenización, se realiza mediante la mezcla del sustrato con las semillas de *Pleurotus ostreatus* de manera manual.

2.4.1.7. Incubación

Según García (2000), para el óptimo desarrollo del inóculo es necesario que la temperatura del sustrato sea de 25 a 28°C, ya que una temperatura mayor a 30°C frena el desarrollo, las temperaturas menores a 25°C provocan que el micelio deje de crecer, aunque no muera. En la fase de incubación lo que se busca es que el micelio invada totalmente el sustrato para optimizar las

condiciones ambientales, se debe realizar en un cuarto cerrado y oscuro. En el área donde tiene lugar la incubación, la temperatura ambiental debe estar entre 18 a 25°C, para que la temperatura del sustrato sea mayor en unos grados y la humedad relativa deba estar aproximadamente de 70 a 80 %. También es muy importante una alta concentración de CO₂ para estimular el crecimiento del micelio (Oei, 1991).

2.4.1.8. Inducción a la luz

Pasado los 30 días se observó que las bolsas están colonizadas en un 60-75 % dando un aspecto de formaciones de raíces de color blanco; se hizo perforaciones a las bolsas para poder inducir el crecimiento del micelio.

En esta etapa se dio luminosidad por un tiempo de 12 horas diarias, y a la vez se hizo pequeñas aberturas (1cm de diámetro) alrededor de la bolsa, para la formación de los primordios.

Además se controló la temperatura (20 a 25°C) y humedad relativa aproximada, dentro de los rangos óptimos que requiere el hongo para su desarrollo 70 a 80 %.

2.4.1.9. Formación del primordio

Es la primera fase del nacimiento; en la cual, están envueltos por una membrana o velo universal que cubre totalmente el cuerpo fructífero. Cuando éste crece, la membrana se rompe de una seta

del micelio donde se forman los primordios que son etapas tempranas de desarrollo de los cuerpos fructíferos (Oei, 1991).

2.4.1.10. Fructificación

En esta área se hizo una estantería para depositar las bolsas ya sembradas, para la fructificación sólo se rompe la bolsa de plástico donde está el primordio del hongo. Se debe tener mucho cuidado para evitar dañar o tirar el primordio del hongo, porque al suceder esto se pierde toda la posibilidad de cosechar.

A la semana se observaron los primeros brotes de hongos, periodo que duró un total de 40 - 45 días dependiendo del tratamiento.

Para mantener la temperatura se ha acondicionado un ambiente con cobertura plástica de color negro.

2.4.1.11. Cosecha

Se realizó la cosecha cuando los hongos presentaron las siguientes características: sombrero compacto y antes de que sus orillas se enrollen hacia arriba con una coloración cremosa.

La cosecha se hace cortando el estípote con un bisturí, justo a la base del tallo, en la unión con el sustrato.

Dependiendo de las variables se tomaron los datos correspondientes.

Una vez cortados los hongos se observó que había un crecimiento de nuevos frutos el cual duraba un periodo de 20 a 23 días, dando hasta cuatro cosechas.

2.4.2. Recomendaciones finales

Para evitar problemas de contaminación microbiana, en la semilla se debe controlar el contenido de humedad del grano, la temperatura y tiempo de esterilización, condiciones de asepsia y limpieza de los utensilios empleados en la inoculación.

Es importante verificar que los granos no hayan sido tratados químicamente. El inóculo almacenado más tiempo del recomendado puede ser usado si no presenta contaminación o cambios de coloración en los frascos de vidrio, pero la invasión sobre el sustrato será más lenta, retrasando la aparición de fructificaciones y disminuyendo la rentabilidad (Oei, 1991).



04 FEB 2015

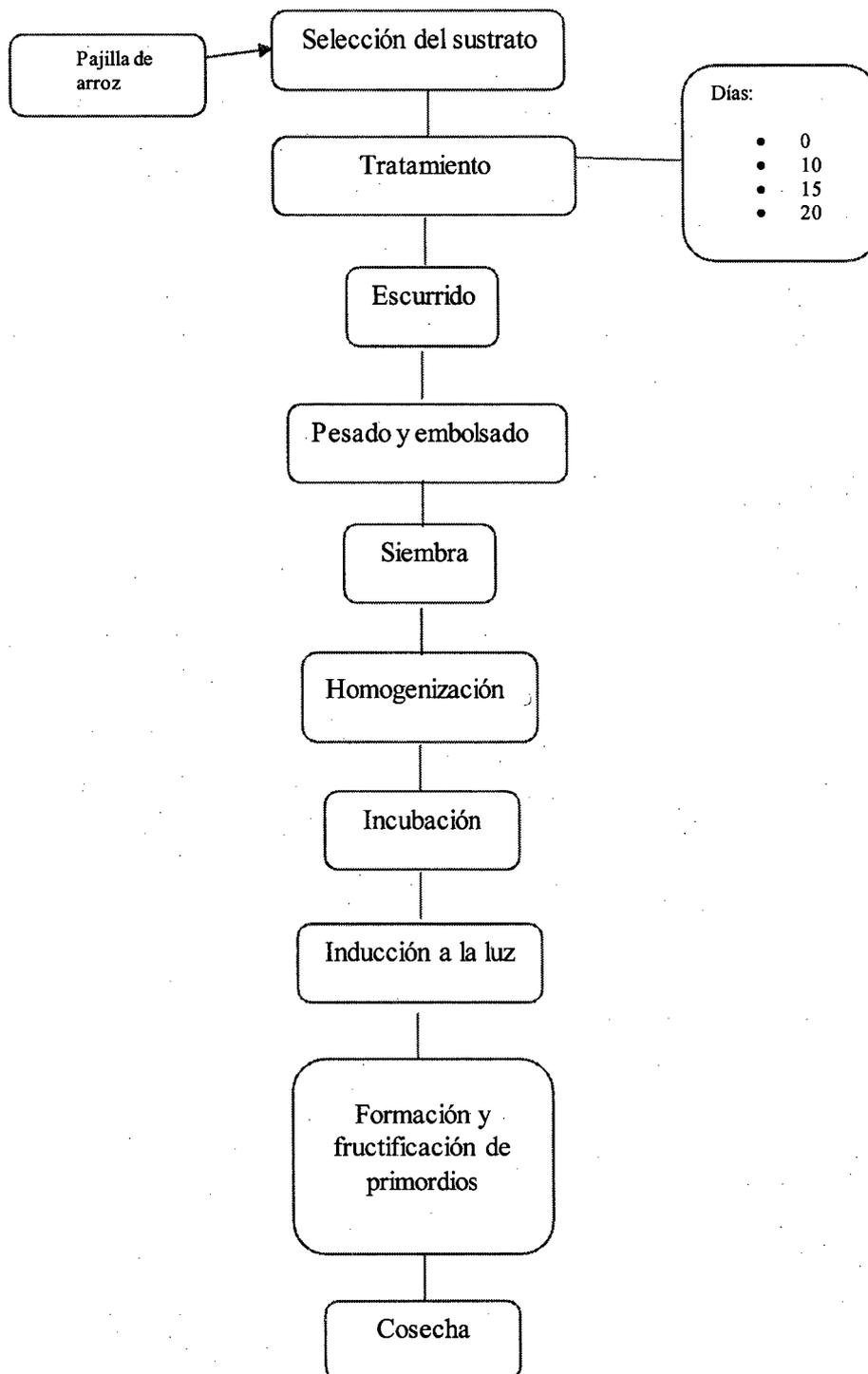


Figura 4. Flujograma de producción de *Pleurotus ostreatus*.

2.5. Encurtido del hongo

Se utilizaron hongos frescos o previamente conservados, adecuadamente acondicionados (limpiados, lavados) y blanqueados, seguidamente fueron sumergidos en vinagre en cantidades iguales, con o sin la adición de sal, especias y finalmente se pasteurizó en recipientes cerrados herméticamente.

2.5.1. Encurtidos no fermentados

Se elabora mediante la adición directa de vinagre sobre los hongos previamente acondicionadas, algunas de ellas sometidas a blanqueado o escaldado (tratamiento térmico en agua a ebullición) (Colquichagua, 1998).

2.5.1.1. Selección de *Pleurotus ostreatus*

La materia prima está constituida por los frutos maduros del hongo cosechado de 10 cm. Las características de la materia prima (hongos) como textura y estructura debe ser firme y estos deberán estar exentos de sabores extraños y amargos, así como de malos olores.

El tipo de recolección es un factor muy importante para determinar la distribución de tamaños de los frutos recogidos (Desrosier, 1974).

2.5.1.2. Lavado y desinfección

El objetivo es disminuir la suciedad y los restos de tierra que los frutos llevan adheridos. Esta operación no se realiza en la industria encurtidora, pues los fabricantes depositan los frutos en

depósitos de fermentación tal y como lo reciben del campo. Como la fermentación ácido láctica es un proceso microbiológico, la higiene en el manejo de la materia prima es fundamental. El reblandecimiento de los frutos se debe a la presencia de enzimas pectinolíticas y celulolíticas.

El lavado constituye uno de los procesos más importantes en la fabricación de encurtidos, pues la suciedad de los frutos y la presencia de hojas y frutos descompuestos, dificulta el normal desarrollo de la fermentación natural (Desrosier, 1974).

2.5.1.3. Acondicionamiento

Esta operación se realizó con el objetivo de darle una mejor apariencia a los hongos de manera tal que, al momento de envasar sea más fácil y darle una mejor presentación a la vista del consumidor. Una operación usualmente incluida en los diversos procesos de conservación es el trozado, que permitió alcanzar diversos objetivos, como la uniformidad en la penetración del calor en los procesos térmicos, la uniformidad en el secado y la mejor presentación en el envasado; se logró una mayor uniformidad en formas y pesos por envase. En el caso específico del secado, el trozado favorece la relación superficie / volumen, lo que aumenta la eficacia del proceso.

2.5.1.4. Escaldado

Es una actividad que se aplicó al hongo con la finalidad de eliminar los microorganismos y para desactivar enzimas presentes en los hongos.

El escaldado se hizo sumergiéndolo en agua hirviendo durante 5, 10 y 15 minutos.

2.5.1.5. Envasado

Previamente al llenado, el envase se lavó con un chorro de agua caliente, se mantuvo los frascos invertidos para evitar contaminaciones y facilitar el escurrido antes del llenado.

Una vez preparada la materia prima, se realizó el llenado de los frascos de manera precisa sin derramar el producto, ni contaminar la zona de cierre. Este hecho es de gran importancia ya que la presencia de pequeñas partículas del producto entre el borde de la tapa del envase y el envase, puede producir problemas en el cierre y, como consecuencia, dar lugar a posibles alteraciones de oxidación o de reinfeción por microorganismos (Desrosier, 1974).

2.5.1.6. Acción del líquido de cobertura

La adición del líquido de gobierno cumple los siguientes objetivos:

1. Mejorar la transferencia de calor a las porciones sólidas del alimento.
2. Mejorar el sabor y la aceptabilidad del alimento, así como contribuir a su conservación.
3. Actuar como medio de distribución para otros componentes (especias, aditivos, etc.).

Se preparó una disolución al 5 % de vinagre puro en agua. Se añadió a los envases con el producto; realizándose por medio de una dosificadora volumétrica que se alimenta de un depósito en el cual se formuló el líquido de gobierno. La máquina permite variar de forma automática e independiente el volumen a dosificar. La temperatura del líquido en el momento de su incorporación fue de unos 85 °C (Desrosier, 1974).

2.5.1.7. Desaireado

Consiste en la eliminación del aire presente en la botellas para lo cual se somete a exhausting (eliminación del aire presente en el envase).

2.5.1.8. Almacenamiento

Para mantener los encurtidos con las mismas características físicas, químicas y organolépticas, en el periodo de almacenamiento se llevó a cabo las siguientes recomendaciones:

1. Evitar la exposición prolongada de los productos a la luz solar directa, principal causa de la aparición de decoloraciones.
2. Mantener la temperatura ambiental por debajo de 25°C, evitando así el efecto de cocido y ablandamiento del producto y, por tanto, la aceleración de la oxidación.
3. Almacenar los pallets colocando uno junto a otro, sin realizar ningún tipo de apilado que pueda dar lugar a la rotura de envases, deformaciones en las tapas, etc.
4. Realizar controles periódicos de tiempo y de temperatura de almacenamiento, la evolución de calidad, estado de los paneles, etc.

La adopción de estas medidas es imprescindible para una buena conservación de los encurtidos. Se trata de productos de una duración media superior a 18 meses, que, en condiciones adecuadas pueden permanecer varios años en perfecto estado de consumo.

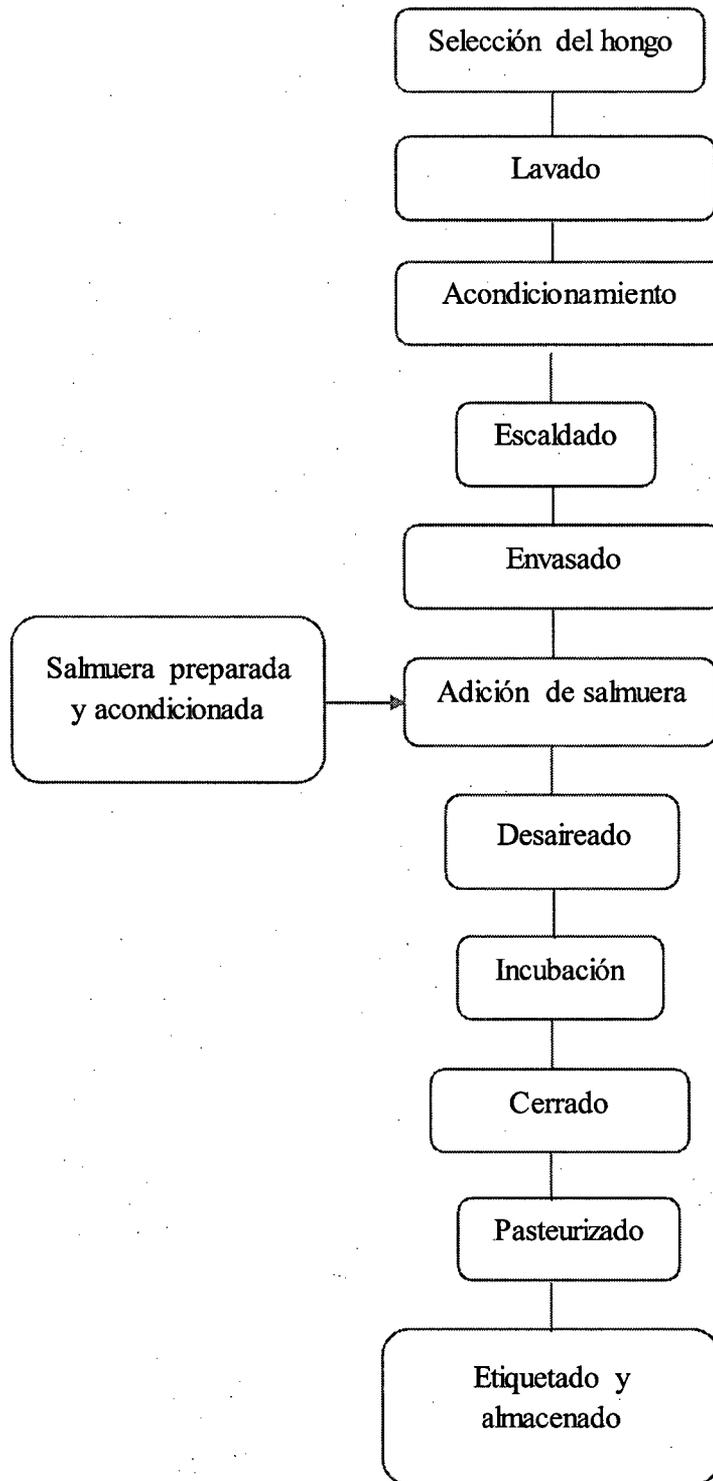


Figura 5. Flujograma del proceso de encurtido

III. RESULTADOS

3.1. Producción

Tabla 3. Pesos de los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm.

Días de composteo	Peso del hongo (g)	Tiempo de cosecha (días)	Peso del sustrato seco (Kg)	Peso del sustrato húmedo (Kg)
0	0	77 a 80	5,000	6,750
10	70	77 a 80	5,000	7,180
15	150	77 a 80	5,000	7,600
20	210	77 a 80	5,000	7,600

Tabla 4. Eficiencias, rendimiento y tasa de productividad de *pleurotus ostreatus*

Días de composteo	Eficiencia biológica (%)	Rendimiento (%)	Tasa de producción
0	0	0	0
10	1,4	0,97	1,8
15	3	1,97	3,9
20	4,2	2,76	5,5

Como se puede observar en la tabla 4, los valores obtenidos de eficiencia biológica están por debajo del 10 % de productividad por lo cual se resume que no es económicamente factible una producción de *Pleurotus ostreatus* en pajillas de arroz.

De acuerdo con los tratamientos hechos al sustrato (pajilla de arroz), la mayor producción se obtuvo del sustrato cuyo tratamiento fue: tiempo de humidificación 20 días y un pH 6,8, con estas características se obtuvo un porcentaje de humedad de 68,36, tal como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Porcentaje de humedad ganada según el tiempo de humidificación

Días de preparación y humidificación				
pH del agua	0	10	15	20
6,8	61,02%	65,38%	66,36%	68,36%

La humedad fue evaluada en un analizador automático, los tratamientos para la humidificación fueron con agua únicamente.

Tabla 6. Colonias según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y pH a los 35 días de siembra.

Tiempo de preparación del sustrato (en días)				
Repeticiones	0 d – 61,02% H – 6,7 pH	10 d – 65,38% H – 6,7 pH	15 d – 66,36% H – 6,7 pH	20 d – 68,36% H – 6,8 pH
1	0	5	5	7
2	0	5	4	6
3	0	5	4	6
4	0	2	3	6
Promedio	0	4,25	4	6,25

35 días = 5 semanas desde la siembra

La tabla 6 muestra el número de colonias formadas por tratamiento; si bien es cierto se obtuvo crecimiento en la mayoría de los tratamientos con una diferencia en el número de colonias, sin embargo la producción de estas colonias fueron satisfactorias dándonos resultados favorables.

Tabla 7. Cuerpos fructíferos a partir de colonias según días de preparación de sustrato, humedad y pH a los 45 días de siembra

Tiempo de preparación del sustrato (en días)				
Repeticiones	0 d-61,02% H- 6,7 pH	10 d -65,38% H- 6,7 pH	15 d- 66,36%- H- 6,7 pH	20 d- 66,36% - H 6,7pH
1	0	2	3	7
2	0	2	3	6
3	0	0	3	6
4	0	0	3	6
Promedio	0	1	3	6,25

De acuerdo a la igualdad de varianzas, según tabla 11 (anexo A) a lo largo de todos los tratamientos no se cumple en ambas variables de estudio: número de colonias según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra ($p=0,044 < 0,05$, prueba de Levene), número de hongo (crecimiento) según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra ($p=0,000 < 0,05$, prueba de Levene). Por tanto, será apropiado cambiar el análisis de varianza de los datos por la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (Tabla 13), y para comparaciones múltiples de promedios usar la prueba C-de Dannett. (Tabla 15).

De acuerdo a la Tabla 13 (anexo A) Prueba Kruskal-Wallis; los mejores resultados se obtuvieron del tratamiento de humidificación en 20 días a 68,36 % de humedad 6,7 pH.

Tomando como referencia la tabla 7, los tratamientos de mayor crecimiento que se obtuvieron fueron de 15 y 20 días de humidificación siendo la mejor de 20 días, arrojando las características siguientes:

1. 20 días de humidificación a 68,36 % de humedad 6,7 de pH para esta muestra las características fueron: tamaño de 7 a 10 cm color cremoso, 8 cm de diámetro del sombrero.
2. 15 días de humidificación 66,36 % de humedad y 6,7 de pH, se obtuvo crecimiento pero con características diferentes en tamaño y diámetro 2 a 4 cm y 3 cm de diámetro respectivamente. Observándose un total desequilibrio en la maduración.

De acuerdo a la tabla 14 (anexo A) estadísticas de contraste, existe al menos un tratamiento significativamente diferente que los demás respecto de la colonización ($p=0,004 < 0,05$ Prueba Krsukal-Wallis) y el crecimiento del hongo ($p=0,003 < 0,05$ Prueba Krsukal-Wallis).

3.2. Proceso de conservación

Para la evaluación de las características químicas del encurtido, se tomó en cuenta solo la variación de pH, dichas evaluaciones se tomaron cada 30 días, por un periodo de 5 meses, para los cuales las variación de pH se mantuvo en un rango de 3,7 a 3,4 rango permitido para la conservación del encurtido.

Tabla 8. Diagrama en bloque completamente al azar. Variación de pH según el tiempo de conservación

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Observaciones cada 30 días (bloques)	70°C+1,6 acidez+3,7pH+5min	70°C+1,6 acidez+3,7pH+10min	70°C+1,6 acidez+3,7pH+15min	80°C+1,8 acidez+3,6pH+5min	80°C+1,8 acidez+3,8pH+10min	80°C+1,8 acidez+3,6pH+15min	90°C+1,8 acidez+3,8pH+5min	90°C+1,8 acidez+3,8pH+10min	90°C+1,8 acidez+3,8pH+15min
1	3,7	3,7	3,7	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7
2	3,6	3,5	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,8	3,5
3	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,6
4	3,5	3,7	3,6	3,5	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4
5	3,4	3,6	3,6	3,6	3,7	3,5	3,5	3,5	3,5

Los tratamientos: 70°C. 1,6 de acidez, 3,7 de pH y 15 min de escaldado; 80°C. 1,8 de acidez, 3,8 de pH y 10 min de escaldado, son los que arrojaron una constante en las lecturas. Siendo ambos los que arrojaron las mejores características en los análisis sensoriales.

De acuerdo a la tabla 21 (anexo B) Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos, Basado en la suma de cuadrados tipo III.

Dado que el grado de significación para la prueba Tukey es 0,403 y para la prueba Duncan es 0,062.

No hay diferencia entre promedios de tratamientos ($p > 0,05$ Prueba Duncan y Tukey).

3.2.1. Evaluación de las características sensoriales

Las evaluaciones sensoriales se hicieron asignándole valores numéricos a las características para poder hacer las comparaciones, que se les identifica como:

Textura (rugoso 3, suave 2, frágil 1), Color crema (1); aroma característica (1); textura suave (2) y estructura entero (1).

Tabla 9. Escalas para las características sensoriales del encurtidos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm, producidos a partir de subproductos de *Oryza sativa* L.

TEXTURA	Rugoso	3
	Suave	2
	Frágil	1
COLOR	Crema	1
AROMA	Característico	1
ESTRUCTURA	Entero	1
	Cuarteado	2

La tabla 10 que se muestra a continuación arroja datos con las mejores características sensoriales evaluadas en comparaciones múltiples en temperatura y tiempo. Para lo cual se observan los resultados en la Figura 06.

Hay que tener en cuenta también que los resultados que mejor apariencia arrojan son la combinación de 1, 1, 2 y 1.

Tabla 10. Comparaciones múltiples de los análisis sensoriales del encurtidos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm, producidos a partir de subproductos de *Oryza sativa* L.

Observaciones cada 30 días (bloques)	70°C+1,6 acidez+3,7pH+5min	70°C+1,6 acidez+3,7pH+10min	70°C+1,6 acidez+3,7pH+15min	80°C+1,8 acidez+3,6pH+5min	80°C+1,8 acidez+3,8pH+10min	80°C+1,8 acidez+3,6pH+15min	90°C+1,8 acidez+3,8pH+5min	90°C+1,8 acidez+3,8pH+10min	90°C+1,8 acidez+3,8pH+15min
Color	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aroma	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Textura	3	3	2	3	2	2	1	1	1
Estructura	1	1	1	1	1	2	2	2	2

Escalas mostradas por combinaciones entre temperatura y tiempo.

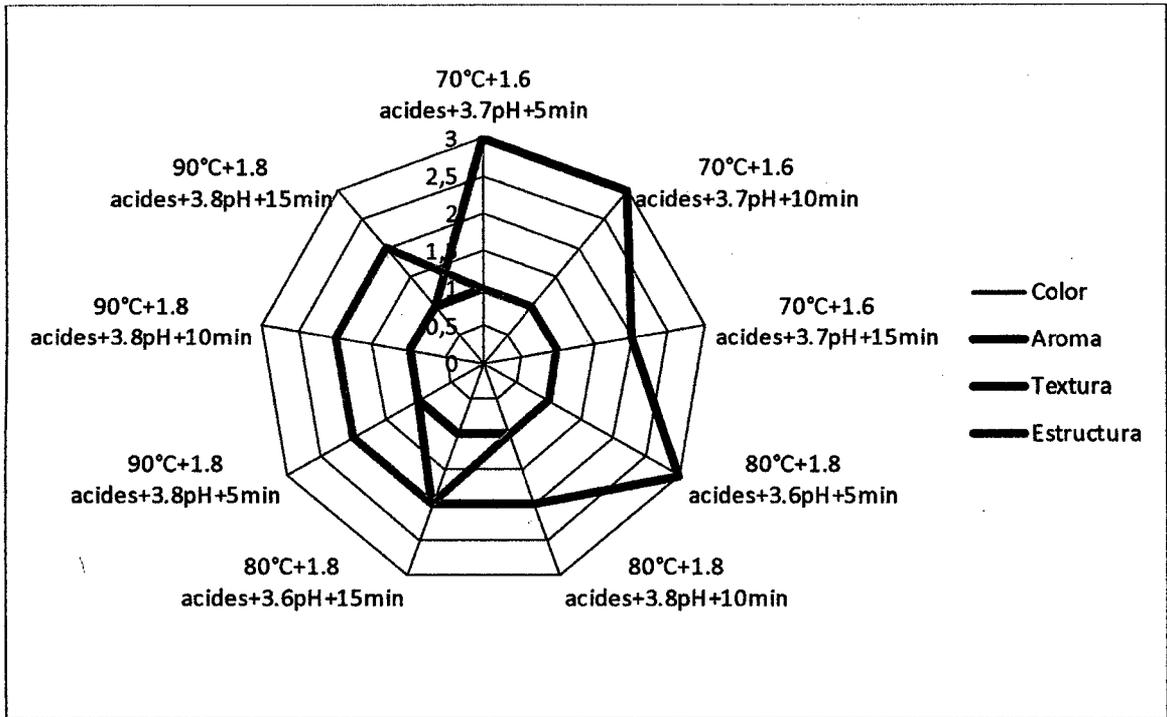


Figura 6. Telaraña del análisis sensoriales del encurtidos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm, producidos a partir de subproductos de *Oryza sativa* L.

En la Figura 06, se puede observar las combinaciones de las escalas otorgadas a las características sensoriales; como se puede observar las puntas de 70°C. 1,6 de acidez, 3,7 de pH, 15 minutos; 80°C. 1,6 de acidez, 3,8 de pH, 10 minutos. Son las que coinciden con las descripciones antes mencionadas siendo ambas las características que mayor realce dan a los tratamientos.

IV. DISCUSIÓN

El encurtido al momento de su elaboración presentó un pH de 3,7 y en las posteriores lecturas de cada 15 días se ha mantenido en un rango de 3,4 a 3,5 hasta la fecha; por la cual según Arthey, (1992), el ácido acético presente, es el principal responsable de la autoconservación de estos productos, unidos a otros procedimientos de conservación menos importantes. Los productos no pasteurizado y a los que no se les agrega ningún conservante dependen únicamente del ácido acético presente, mientras que los productos pasteurizados pueden conservarse por la acción del ácido acético y el tratamiento térmico al menos hasta que se abra el recipiente.

si el CI es superior a 3,6 de pH es un grado razonable de ausencia de alteraciones microbianas, las conservas a base de ácido acético con acidez inferior a 3,6 pH resultan inocuas mediante una pasteurización adecuada u otro tratamiento térmico y equivalente y en algunos casos almacenamiento en ambientes refrigerados.

La retención de los nutrientes en los productos fermentados y encurtidos es casi igual al de otros métodos de conservación de alimentos. En caso de los carbohidratos hay una conversión a ácido o alcohol, pero estos son de valor nutricional.

Los alimentos estabilizados contienen otros nutrientes en cantidades adecuadas, si se les compara con los tejidos parecidos (Colquichagua, 1998).

Los cambios físicos de los hongos fueron notorios en los primeros días, esto en vista a las diferentes concentraciones de líquidos presentes en el medio, produciéndose la denominada ósmosis, según (Ranken, 2004) las primeras 48 a 72 horas el agua, los azúcares, proteínas, minerales y otras sustancias contenidas en los frutos se difunden por ósmosis a la salmuera. En la salmuera estas sustancias constituirán el alimento de las bacterias productoras de ácido láctico y otros microorganismos. Como consecuencia, el producto pierde peso y se produce en él un arrugamiento. Transcurrido este período, la sal comienza a penetrar en los tejidos y con ella se produce la entrada de agua, con la que los frutos ganan peso y vuelven a su situación normal.

Las muestras se sometieron a pruebas de formación de gases. No se obtuvo la mayor formación de gases dado que la adición de azúcares solo fue en mínima cantidad para bajar la acidez de vinagre. La principal evidencia de fermentación es la presencia de CO₂ la cual se ve en la eliminación de gases.

Ranken (2004), la adición de líquido del gobierno cumple entre otros los siguientes objetivos:

- ✓ Mejorar la transferencia de calor a las porciones sólidas del alimento.
- ✓ Mejorar el sabor y la aceptabilidad del alimento, así como contribuir a su conservación.
- ✓ Actuar como medio de distribución para otros componentes (especias, aditivos, etc.).

Si los envases se cerraran a presión atmosférica, difícilmente resistiría la presión interna producida durante el tratamiento térmico. Por tanto, es necesario expulsar el aire del espacio de cabeza reservado y producir un vacío parcial. Esto se consigue con una temperatura elevada del líquido de gobierno. De esta forma, también se reduce la cantidad de oxígeno disponible que acarrearía la corrosión, la destrucción de vitaminas y la decoloración del producto. Para esta operación se empleará una cerradora de tapas de rosca (Ranken, 2004).

El pH influye considerablemente en la temperatura y el tiempo de tratamiento, condiciones que definen el proceso térmico, para obtener un producto aceptable, los ácidos ejercen un efecto inhibitor sobre los microorganismos. Por tanto, en productos muy ácidos, con $\text{pH} < 3,7$ no se multiplican las bacterias. Solo los hongos y bastaría con una tratamiento térmico consistente en un proceso de pasteurización.

El tratamiento térmico se llevó a cabo en baño María (pasteurizado), una vez concluido el proceso de pasteurización, se enfrían los envases paulatinamente, evitando un cambio térmico brusco que pueda aumentar la fatiga de los envases por sobrepresiones. La temperatura final de enfriamiento será a unos $38\text{ }^{\circ}\text{C}$, para que el calor residual ayude a secar los envases, con lo que se evita la corrosión y se contribuye a evitar la recontaminación (Ranken, 2004).

Las dependencias para el almacenamiento de los encurtidos elaborados, por sus especiales características, no precisan de un importante acondicionamiento. Para mantener las condiciones adecuadas que garanticen su calidad, para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Evitar la exposición prolongada de los productos a la luz solar directa, principal causa de la aparición de decoloraciones.
- ✓ Mantener la temperatura ambiental por debajo de 25 °C, evitando así el efecto de cocido y ablandamiento del producto y, por tanto, la aceleración de la oxidación.
- ✓ Almacenar los palets colocando unos junto a otros, sin realizar ningún tipo de apilado que pueda dar lugar a la rotura de envases, deformaciones en las tapas, etc.
- ✓ Realizar controles periódicos del tiempo y de la temperatura de almacenamiento, de la evolución de la calidad, estado de los paneles, etc.
- ✓ La adopción de estas medidas es imprescindible para una buena conservación de los encurtidos. Se trata de productos de una duración media superior a 18 meses, que en condiciones adecuadas pueden permanecer varios años en perfecto estado de consumo.

La producción procesada al cabo de una semana deberá permanecer en almacén hasta su distribución, operación que se realizará generalmente con periodicidad semanal (Colquichagua, 1998).

Las condiciones de almacenamiento de nuestras muestras fue en un ambiente frío, lejos de los rayos solares apilados de manera que no sufran roturas y provocar un rompimiento de envase. En estas condiciones se realizó la toma de lecturas los cuales nos arrojaron un rango de 3,5 a 3,6 de pH. Lo cual es un indicador de su inocuidad acompañado de las evaluaciones sensoriales (buenas características) se puede mencionar que el encurtido sigue conservando su buena calidad y su aptitud para el consumo, hasta la fecha cuyo periodo es de 8 meses.

V. CONCLUSIÓN

1. El sustrato del que mejor características se obtuvo para la adecuada producción del hongo fue el de 20 días de composteo dado que es uno de los tratamientos que más cerca estuvo a los requerimientos que necesita un hongo para poder desarrollarse favorablemente (20 días 68,36% de humedad y pH 6,8).
2. Las mejores características físicas se obtuvieron del tratamiento de 20 días de humidificación, logrando:
 - ✓ 68,36% de humedad
 - ✓ 6,8 de pH
 - ✓ 7 a 10 cm de tamaño
 - ✓ color cremoso
 - ✓ 8 cm de diámetro del sombrero.
3. En la evaluación de pH no se obtuvo diferencias ni una variación significativa dado que el rango 3,5 y 3,8 son los permitidos para un encurtido; por lo tanto se puede concluir que los tratamientos funcionan con el efecto conservador por un tiempo prolongado; para lo cual, las mejores características en el proceso de conservación (encurtido), se obtuvieron de los tratamientos siguientes:
 - ✓ 70°C, 1,6 de acidez, 3,7 de pH, 15 minutos de pasteurizado.
 - ✓ 80°C, 1,6 de acidez, 3,8 de pH, 10 minutos de pasteurizado.
4. Al evaluar las características sensoriales se observó una variación tanto en la estructura como textura; manteniendo el aroma y el color constante. Por lo tanto, los mejores tratamientos para el encurtido fueron los de 70°C a 15 min de pasteurizado y el de 80°C a 10 minutos de pasteurizado, cuyas características

fueron aroma característico, color crema, textura suave y estructura entero. Según las escalas brindadas para las comparaciones múltiples tabla 13.

5. La conservación de los encurtidos depende de la manera de almacenarlo:

- ✓ Evitar la exposición prolongada a la luz solar directa,
- ✓ Mantener la temperatura ambiental por debajo de 25 °C,
- ✓ Evitar la ruptura de envases.

6. La adopción de estas medidas es imprescindible para una buena conservación de los encurtidos. Se trata de productos de una duración media superior a 18 meses, que en condiciones adecuadas pueden permanecer varios años en perfecto estado para su consumo.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones en la elaboración de pan con una sustitución parcial de harina de hongo *Pleurotus ostreatus*, determinando el porcentaje óptimo de sustitución. Ya que mezclando con harina de trigo en diferentes proporciones, se puede incluir en la dieta diaria de deportistas, niños, mujeres embarazadas, etc.; por su alto valor nutricional.
- Los alimentos además de ser sometidos a los análisis, físicos, químicos y microbiológicos para garantizar su inocuidad, deben evaluarse también sus propiedades organolépticas como el sabor, el aroma y la textura.
- Realizar una investigación con los sustratos utilizados para el cultivo del hongo mediante una formulación de suplemento alimenticio de animales por el alto valor nutritivo que el hongo le proporciona.
- Nuestra región debe poner en práctica la investigación y producción de hongos comestibles, en vista que es un alimento natural y orgánico capaz de sustituir a otros superando sus resultados.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arthey, D. 1992. Procesado de frutas y hortalizas. Edit. Acribia Ciudad paris.
- Chang, S.T. y P.G. Miles, 2004. Mushroom: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal effect and Enviromental Impact. Edit. Crc pres, bocaraton.
- Colquichagua, D. 1998. Encurtidos. ITDG- Lima-Perú.
- Desrosier, N. 1974. Conservación de alimentos. Editorial Continental S.A de CV México.
- Díaz. M.A, y Torres-Pastrana. 2004. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* sobre diversos subproductos agrícolas de Guerrero, México. Rev. Mex.mic.18: 77-80.
- Gaitán-Hernández, R.1993. Cultivo de *Pleurotus spp* en zacate buffel, viruta de encino y bagazo de henequén. Rep. científico 13 (especial): 111-115.
- García R, 2000. Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays L.*) y cascarilla de arroz (*Oryza zativa L.*) como sustrato para el cultivo de hongos comestible (*Pleurotus ostreatus*). Tesis Ing. Agro. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 37 p.
- García R, M. 1982. Cultivo industrial de *Pleurotus ostreatus* (en línea):<http://www.ue.espana/hongos/produccion.html>.
- Gross, P.; Bermúdez, R. C.; García, N.; Serrano, M. 2001. Cultivation of *Pleurotus* on agricultural substrates in Cuba. Micología aplicada internacional 13: 25-29.
- Guzmán, G., G. Mata, D. Salmenes, C. Soto-Velasco y L-Guzmán-Dávalos. 1993. Cultivo de hongos comestibles, con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos agrícolas y residuos agroindustriales. IPN/CECODES, Rev. México D.F.

- Martínez Carrera, D; C. Soto y Guzmán. 1985. Cultivo de *Pleurotus Ostreatus* en pulpa de café con paja como sustrato. Rev. Mex.1:101-108.
- Martínez, A. 2000. Comparaciones de la eficiencia del inóculo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. en cinco granos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
- Martínez Carrera, D. y A. Larque-Saavedra. 1990. Biotecnología en la producción de hongos comestibles. Ciencia y desarrollo (Conacyt).
- Oei, P. 1991. Manual on mushroom cultivation. Techniques, species and opportunities for commercial applications in developing countries. TOOL publications, Amsterdam, Netherlands.
- Ranken, M.O, 1993. Manual de la industria de los alimentos, Editorial Acribia. Zaragoza España.
- Ranken, M.O, (2004). Manual de industrias de alimentos 2da Edición., Editorial Acribia. Zaragoza España
- Sánchez, A., M. Esqueda, R. Gaitán-Hernández, A. Córdova, M. L. Coronado, 2001. Uso potencial del rastrojo de tomate como sustrato para el cultivo de *Pleurotus* spp. Revista Mexicana de Micología 28: 17-24.
- Senati, 2000. Hortalizas en vinagre. Convenio Senati- Holanda.
- Soto-Velasco C. y A. Arias. 2004. El cultivo de las setas (*Pleurotus spp.*). Una tecnología de producción de alimentos. Editorial Cuellar. Guadalajara México.
- Torres, E. 2009. Manual de prácticas y procesos agroindustriales; 1ra Edición Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Zona, Á. 2007. Aplicaciones de la tecnología de microondas a la desinsectación en los sectores: Cárnico y de restauración de bienes culturales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España.

ANEXOS

ANEXO A

ANÁLISIS

1. Evaluación de supuestos del modelo del diseño completo al azar (DCA)

Normalidad de las observaciones

Tabla 11. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Tiempo de preparación del sustrato (en días)		Número de colonias según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra	Número de hongos (crecimiento) según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra
0 días	61,02%		
humedad y 6,7 de pH	N	4	4
	Parámetros normales(a,b)		
	Media	0,0000	0,0000
	Desviación típica	0,00000(c)	0,00000(c)
10 días	65,38%		
	N	4	4

humedad y 6,7

de pH

Parámetros normales(a,b)	Media	4,2500	1,0000
	Desviación típica	1,50000	1,15470
Diferencias más extremas	Absoluta	0,441	0,307
	Positiva	0,309	0,307
	Negativa	-0,441	-0,307
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,883	0,614
Sig. asintóta. (bilateral)		0,417	0,846

15 días 66,36%

humedad y 6,7 N

de pH

Parámetros normales(a,b)	Media	4,0000	3,0000
	Desviación típica	0,81650	0,00000(c)
Diferencias más extremas	Absoluta	0,250	
	Positiva	0,250	
	Negativa	-0,250	
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,500	
Sig. asintóta. (bilateral)		0,964	

20 días 66,36%			
humedad y 6,7	N	4	4
de pH			
Parámetros normales(a,b)		Media	6,2500
		Desviación típica	0,50000
Diferencias más extremas		Absoluta	0,441
		Positiva	0,441
		Negativa	-0,309
Z de Kolmogorov-Smirnov			0,883
Sig. asintót. (bilateral)			0,417

a La distribución de contraste es la normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

c La distribución no tiene varianza para esta variable. No es posible realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Tabla 12. Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadística			Sig.
	de Levene			
	gl1	gl2		
Número de colonias de hongo (Colonización) según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra	3,652	3	12	0,0 4,4
Número de hongos (crecimiento) según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra	57,000	3	12	0,0 0,0

No existe evidencias de evasión del supuesto de la normalidad ($p > 0,05$ prueba de Kolmogorov-Smirnov).

2. Prueba de Kruskal-Wallis

Tabla 13. Comparaciones múltiples para la producción según días de preparación de sustrato, humedad y pH a los 35 días de siembra

	Tiempo de producción según tratamiento del sustrato (en días)	N	Rango promedio
Numero de colonia según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra	0 días 61,02% humedad y 6,7 de pH	4	2,50
	10 días 65,38% humedad y 6,7 de pH	4	9,13
	15 días 66,36% humedad y 6,7 de pH	4	7,88
	20 días 68,36% humedad y 6,7 de pH	4	14,50
	Total	16	
Numero de hongo crecidos según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra	0 días 61,02% humedad y 6,7 de pH	4	3,50
	10 días 65,38% humedad y 6,7 de pH	4	5,50
	15 días 66,36% humedad y 6,7 de pH	4	10,50
	20 días 68,36% humedad y 6,7 de pH	4	14,50
	Total	16	

TABLA 14. Estadísticos de contraste (a,b)

	Numero de colonias de hongo según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra	Numero de hongo (crecimiento) según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra
Chi-cuadrado	13,334	14,095
G1	3	3
Sig. asintót.	0,004	0,003

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: tiempo de preparación del sustrato (en días)

Existe al menos un tratamiento significativamente diferente que los demás respecto de la colonización ($p=0,004 < 0,05$ Prueba Krsukal-Wallis) y el crecimiento del hongo ($p=0,003 < 0,05$ Prueba Krsukal-Wallis)

3. Pruebas Post Hoc

3.1. Tiempo de preparación del sustrato (en días)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: número de colonias de hongo (Colonización) según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra

C de Dunnett

Tabla 15. Comparaciones múltiples en tiempo de preparación del sustrato

(I) Tiempo de preparación del sustrato (en días)	(J) Tiempo de preparación del sustrato (en días)	Diferencia		Intervalo de confianza al 95 %.	
		entre medias (I-J)	Error típ.	Límite superior	Límite inferior
0 días 61,02 % humedad y 6,7 de pH	10 días 65,38 % humedad y 6,7 de pH	-4,2500(*)	0,75000	-7,8693	-0,6307
	15 días 66,36 % humedad y 6,7 de pH	-4,0000(*)	0,40825	-5,9701	-2,0299
	20 días 66,36 % humedad y 6,7 de pH	-6,2500(*)	0,25000	-7,4564	-5,0436
10 días 65,38 % humedad y 6,7 de pH	0 días 61,02 % humedad y 6,7 de pH	4,2500(*)	0,75000	0,6307	7,8693
	15 días 66,36 % humedad y 6,7 de pH	0,2500	0,85391	-3,8707	4,3707
	20 días 66,36 % humedad y 6,7 de pH	-2,0000	0,79057	-5,8150	1,8150
15 días 66,36 %	0 días 61,02 %	4,0000(*)	0,40825	2,0299	5,9701

humedad y 6,7 de pH	humedad y 6,7 de				
	pH				
	10 días 65,38 %				
	humedad y 6,7 de	-0,2500	0,85391	-4,3707	3,8707
	pH				
	20 días 66,36 %				
	humedad y 6,7 de	-2,2500	0,47871	-4,5601	0,0601
	pH				
	0 días 61,02 %				
	humedad y 6,7 de	6,2500(*)	0,25000	5,0436	7,4564
	pH				
	10 días 65,38 %				
20 días 66,36 %	humedad y 6,7 de	2,0000	0,79057	-1,8150	5,8150
humedad y 6,7 de pH	pH				
	15 días 66,36 %				
	humedad y 6,7 de	2,2500	0,47871	-0,0601	4,5601
	pH				

Basado en las medias observadas.

- La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

3.2. Tiempo de preparación del sustrato (en días)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: número de hongo (crecimiento) según el tiempo de preparación de sustrato, humedad y 6,7 pH a los 35 días de siembra C de Dunnett.

Tabla 16. Comparaciones múltiples en el crecimiento de hongos por tratamientos

(I) Tiempo de preparación del sustrato (en días)	(J) Tiempo de preparación del sustrato (en días)	Diferencia		Intervalo de confianza al 95 %.	
		entre medias (I-J)	Error típ.	Límite superior	Límite inferior
				Límite superior	Límite inferior
0 días 61,02% humedad y 6,7 de pH	10 días 65,38 % humedad y 6,7 de pH	-1,0000	0,57735	-3,7861	1,7861
	15 días 66,36 % humedad y 6.7 de pH	-3,0000	0,00000	-3,0000	-3,0000
	20 días 66,36 % humedad y 6,7 de pH	-6,2500(*)	0,25000	-7,4564	-5,0436
10 días 65,38% humedad y 6,7 de pH	0 días 61,02 % humedad y 6,7 de pH	1,0000	0,57735	-1,7861	3,7861
	15 días 66,36 % humedad y 6,7 de pH	-2,0000	0,57735	-4,7861	0,7861
	20 días 66,36 % humedad y 6,7 de pH	-5,2500(*)	0,62915	-8,2861	-2,2139
15 días 66,36% humedad y	0 días 61,02 % humedad y 6,7 de pH	3,0000	0,00000	3,0000	3,0000

6,7 de pH					
	10 días 65,38 % humedad				
	y 6,7 de pH	2,0000	0,57735	-0,7861	4,7861
	20 días 66,36 % humedad				
	y 6,7 de pH	-3,2500(*)	0,25000	-4,4564	-2,0436
20 días					
66,36%	0 días 61,02 % humedad y				
humedad y	6,7 de pH	6,2500(*)	0,25000	5,0436	7,4564
6,7 de pH					
	10 días 65,38 % humedad				
	y 6,7 de pH	5,2500(*)	0,62915	2,2139	8,2861
	15 días 66,36 % humedad				
	y 6,7 de pH	3,2500(*)	0,25000	2,0436	4,4564

Basado en las medias observadas.

- La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

ANEXO B

PROCESO DE ENCURTIDO

TABLA 17. Prueba de kolmogorov-smirnov para una muestra de encurtido

Tratamiento		pH
	N	5
	Parámetros normales	
	(a,b) Media	3,580
	Desviación típica	0,1304
1	Diferencias más extremas	
	Absoluta	0,221
	Positiva	0,179
	Negativa	-0,221
	Z de Kolmogorov-Smirnov	0,495
	Sig. asintót. (bilateral)	0,967
	N	5
	Parámetros normales	
	(a,b) Media	3,620
	Desviación típica	0,0837
2	Diferencias más extremas	
	Absoluta	0,231
	Positiva	0,194
	Negativa	-0,231
	Z de Kolmogorov-Smirnov	0,515
	Sig. asintót. (bilateral)	0,953
3	N	5

	Parámetros normales		
	(a,b)	Media	3,640
		Desviación típica	0,0548
	Diferencias más extremas	Absoluta	0,367
		Positiva	0,367
		Negativa	-0,263
	Z de Kolmogorov-Smirnov		0,822
	Sig. asintót. (bilateral)		0,510
	N		5
	Parámetros normales		
	(a,b)	Media	3,580
		Desviación típica	0,0837
4	Diferencias más extremas	Absoluta	0,231
		Positiva	0,231
		Negativa	-0,194
	Z de Kolmogorov-Smirnov		0,515
	Sig. asintót. (bilateral)		0,953
	N		5
	Parámetros normales		
5	(a,b)	Media	3,660
		Desviación típica	0,0548
	Diferencias más extremas	Absoluta	0,367

		Positiva	0,263
		Negativa	-0,367
		Z de Kolmogorov-Smirnov	0,822
		Sig. asintót. (bilateral)	0,510
		N	5
		Parámetros normales(a,b)	
		Media	3,600
		Desviación típica	0,0707
6		Diferencias más extremas	
		Absoluta	0,300
		Positiva	0,300
		Negativa	-0,300
		Z de Kolmogorov-Smirnov	0,671
		Sig. asintót. (bilateral)	0,759
7		N	5
		Parámetros normales(a,b)	
		Media	3,600
		Desviación típica	0,1000
		Diferencias más extremas	
		Absoluta	0,241
		Positiva	0,241
		Negativa	-0,241
		Z de Kolmogorov-Smirnov	0,540
		Sig. asintót. (bilateral)	0,933
8		N	5

	Parámetros normales(a,b)	Media	3,640
		Desviación típica	0,1342
	Diferencias más extremas	Absoluta	0,273
		Positiva	0,252
		Negativa	-0,273
	Z de Kolmogorov-Smirnov		0,610
	Sig. asintót. (bilateral)		0,851
9	N		5
	Parámetros normales(a,b)	Media	3,540
		Desviación típica	0,1140
	Diferencias más extremas	Absoluta	0,237
		Positiva	0,237
		Negativa	-0,163
	Z de Kolmogorov-Smirnov		0,530
	Sig. asintót. (bilateral)		0,941

a. La distribución de contraste es la normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Se cumple la normalidad a lo largo de todas los tratamientos ($p > 0,05$ Prueba de Kolmogorov-Smirnov).

1. Prueba de homogeneidad de varianzas

Tabla 18. pH

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,629	8	36	0,151

Las varianzas son iguales ($p=0,151 > 0,05$ Prueba de Levene)

2. Análisis de varianza - Pruebas de los efectos inter-sujetos

Tabla 19. Variable dependiente: pH

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Bloques	0,104	4	0,026	3,626	0,015
Tratamiento	0,056	8	0,007	0,981	0,469
Error	0,228	32	0,007		
Total corregida	0,388	44			

No existe diferencia significativa entre promedios de tratamientos, al menos uno ($p=0,469 > 0,05$, ANVA)

Tabla 20. Comparaciones múltiples variable dependiente, pH

Tratamiento	N	Subconjunto
	1	1
DHS de	9	3,540
Tukey (a,b)	1	3,580
	4	3,580

	7	5	3,600
	6	5	3,600
	2	5	3,620
	8	5	3,640
	3	5	3,640
	5	5	3,660
	Significación		0,403
	9	5	3,540
	1	5	3,580
	4	5	3,580
	7	5	3,600
Duncan (a,b)	6	5	3,600
	2	5	3,620
	8	5	3,640
	3	5	3,640
	5	5	3,660
	Significación		0,062

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 0,007

a Usa el tamaño mastral de la media armónica = 5,000

b Alfa = 0,05.

No hay diferencia entre promedios de tratamientos ($p > 0,05$ Prueba Duncan y Tukey).

Tabla 21. Informe de resultados de los tratamientos pH

Tratamiento	Media	N	Desv. típ.
1	3,580 ^a	5	0,1304
2	3,620 ^a	5	0,0837
3	3,640 ^a	5	0,0548
4	3,580 ^a	5	0,0837
5	3,660 ^a	5	0,0548
6	3,600 ^a	5	0,0707
7	3,600 ^a	5	0,1000
8	3,640 ^a	5	0,1342
9	3,540 ^a	5	0,1140
Total	3,607	45	0,0939

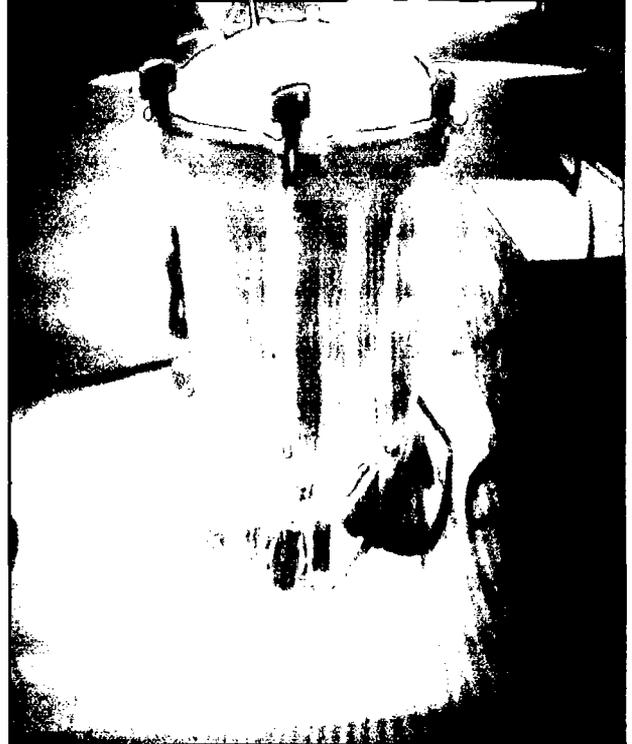
Letras iguales indican diferencia no significativa (Prueba Duncan y ANVA)

ANEXO C

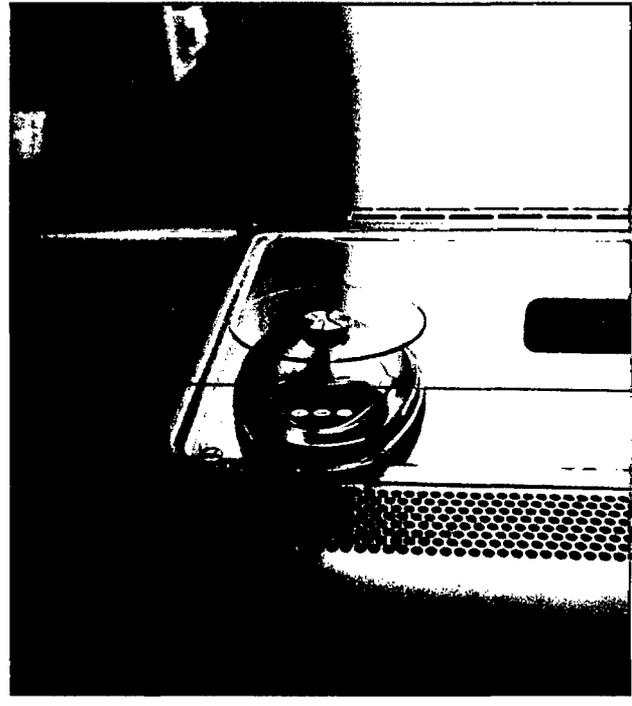
FOTOS EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

PREPARACIÓN DEL AGAR DE MALTA

AUTOCLAVADO DE LOS FRASCOS
CON LOS GRANOS DE TRIGO



LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LOS MATERIALES PARA LA SIEMBRA DE
SEMILLAS EN LA CÁMARA



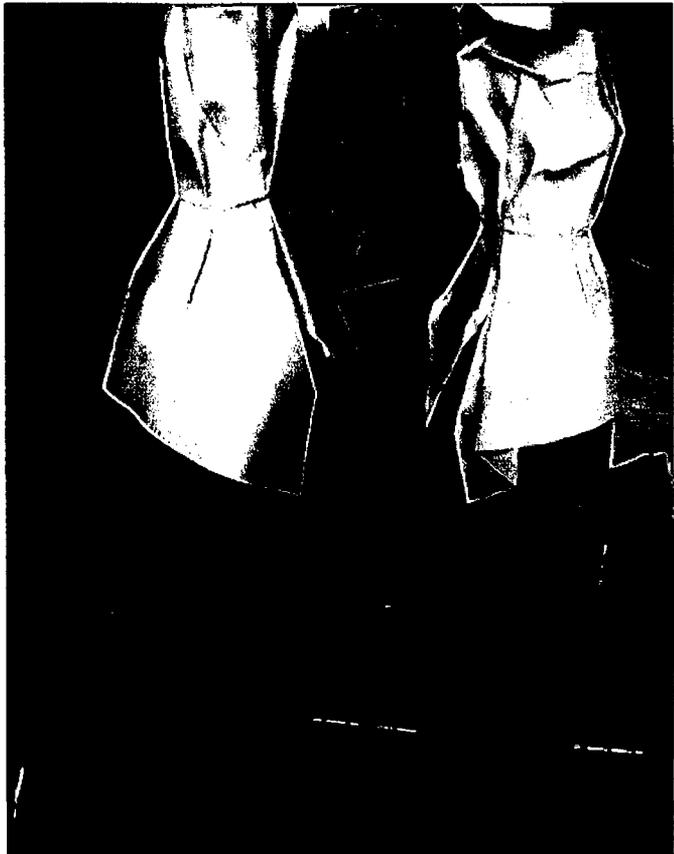
SIEMBRA DE LAS SEMILLAS



INCUBADO DE LAS SEMILLAS



HOMOGENIZACIÓN DE LAS SEMILLA Y SEMILLAS TOTALMENTE PROPAGADAS



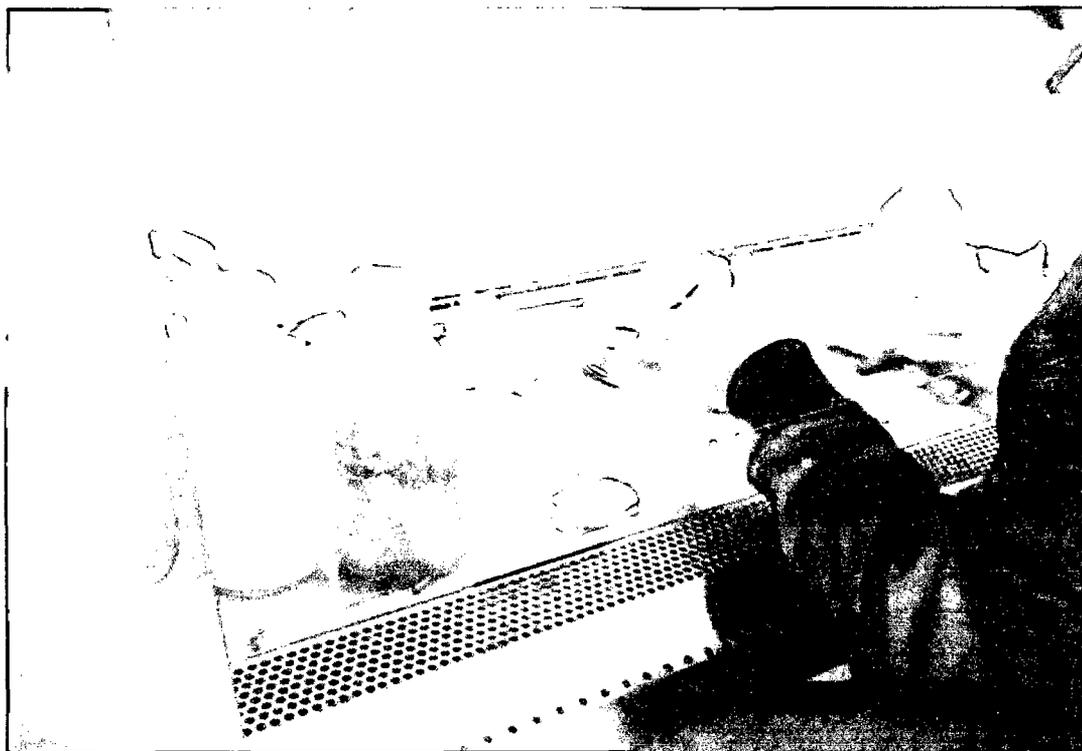
REVISIÓN Y OBSERVACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DE LAS SEMILLAS



PASTEURIZACIÓN DE LAS PAJILLAS DE ARROZ Y BOLSAS (FUNDA DEFINITIVA)



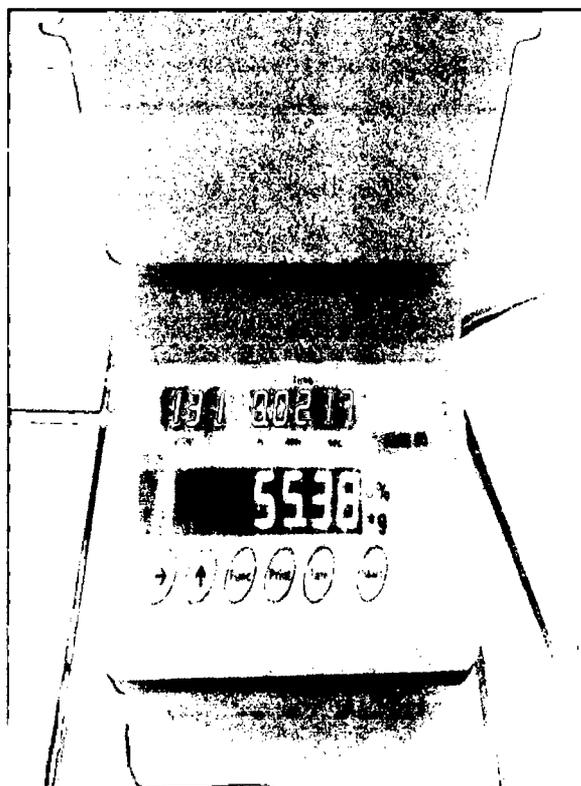
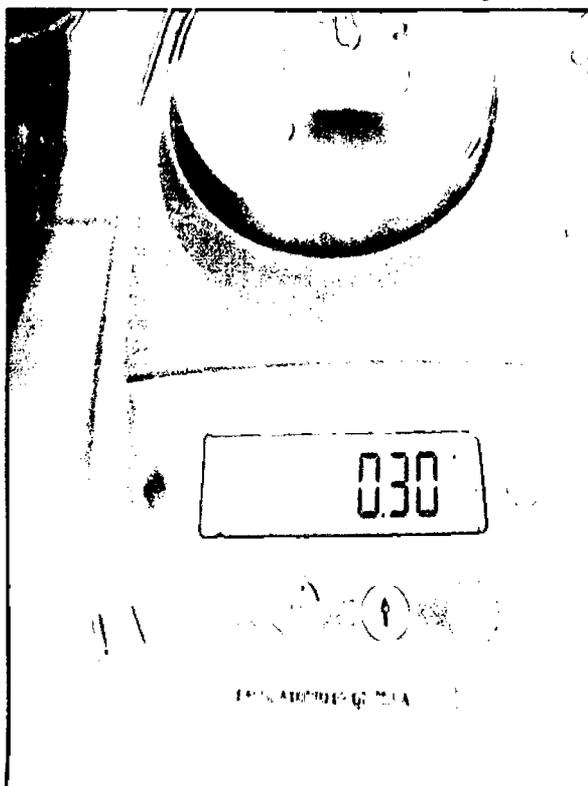
PESADO DE LAS SEMILLAS PARA LA SIEMBRA EN CULTIVO DEFINITIVO



ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN



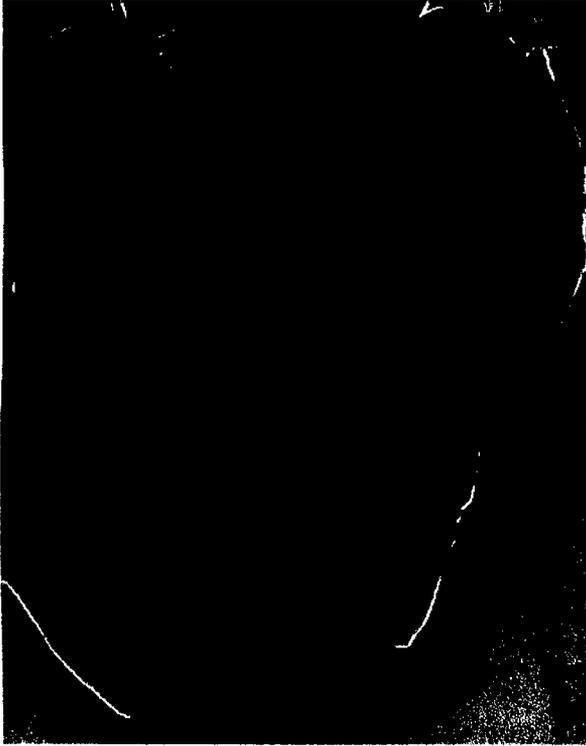
DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUSTRATO DEFINITIVO



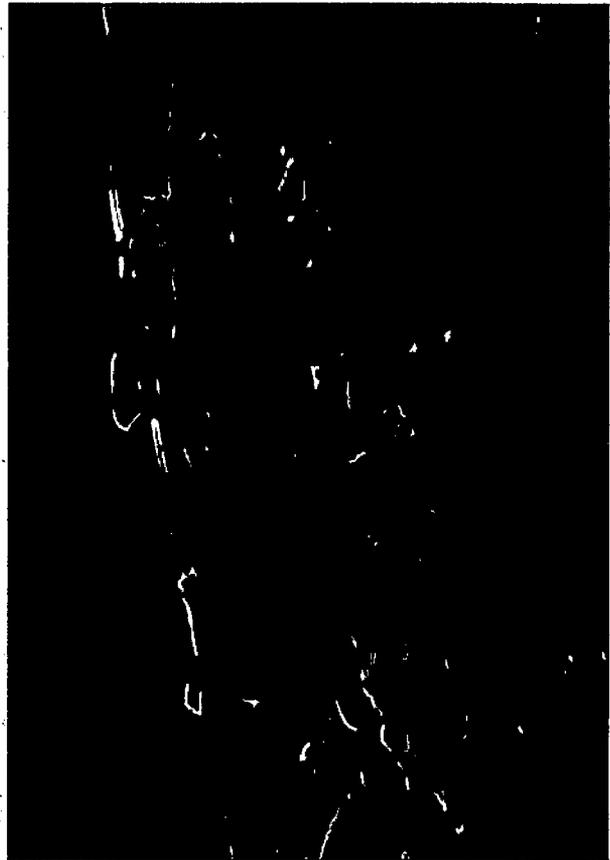
SIEMBRA DEFINITIVO DEL CULTIVO



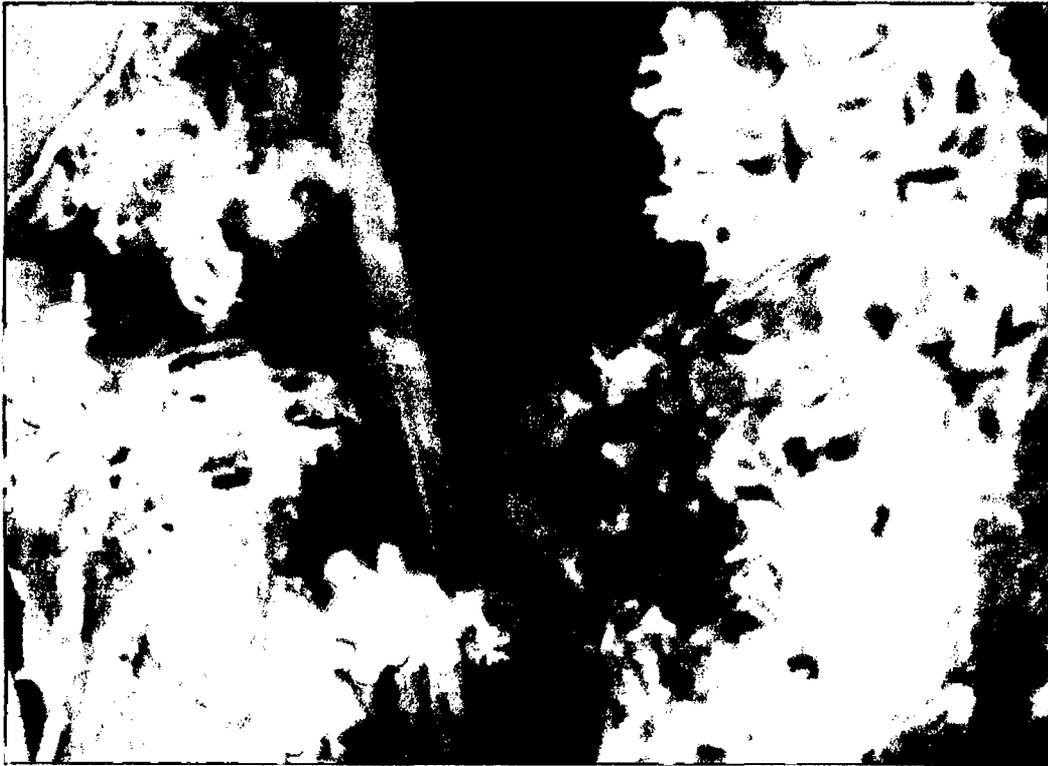
EMPACADO EN BOLSAS OSCURAS PARA LA COLONIZACIÓN



INDUCCIÓN AL CRECIMIENTO (EXPOSICIÓN A LA LUZ)



CRECIMIENTO DE LOS HONGOS

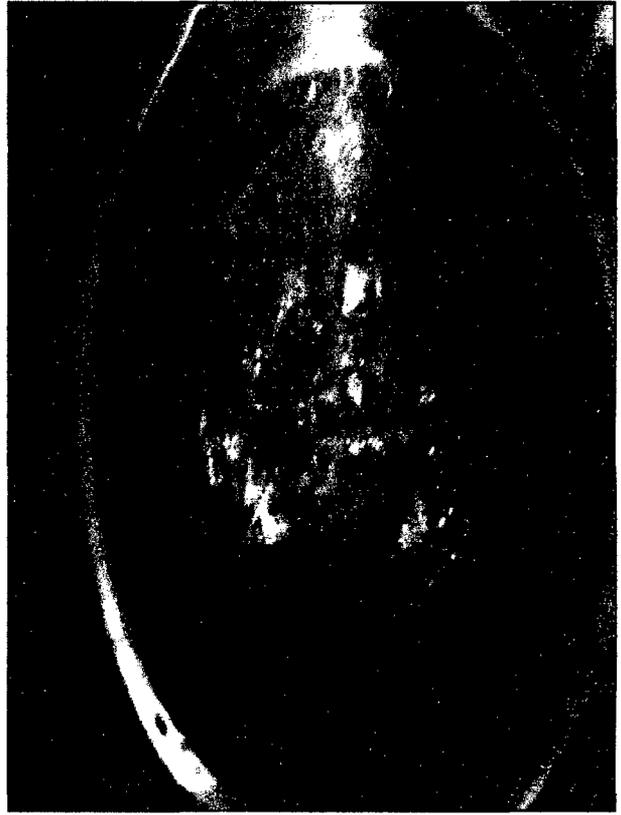


ELABORACION Y EVALUCIÓN DEL ENCURTIDO

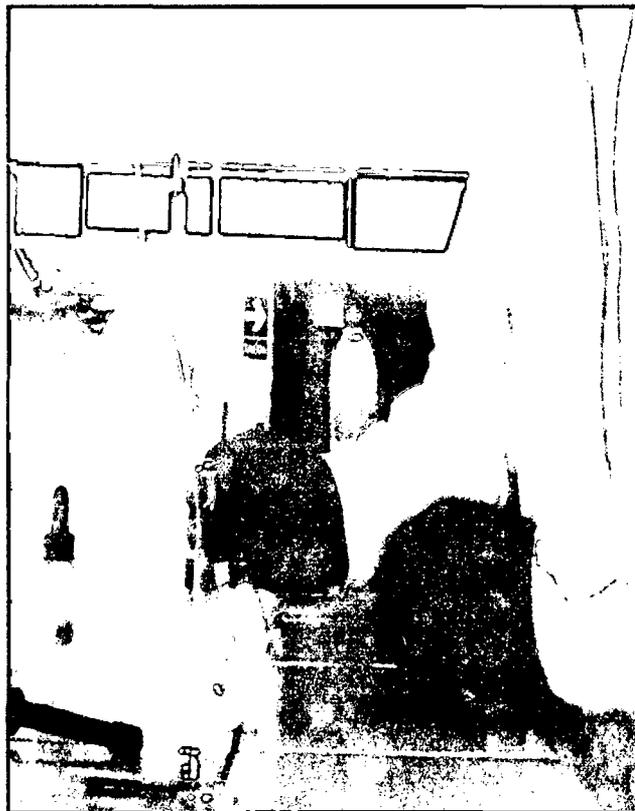
ABLANDAMIENTO DEL HONGO



PREPARACION DEL VINAGRE CON LA ESPECIAS



MEDICIÓN DE ACIDEZ DEL VINAGRE ESPECIADO



MEDIDA FINAL DE PH

