

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de tres sustratos orgánicos para el cultivo de champiñones *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach en Cuesaca – Bolívar provincia del Carchi”

Tesis de grado previa la obtención del título de  
Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORA: Verónica Yajaira Lomas Valencia

ASESOR: Ing. MSc. David Herrera

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2015

## **CERTIFICADO.**

Certifico que la estudiante Verónica Yajaira Lomas Valencia con el número de cédula 0401685847 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación de tres sustratos orgánicos para el cultivo de champiñones *Agaricus bisporus* (Lange) imbach en Cuesaca – Bolívar provincia del Carchi”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

-----  
M.S.c David Herrera

Tulcán, 25 de junio de 2015

## **AUTORÍA DE TRABAJO.**

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Verónica Yajaira Lomas Valencia con cédula de identidad número 0401685847 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

**f.....**

Verónica Yajaira Lomas Valencia

Tulcán, 25 de junio de 2015

## **ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO**

Yo Verónica Yajaira Lomas Valencia, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 25 de junio de 2015

-----  
Verónica Yajaira Lomas Valencia

CI 0401685847

## **AGRADECIMIENTO.**

Agradezco a Dios por la vida que me da, llena de amor y sabiduría la que me permitió terminar mi carrera profesional.

A mis familiares y especialmente a mi madre por su amor y comprensión que fue el aliciente para la lucha diaria con la adversidad y los problemas que se presentan en la vida

Agradezco a quienes conforman la UPEC al personal docente y administrativo quienes con mucho cariño y amabilidad nos brindaron sus conocimientos los mismos que nos permitirán abrirnos nuevos horizontes en nuestras vidas.

Y de manera muy especial al MSc David Herrera tutor de la tesis por su paciencia y comprensión que tuvo para guiarme durante el desarrollo del proyecto con el cual me permite ejercer la mejor de las profesiones.

## **DEDICATORIA.**

*Con mucho amor para toda mi familia, en especial a mi madre Cecilia Lomas a  
mi abuelita Emerita Valencia*

*A mi hija Darli Lomas cuya existencia me da la fuerza suficiente para seguir  
adelante y convertirme en un buena profesional*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO.....	i
AUTORÍA DE TRABAJO. ....	ii
ACTA DE CESION DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO .....	iii
AGRADECIMIENTO. ....	iv
DEDICATORIA. ....	v
RESUMEN EJECUTIVO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
TUKUYSHUK RANAKU .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
I. EL PROBLEMA.....	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	- 1 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	- 2 -
1.3. DELIMITACIÓN.....	- 2 -
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	- 2 -
1.5. OBJETIVOS. ....	- 3 -
1.5.1 Objetivo General.....	- 3 -
1.5.2 Objetivos Específicos.....	- 4 -
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	- 5 -
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 5 -
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL. ....	- 7 -
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA. ....	- 8 -
2. 4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA. (Variables) .....	- 10 -
2.4.1 Hongos basidiomicetos.....	- 10 -
2.4.2 Cultivo del champiñón.....	- 15 -
2.5. HIPÓTESIS. (Investigación cuantitativa) .....	- 34 -
2.6. VARIABLES. ....	- 34 -
2.7.1 Variable dependiente.....	- 34 -
III. METODOLOGÍA. ....	- 35 -

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 35 -
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 35 -
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	- 36 -
3.1.3. Población .....	- 36 -
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	- 38 -
3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 40 -
3.5.1 Fuentes bibliográficas .....	- 40 -
3.5.2 Información procedimental.....	- 40 -
3.5.3 Localización del experimento.....	- 40 -
3.5.4 Tratamientos en estudio .....	- 41 -
3.5.5 Diseño experimental. ....	- 41 -
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	- 49 -
3.6.1 Análisis de resultados.....	- 49 -
3.6.2. Verificación de hipótesis. (Investigación cuantitativa).....	- 62 -
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 63 -
4.1. CONCLUSIONES.....	- 63 -
4.2. RECOMENDACIONES. ....	- 64 -
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	- 65 -
VIII ANEXOS.....	- 69 -

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición media del champiñón <i>Agaricus bisporus</i> , frente a otros productos agrarios, en porcentaje sobre peso fresco .....	- 13 -
Tabla 2 Porcentaje materia seca y N, P, K de desechos pecuarios. ....	- 18 -
Tabla 3 Composición química de arveja ( <i>Pisum sativum</i> ) (100 g de granos) .....	- 19 -
Tabla 4 Composición por 100 g de porción de chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	- 20 -

Tabla 5 Contenido de aminoácidos en soya, fréjol, chocho y otras leguminosas (mg/g total de nitrógeno) .....	- 21 -
Tabla 6 Agentes patógenos .....	- 29 -
Tabla 7 Descripción de las características del diseño experimental.....	- 36 -
Tabla 8 Datos informativos del experimento .....	- 40 -
Tabla 9 Cantidades utilizadas en la elaboración del compost .....	- 41 -
Tabla 10 Características del diseño .....	- 42 -
Tabla 11 Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	- 42 -
Tabla 12 Análisis de varianza (ADEVA) para la incubación a los 15 días .....	- 49 -
Tabla 13 Promedio del porcentaje de incubación a los 15 días.....	- 50 -
Tabla 14 Análisis de varianza (ADEVA) para los días de surgimiento de los primeros primordios.....	- 51 -
Tabla 15 Promedio días de surgimiento de primordios. ....	- 51 -
Tabla 16 Análisis de varianza (ADEVA) para el tiempo de cosecha del hongo <i>Agaricus bisporus (Lange) imbach</i> .....	- 53 -
Tabla 17 Promedios del tiempo a la cosecha (después de la colocación de la cobertura) .....	- 53 -
Tabla 18 Clasificación de los champiñones de parís o <i>Agaricus bisporu (Lange) Imbach</i> .....	- 55 -
Tabla 19 Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del píleo del hongo <i>Agaricus bipostrus (Lange) Imbach</i> cosechado. ....	- 55 -
Tabla 20 Promedios del diámetro del píleo del hongo .....	- 56 -
Tabla 21 Análisis de varianza (ADEVA) para la altura del pie.....	- 57 -
Tabla 22 Promedio para la altura del pie .....	- 57 -
Tabla 23 Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del pie en la tercera oleada.....	- 58 -
Tabla 24 Promedio del diámetro del pie en la tercera oleada.....	- 58 -
Tabla 25 Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del pie en la tercera oleada.....	- 59 -

Tabla 26 Promedio de la altura del hongo .....	- 59 -
Tabla 27 Análisis de varianza (ADEVA) para el rendimiento (kg/m <sup>2</sup> ). .....	- 60 -
Tabla 28 Promedio del rendimiento kg/m <sup>2</sup> .....	- 60 -
3.6.1.9 Tabla 29 Relación Beneficio/ Costo (B/C) .....	- 62 -

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Ciclo vital del hongo saprófito.....	- 10 -
Gráfico 2 Distribución del diseño experimental .....	- 37 -

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Elaboración de compostera .....	- 69 -
Anexo 2 Volteos de sustratos .....	- 69 -
Anexo 3 Adición de yeso al compost .....	- 70 -
Anexo 4 Sustratos listos para entrar al cuarto de pasteurización .....	- 70 -
Anexo 5 Cuarto de incubación .....	- 71 -
Anexo 6 Siembra del blanco por capas sobre el sustrato .....	- 71 -
Anexo 7 Inoculación del micelio.....	- 72 -
Anexo 8 Cobertura.....	- 72 -
Anexo 9 Diseño implantado .....	- 73 -
Anexo 10 Producción (Primordios visibles).....	- 73 -
Anexo 11 Cosecha.....	- 74 -
Anexo 12 Producción.....	- 74 -
Anexo 13 Toma de datos (diámetro del píleo) .....	- 75 -

Anexo 14 Toma de datos (altura del hongo) .....	- 75 -
Anexo 15 Análisis de laboratorio del tamo de arveja ( <i>Pisum sativum</i> ).....	- 76 -
Anexo 16 Análisis de laboratorio del tamo de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ).....	- 77 -
Anexo 17 Análisis de laboratorio de cascarilla de chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) ...	-
78 -	
Anexo 18 Análisis de laboratorio del tamo de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ).....	- 79 -

## RESUMEN EJECUTIVO.

Se describe en el presente trabajo la evaluación de tres sustratos orgánicos a base de tamo de arveja (*Pisum sativum*), frejol (*Phaseolus vulgaris*), cascarilla de chocho (*Lupinus mutabilis*) y un testigo absoluto a base de tamo de trigo (*Triticum aestivum*) para el cultivo de champiñones *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach en la comunidad de Cuesaca, cantón Bolívar provincia del Carchi, ubicada a una altura de 2606 msnm, y con una temperatura promedio de 15 - 18°C. Para la investigación experimental se utilizó un diseño de bloques completo al azar, el mismo que estuvo conformado por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones incluido el testigo absoluto, cada unidad experimental se constituyó de 5 kg de compost, dando así un total de 20 Kg por tratamiento. Los datos fueron comparados con la prueba de Tukey al 5%. Las variables evaluadas fueron: Incubación, desarrollo del primordio, tiempo a la cosecha, fenotipo del hongo, producción. Los resultados estadísticos mostraron que la más alta producción presentaron el T1 a base de tamo de arveja (*Pisum sativum*) con un rendimiento de 3.37 kg/m<sup>2</sup> y el tratamiento T4 a base de tamo de trigo (*Triticum aestivum*) con 3.18 Kg/m<sup>2</sup>.

Palabras claves: *Agaricus bisporus*, micelio, sustrato

## **ABSTRACT.**

This assessment work describes the evaluation of three organic substratum based on a pea chaff (*Pisum Sativum*), beans (*Phaseolus Vulgaris*), corn husk (*Lupinus Mutabilis*) and a benchmark based on wheat chaff (*Triticum Aestivum*) to cultivate mushrooms *Agaricus Bisporus* (Lange) Imbach in the community of Cuesaca, canton of Bolivar in the province of Carchi, which is situated at an altitude of 2606 meters and has an average temperature of between 15 - 18 degrees Celsius. A complete random block design was used for the experimental investigation. This investigation was made up of four treatments and four repetitions including the benchmark. Each experimental unit consisted of 5 kg of compost bringing the total to 20 kg per treatment. The data was compared with the proof of Tukey at 5%. The evaluated variables were: Incubation, the development of the fundamental, harvest time, phenotype of the mushroom and production. The statistical results show that the T1 presented the highest production based on pea chaff (*Pisum Sativum*) with a yield of 3.37 kg/m<sup>2</sup> and the T4 treatment based on wheat chaff (*Triticum Aestivum*) with a yield of 3.18 kg/m<sup>2</sup>.

Key words: *Agaricus Bisporus*, Micelio, Sustratum.

## TUKUYSHUK RANAKU

kay rrimajun kay kunun llankangabu y tapungabu kimsay surkungabu orgánicos pambamanta averjata upiash (*Pisum sativum*), frejol (*Phaseolus vulgaris*), tapachingabu chocho (*Lupinus mutabilis*)shuk kari rrikungabu illitakuna pambamanta upiangabu sarata (*Triticum aestivum*) kayun tarpungabu champiñones *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach chay llaktapi Cuesaca, kamanta katin Bolívar jatun llakta Carchi shuk jatun manta 2606 msnm pachamnata chaupimanta de 15 - 18°C.

kayun allí yuyangabu ña rimay kayun mawkaran shuk ñanta churangabu illita rurraran sin yuyay japish kay gajuran allí llankashka chushku katingabu y chushku chiladi churashka chay kari rrikungabu illitakuna, shuk solo sin yuyayta llankish de 5kg de compost fitiku yakuta churash, chinadali churajush illikmanta de 20 Kg katichishkamanta. Kay rimaykuna allik rrikuchijun kayun tapungabu Tukey al 5%. Ashka yuyaykuna tapuchiran garan: churachingabu, kayun shugshichingabu shuk solo manta, pachamanta tarpungabu, fenotipo del hongo, rurrachingabu. Kay rimaykuna shuk allirrikungabu jatunmanta llankangabu mañachijush el T1 pambamanta upiajush de arveja (*Pisum sativum*) allí llankajush de 3.37 kg/m<sup>2</sup> tapungabuT4 pambamanta upiajush de trigo (*Triticum aestivum*) con 3.18 Kg/m<sup>2</sup> en 20 kg de compost fitiku yaku toajush.

**Jatun rimay:** *Agaricus bisporus*, micelio, sustrato

## INTRODUCCIÓN

Según Hernández (2005), la producción comercial de hongos comestibles en el planeta es cada vez mayor, este fenómeno se debe a la población que busca alimentarse de manera saludable, convirtiéndose estos, en una buena opción por sus propiedades medicinales, además sus efectos han sido analizados y documentados.

El Champiñón blanco (*Agaricus bisporus*) es el más cultivado y consumido en todo el mundo por su sabor, textura y propiedades, que lo convierten en la más apetitosa opción para quienes disfrutan del buen comer, conocido como "champiñón de París" (<http://www.kennet.com.ec>)

Debido a que este hongo es heterótrofo y saprofito, es necesario prepararle las condiciones necesarias para que él tome lo que necesita sin ningún inconveniente. (Parra & Alvarado.2008). Los materiales que constituyen la composta pueden variar dependiendo de las zonas, se utiliza por lo general pajas u otros suplementos agrícolas que generen bajos costos y fácil adquisición.

## I. EL PROBLEMA.

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A nivel nacional el consumo de hongos comestibles ha seguido en auge, debido a que la población busca alimentarse de una manera más saludable y nutritiva, que ayuden a mejorar su salud, como expone Garcés et al (2005) estos cuentan con aminoácidos esenciales, ácidos grasos insaturados, azúcares, vitaminas, fibra y otros compuestos.

La producción de champiñones no tiene datos estadísticos en la Provincia del Carchi, ya que según Pino (2014) esta basa su economía principalmente en la agricultura, y se destaca en la producción de trigo (*Triticum aestivum*), frejol (*Phaseolus vulgaris.*), cebada (*Hordeum vulgare*), habas (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*) y papas (*Solanum tuberosum*). De acuerdo con esto surge el tema de investigación “Evaluación de tres sustratos orgánicos para el cultivo de champiñones *Agaricus Bisporus (Lange) Imbach*” con el fin de brindar una nueva alternativa de producción reutilizando el material disponible en la zona.

En el cantón Bolívar, la producción agrícola es una fuente económica relevante para su población, donde, se evidencia el uso inadecuado de los subproductos agrícolas, debido a que, sus agricultores desconocen la reutilización de estos recursos, además se resta importancia a los daños ecológicos que en su mayoría ocasionan al ser quemados o arrojados a las carreteras, ríos, canales de riego etc.; sin ningún tratamiento.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con la finalidad de brindar alternativas sobre el aprovechamiento de recursos renovables a los agricultores se plantea el siguiente problema de investigación ¿Cuál de los sustratos orgánicos a base de tamo de arveja, frejol y cascarilla de chocho, son apropiadas para la producción de champiñones en la localidad de Cuesaca - Cantón Bolívar?

## 1.3. DELIMITACIÓN.

- a) Campo: Agropecuario
- b) Área: Biotecnología agropecuaria
- c) Espacial: Provincia del Carchi, Cantón Bolívar, Comunidad Cuesaca
- d) Temporal: 120 días.
- e) Unidad de observación: Ensayo de cultivo de champiñones

## 1.4. JUSTIFICACIÓN

En el cultivo de champiñones *Agaricus bisporus* según Vásquez (2012) podemos utilizar los desechos agrícolas que los agricultores ya no usan, así también desechos de galpones como son: el estiércol de cuyes, gallinas, cerdos etc. Consiguiendo así minimizar los impactos que estos generan en el ambiente.

La presente investigación nos ayudará al desarrollo de la producción agropecuaria no tradicional, ya que se presenta como una nueva alternativa de producción, convirtiéndose en una propuesta donde se pretende aprovechar el material vegetal que en las cosechas son desperdiciados “reciclándolos”, para mejorar la obtención de recursos económicos, aportando así a mejorar la vida de los agricultores y sus familias.

En la comunidad de Cuesaca su población se dedica a la producción agrícola y pecuaria, resultado de estas actividades generan residuos, por lo cual, pretendemos concientizar sobre el uso racional de los mismos encaminada a la sostenibilidad y sustentabilidad de sus habitantes, logrando contrarrestar los impactos en el medio ambiente.

## **1.5. OBJETIVOS.**

### 1.5.1 Objetivo General.

Evaluar tres sustratos orgánicos a base de tamo de arveja (*Pisum sativum*), frejol (*Phaseolus vulgaris*) y cascarilla de chocho (*Lupinus mutabilis*) para la producción de champiñones *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach.

### 1.5.2 Objetivos Específicos.

- Fundamentar bibliográficamente acerca de los sustratos orgánicos para el cultivo de champiñones *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach.
- Determinar el mejor tratamiento para la producción de los champiñones *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach.
- Establecer la relación beneficio costo (B/C) de la producción de champiñones para cada tratamiento.

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Según Parra y Alvarado (2008), realizan la siguiente investigación en Tula (Boyacá), donde evaluaron cuatro sustratos (bagazo de caña, cascarilla de arroz, buchón de agua y tamo de trigo como testigo absoluto). Se aplicó un diseño aleatorio simple con cuatro tratamientos y 5 repeticiones para un total de 20 unidades experimentales.

Donde evaluaron nueve parámetros que son: porcentaje de incubación, tiempo de aparición de primordios, tiempo de inicio a la cosecha, duración de la cosecha, la calidad (número de champiñones por tratamiento, peso promedio, diámetro promedio del píleo, longitud máxima del pie y la producción. Los resultados fueron que el testigo absoluto demostró tener la más alta producción de champiñones con 19.5 kg en 200 kg de compost, marcando una diferencia estadística muy diferente a los demás tratamientos, dando como recomendación que la mejor alternativa para el cultivo de champiñón de París es el sustrato de trigo.

Según Sandoval en su trabajo de grado presenta la investigación “Estudio de cualidades nutritivas de cuatro sustratos para el cultivo de champiñones (*Agaricus bisporus*)” en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra, para lo cual utiliza un diseño completamente al azar (DCA) y los

tratamientos fueron comparados utilizando la prueba de Tukey con un 5% de probabilidad.

Las variables evaluadas fueron: pH, materia orgánica, N, P, K y relación C: N, (sustratos), rendimiento, valor nutritivo del hongo y fenología. Para los resultados el mejor tratamiento evaluado fue *Lemma sp.*, estiércol de cerdo (T3), con un área de 10m<sup>2</sup> por el tiempo de 120 días obteniéndose un rendimiento de 6,954 gr de hongo.

Expone Martínez, (2009) la realización de este trabajo de investigación con la finalidad de evaluar sustratos para la producción de champiñones (*Agaricus bisporus*), todas las pruebas de formulación, elaboración de los sustratos hasta la obtención del producto final. Esta investigación fue efectuada en las instalaciones de la empresa Agrodaka Productos Agrícolas Cía. Ltda. Inmerso en este trabajo se encuentran especificadas todas las investigaciones realizadas antes de la elaboración de los sustratos, describiendo todos los procesos de producción que se requieren para este cultivo.

Se requirió además un estudio de mercado para conocer la oferta y la demanda que actualmente existe de champiñones, determinándose estrategias a seguirse para que una empresa pueda posicionarse en el mercado nacional. Se realizó además un análisis financiero dentro de los costos de producción de cada uno de los sustratos. Finalmente se recomendaron estrategias de funcionamiento para una empresa productora de champiñones.

Según Bósquez (2012) en su trabajo de grados presenta Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha el proyecto determinó la mejor alternativa de sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en rendimiento y en costos de producción en la hacienda El Pegujal.

Se realizaron tres ciclos de cultivo con un primer y segundo brote, para obtener un promedio y que los resultados sean más representativos. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (BCA) de cuatro tratamientos de sustratos que fueron: bagazo de caña de azúcar, paja de trigo, aserrín y mezcla forrajera con ocho repeticiones cada uno por ciclo de cultivo (número de fundas sembradas). Las fundas sembradas tuvieron un peso aproximado de 1,04 kg, el 1 kg fue del sustrato húmedo y los 40 g de semilla.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

En el Artículo 13 de la Constitución de la Republica del Ecuador del 2008 se describe sobre el Derechos del buen vivir. Explicando que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

Además con esta investigación se pretende ayudar a cumplir la sección segunda de la Constitución de la Republica del Ecuador del 2008 en cuanto a

ambiente sano que da en el Artículo 14. Donde se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la diversificación de de la producción, la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Además la presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento 2012 de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en cuanto a trabajos de investigación de tesis, graduación, titulación e incorporación, capítulo II del marco legal, Art. 2 que menciona la obligatoriedad de la tesis para la obtención del título profesional de tercer nivel, en referencia a los Artículos 80 literal e y 144 de la Ley orgánica de educación superior LOES 2010.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.**

Según Robijns, (1979), Afirma que a pesar de tener las setas una vida muy corta, se han encontrado huellas en fragmentos de madera de una época anterior a la vida del hombre. Además menciona que las setas desde tiempos inmemoriales eran platos exquisitos de emperadores.

Narváez 2008, citado por Crespo (1994), sostiene que el gran desarrollo comercial del cultivo de champiñón empieza después de la segunda guerra mundial, señalando que la primera instalación permanente se construye en

Holanda en el año 1950 siendo esta la primera instalación permanente, dotada de modernos sistemas de ventilación y calefacción, para controlar el crecimiento del hongo. Según este autor, antiguamente los cultivadores utilizaban como inóculo (semilla), porciones de estiércol de caballo fermentado espontáneamente, donde se observaba crecimiento micelial.

Fernández, 2010, citado por Griensven (1988), expone que se obtuvo una técnica bastante ingeniosa para producir este tipo de hongos, como es la de poner en venta, botellas que contenían puro de micelio de champiñón o la semilla, la cual sirvió para tener una idea más clara de la calidad y cantidad de su cosecha; también confirma, que la siembra con semilla libre de enfermedades significa menos riesgos para el negocio, además agrega que las variedades puestas en el mercado a principios del siglo XX eran de color pardo, tamaño grande y muy escamosos.

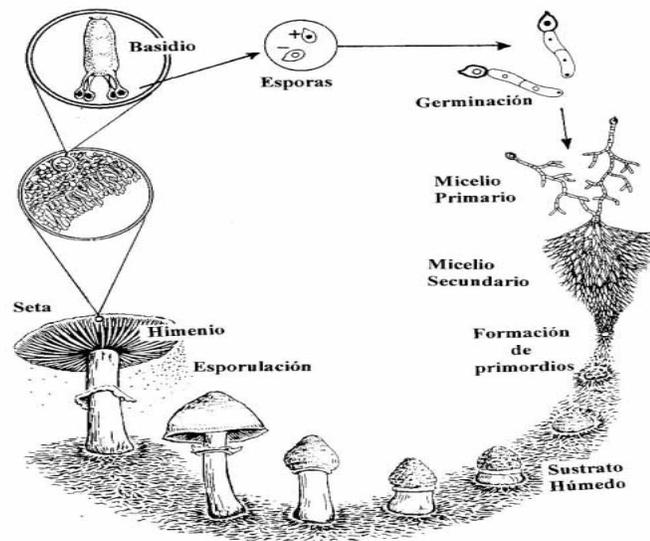
En occidente a finales del siglo XVII se comienza a practicar la comercialización del champiñón de París y esto se transmitió rápidamente al resto de Europa y el mundo. Es así como en nuestros días es una de las especies más cultivadas del planeta (<http://www.kennet.com.ec/>)

## 2. 4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA. (Variables)

### 2.4.1 Hongos basidiomicetos

Martínez y Ballester (2004), Definen a los hongos como organismos de estructura sencilla, constituidos por un talo, que es el aparato vegetativo fructífero, no se distinguen raíz, tallo, hojas. La característica más relevante es que carecen de clorofila, es decir no convierten las sustancias inorgánicas en alimentos. Su sustento es el material orgánico en descomposición y su reproducción es por esporas órganos que llevan todo el material genético capaz de generar un nuevo individuo.

Gráfico 1 Ciclo vital del hongo saprófito



Fuente: López. T; Sierra. J; Eiroa, J

#### 2.4.1.1 Variedades más cultivadas

##### Champiñón *Agaricus Bisporus*

Según Barbado, (2003), las especies más cultivadas son *Agaricus Bisporus*, conocido también como el champiñón de París, este tipo de hongo pertenece al grupo basidiomicetos, las características de reproducción es por esporas sexuales, esta función se realiza en los basidios y son las que se encargan de cumplir con este proceso. “Son cuatro esporas en general, estos órganos se unen en una sola maza y forman el himenio”. (Lopez, 2010)

Según Barbado (2003) expone que este tipo de champiñón está difundido a nivel mundial, aunque su aparición en el mundo de los hongos comestibles es reciente. El consumo más extendido está en Estados Unidos, Alemania y en Asia por lo que la producción ha seguido creciendo.

La producción de este se realiza comercialmente sobre materias primas composteadas con diferentes combinaciones de heno, rastrojo, cáscara de semillas, pasto, estiércol (pollo, caballo etc.), cortezas de árboles, soya, desechos de destilación de etanol y yeso. (Sánchez, 2007)

##### *Agaricus bisporus (Lange) Imbach*

Este tipo de hongo se caracteriza por ser heterótrofo y saprofito, lo que significa que se tendrá que preparar las condiciones necesarias para que puedan tomar

su alimento sin ningún inconveniente, en este caso ellos obtendrán hidratos de carbono de la materia orgánica muerta (compost), que son necesarios para su desarrollo. (Flegg y Wood 1987) citado por (Parra, 2008)

#### 2.4.1.2 Clasificación taxonómica

Según Agrios, 1995 citado por Narváez (2008), escribe la clasificación taxonómica del champiñón *Agaricus Bisporus*.

Reino: Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Basidiomycotina

Clase: Hymenomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Agaricaceae

Género: Agaricus

Especie bisporus

Variedades: Imbach, aldibus, avellaneus.

### 2.4.1.3 Valor nutritivo

Tabla 1 Composición media del champiñón *Agaricus bisporus*, frente a otros productos agrarios, en porcentaje sobre peso fresco

	<b>Agua</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Materias grasas</b>	<b>Hidratos de carbono</b>	<b>Minerales</b>
<b>Champiñón</b>	90	3,5	0,3	4,0	1,0
<b>Espinacas</b>	93	2,2	0,3	1,0	1,9
<b>Espárragos</b>	95	1,8	0,1	2,7	0,6
<b>Patatas</b>	75	2,0	0,1	21,0	1,1
<b>Leche</b>	87	3,5	3,7	4,8	0,7

Fuente: Robijns, (1979)

### 2.4.1.4 Características morfológicas del champiñón *Agaricus bisporus*

#### Sombrero

Según Fernández, Díaz & Garabal (2002) lo caracterizan al hongo *Agaricus bisporus* por tener un sombrero 5 a 10 cm con forma de globo o paraguas etc.; de color blanquecino – amarronado, con cutícula que se lacera en escamas comprimidas sobre un fondo pálido, bordes blancuzcos, denticulados, siendo esta la parte carnosa del hongo.

## Himenio

Barbado (2003) menciona que el himenio se encuentra conformado por laminillas dispuestas en forma de radio, la ubicación es en la parte inferior del sombrero. Al iniciar el crecimiento del hongo, está cubierto por una membrana llamada “velo” que luego a la consecuente maduración se rompe y llega a unirse al pie, lo denominamos “anillo”.

## Laminillas

Las laminillas son de color rosa vivo que, posteriormente derivan en color cacao, se ubican desde el pie hasta el borde externo del sombrero. (Barbado, 2003).

## Micelio

Según Barbado (2003), en las laminillas del hongo se encuentran miles y miles de esporas, que posteriormente germinan dando origen a unos filamentos conocidos como hifas que originan el micelio o blanco del champiñón.

## Pie

El pie es de color blanquecino, ligeramente rosado hacia el anillo, simple y liso, con tendencia a enrojecer ligeramente al corte, le sirve al hongo como soporte del sombrero y para adherirse al sustrato. (Fernández. D. et al , 2002).

#### 2.4.1.5 Sistemas de producción

Según (Fernandez, 2005) existen tres sistemas de producción:

##### SISTEMA AMERICANO

Se lo conoce con el nombre de sistema de camas, que no es más que cajas de madera invertidas donde se coloca la composta.

##### SISTEMA HOLANDEZ

El sistema de bandejas, tiene la mayor tecnología en producción de champiñones. Todo es manejado por medio de un sistema computarizado.

##### SISTEMA FRANCÉS

Es el más práctico sistema en cuanto a cultivo de champiñones se le conoce también como el de bolsas plásticas.

#### 2.4.2 Cultivo del champiñón

##### 2.4.2.1 Requerimiento del champiñón

#### A.- Requerimientos ambientales

Según Hernández, (2003) En la etapa de reproducción de los champiñones existen 2 fases:

Fase vegetativa.- Se desarrolla el micelio y se forman la hifas, en esta etapa el desarrollo óptimo de temperatura comprende entre los 24 y 26°C y una humedad del 90 al 95%.

Fase generativa.- El micelio se convierte en hongo. Las condiciones de temperatura son de 16 -18°C y en el 80 al 85% de humedad.

El pH del sustrato debe ser cercano a la neutralidad.

#### B.- Requerimientos nutricionales

Menciona López (2010), El champiñón es un saprófito que se alimenta de materia muerta. Este hongo absorbe hidratos de carbono del compost, debido a que no puede transformar el dióxido de carbono en azúcar. Otro nutriente importante es el nitrógeno constituyente de muchas moléculas orgánicas, la presencia de este no debe ser en nitratos y sales amoniacales por las toxinas que se producen. La presencia de calcio es significativo ya que ayuda a neutralizar el ácido oxálico que produce el hongo, en cuanto al oxígeno este tipo de hongo lo necesita para respirar y para remover el dióxido que genera.

#### 2.4.2.2 Compostaje

Para la preparación del compostaje se utiliza todo tipo de material vegetal con la característica de que permanezcan siempre secos y no enmohecidos. Es necesario para este tipo de cultivo añadir productos albuminosos como son las harinas, específicamente de soya, semillas de algodón, salvado de arroz etc. (Robijns, 1979)

El objetivo de este proceso es preparar nutrientes adecuados para el champiñón y evitar que los competidores se aprovechen de ello, además, proporcionar una estructura porosa que ayude a drenar bien los líquidos. Por otra parte se procura destruir los microorganismos indeseables, respetando a los útiles. (Garcia, 2007)

#### 2.4.2.3 Compost artificial

Según Barbado, (2003) Se lo denomina así porque en su compost no solo interviene el estiércol, también implica restos de vegetales y elementos de animales capaces de fermentarse con la incorporación de otros productos.

#### 2.4.2.4 Componentes para preparar sustratos

Los sustratos pueden ser mezclados de tal manera que se complementen entre sí, pues los champiñones pueden crecer en sustancias vegetales o troncos de árboles (Garcia, 2007)

Rigau, 1963 citado por Sandoval, (2012) menciona que existen varios componentes para elaborar el compost, los más utilizados son la paja de trigo y el estiércol de caballo. Existen también compost sintético donde se puede utilizar suplementos que contengan nitrógeno de 2 - 6%, es por eso que se utiliza abono químico nitrogenado, suele utilizarse urea (46 % N), sulfato amónico (22% N), nitrato amónico- cálcico (26%N). (Robijns, 1979)

Tabla 2 Porcentaje materia seca y N, P, K de desechos pecuarios.

	<b>MATERIA SECA</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>M<sub>2</sub>O</b>
<b>Estiércol de vaca</b> ( <i>Bos primigenius taurus</i> )	32	7	6	8	4
<b>Estiércol de cuy</b> ( <i>Cavia porcellus</i> )	35	14	5	12	3
<b>Estiércol de cerdo</b> ( <i>Sus scrofa</i> )	25	5	3	5	1.3
<b>Gallinaza</b>	28	15	16	9	4.5

Fuente: Cobos, 1988 citado por Sandoval, (2012)

Un subproducto importante de la caña de azúcar lo constituye la melaza o miel de purga, la cual se emplea en forma amplia en la alimentación de animales (ganado vacuno, aves, cerdos), etc.; por su alto contenido de hidratos de carbono importante fuente de energía. (Morales & Villalobos, 1992)

Expone Fernández, (2005) que otro suplemento utilizado en la elaboración de sustratos es el yeso, este ayuda a mejorar las características de textura y su pH.

Otros productos son las pajas de cereales (trigo y cebada) que poseen la característica de ser altamente fibrosos. Los componentes de estos productos incluyen proteínas y minerales además están asociados a la pared celular que

contiene un 72% de FDN (Fibra detergente neutra), distribuida en un 38% de celulosa, 25% de hemicelulosa, 8% de lignina y un 0.2% de cutina (www.fundacionfedna.org)

#### 2.4.3.5 Composición química de los complementos agrícolas

Tabla 3 Composición química de arveja (*Pisum sativum*) (100 g de granos)

<b>Composición</b>	<b>Arveja verde</b>	<b>Arveja seca</b>
<b>Agua</b>	66,4	12,4
<b>Proteína</b>	8,2	23,9
<b>Grasa</b>	0,3	0,8
<b>Carbohidratos</b>	21,1	54,0
<b>Fibra</b>	3,0	6,5
<b>Cenizas</b>	1,0	2,4

Fuente:(<https://bibliotecadeamag.wikispaces.com>)

Tabla 4 Composición por 100 g de porción de chocho (*Lupinus mutabilis*)

<b>Composición</b>	<b>Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) cocido con cáscara</b>	<b>Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) crudo sin cáscara</b>	<b>Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) harina</b>
<b>Energía kcal</b>	151	277	458
<b>Agua (g)</b>	69,7	46,3	37
<b>Grasa (g)</b>	11,6	17,3	49
<b>Grasa (g)</b>	8,6	17,5	27,9
<b>Carbohidratos (g)</b>	9,6	17,3	12,9
<b>Fibra (g)</b>	5,3	3,8	7,9
<b>Ceniza (g)</b>	0,6	1,6	2,6
<b>Calcio (mg)</b>	30	54	93
<b>Fósforo (mg)</b>	123	262	440
<b>Hierro (mg)</b>	1,4	2,3	1,38
<b>Tiamina (mg)</b>	0,01	0,6	-
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,34	0,4	-
<b>Niacina (mg)</b>	0,95	2,1	-
<b>Ácido ascórbico</b>	0.00	4,6	-

Fuente (CAICEDO, 2000)

Tabla 5 Contenido de aminoácidos en soya, fréjol, chocho y otras leguminosas  
(mg/g total de nitrógeno)

<b>AMINOACIDOS</b>	<b>SOYA</b>	<b>FRÉJOL</b>	<b>CHOCHO</b>
Isoleucina	284,0	262,0	247
Leucina	486,0	476,0	449
Lisina	399,0	450,0	331
Metionina	79,0	66,0	47
Cistina	83,0	53,0	87
Fenilalanina	309,0	326,0	231
Tirosina	196,0	158,0	221
Treonina	241,0	248,0	228
Triptófano	80,0	0,0	110
Valina	300,0	287,0	252
Arginina	452,0	355,0	594
Histidina	158,0	177,0	163
Alanina	266,0	262,0	221
Ácido aspártico	731,0	748,0	685
Ácido glutámico	1169,0	924,0	1372
Glicina	261,0	237,0	259
Prolina	343,0	223,0	257
Serina	320,0	347,0	317
<b>Total aminoácidos</b>	<b>6157,0</b>	<b>5662,0</b>	<b>6051</b>
<b>Total aminoácidos esenciales</b>	<b>2457,0</b>	<b>2389,0</b>	<b>2183</b>

Fuente: FAO, 1970

#### 2.4.2.6 Procesos de producción

El proceso de producción se divide en:

##### a.- Fermentación al aire libre

Este proceso se refiere en preparar los materiales de composta, para que sigan cumpliendo con los requerimientos del sustrato y obtener un buen desarrollo del champiñón. Se le conoce así porque allí no tomamos en cuenta la regulación de procesos y se lo lleva a cabo en zonas descubiertas. Su duración varía entre 23 y 19 días (Fernandez, 2005)

Es común la utilización de urea y pollinaza para acelerar el proceso de fermentación y proveer al sustrato de nitrógeno o proteína. ( Fernandez, 2005)

Según Robijins (1979) El compost con el que se suele trabajar en las casas de cultivo debe tener las siguientes características:

- Buena estructura
- 71-72 % humedad
- Porcentaje de nitrógeno para el compost sintético del 2%
- pH aproximado del 8.5
- Hidratos de carbono fácilmente asimilables
- Fragmentación bastante corta y de color negro

#### 2.4.2.7 Esquema de la elaboración del compost

Vedeer, 1986 citado por Fernandez (2005). Determina un calendario para la preparación del compost:

- Recepción de materiales, mezclar todo lo posible y humedecer, el riego debe ser por aspersión y no a chorro. Esto con la finalidad de humedecer todo el material vegetal su duración es de 0-4 días
- Formar un cordón plano y compacto. Se empieza por añadir agua, estiércol, urea, sulfato de amonio, su duración es de 4-8 días
- Disgregar y regar el sustrato, formando cordones sueltos y aireados de aproximadamente 1.80m de alto por 1.80 m de ancho esto se lo realiza en el día 9
- Primera vuelta si se utiliza sulfato de amonio se lo agregan en este día, juntamente con el carbonato de calcio. Disgregar y airear rehaciendo el cordón suelto apretando los bordes. No agregar agua, solamente en las partes secas de ser necesario. Estos se lo realiza en el día 12.
- Segunda vuelta añadir el yeso, disgregar, mezclar y rehacer el cordón. Se la realiza en los 14 -16 días
- Tercera vuelta, remover y hacer el cordón suelto y aireado. Se la realiza en el día 18.
- Al día 20 la composta esta lista para entrar a pasteurización.

## b.- Fermentación controlada o pasteurización

Para entrar el sustrato a la pasteurización esta tiene que estar caliente después del proceso de fermentación al aire libre. Este es un proceso de muy riguroso control, se debe tomar nota de las temperaturas y registrar toda clase de anomalías que ocurran en ese proceso. La finalidad de la pasteurización es matar organismos perjudiciales que existen en el compost como son: nemátodos, hongos perjudiciales y sus esporas. (Robijns, 1979)

Para conseguir el resultado deseado se mantiene una temperatura de 56-58°C durante al menos doce horas. Este control debe ser estricto, las instalaciones deben permitir manejar un adecuado sistema de control de temperatura. Si la temperatura se encuentra por encima de los 60°C, debe ventilarse rápidamente, porque el exceso de temperatura hace que se desdoblén las proteínas. (Lopez, 2010)

El acondicionamiento de la pasteurización se la realiza bajando el rango de 52 a 48°C y se mantiene este valor aproximadamente 6 a 8 días, la finalidad es de incrementar la selectividad de la composta, favoreciendo el desarrollo de actinomicetos. Vedder, 1978 citado por Garcia, Quinter, & Agustin, (2004)

#### 2.4.2.8 Características del compost

Martinez & Ballester ( 2004) determinan que un buen compost tiene que tener las siguientes características:

- Ph:7,3
- Humedad : 66%
- Nitrógeno total: 2.05%
- Cenizas: 27%

#### 2.4.2.9 Siembra

Se mezcla el micelio del hongo con el sustrato. A esta operación se la conoce como siembra, se la realiza de manera homogénea. (IICA, 1998)

Para este proceso la temperatura del compost es muy importante se debe procurar que se encuentre entre 20 - 24°C. La dosificación de la semilla puede realizarse manual o mecánicamente y debe equivaler de 100 – 125g de semilla por bolsa de 25 kg. (Garcia, 2007)

#### 2.4.2.10 Formas de presentación del blanco o semillas del hongo

Robijns, (1979) describe que “El blanco se encuentra en diferentes presentaciones, por ejemplo fresco o secado. En el primer caso el micelio está

desarrollado sobre un pequeño bloque de estiércol de caballo, y en el segundo caso sobre granos de cereales”

Antes de sembrar tiene que sacarse la semilla del cuarto frío, esto se lo realiza un día antes, con la finalidad de que las hifas deterioradas tengan tiempo de reconstituirse en su mayoría antes de la siembra.(Fernandez, 2005)

#### 2.4.2.11 Inoculación

Este proceso se realiza en condiciones de obscuridad, en temperaturas comprendidas entre 24 y 26 °C (IICA, 1998). El compost debe estar sin amoníaco libre, con un 62 – 65 % de humedad si es en bolsas, en caso de efectuar el proceso en cajas o estantes debe contar con un 65 – 70% de humedad (García, 2007)

Los sustratos permanecerán de 12 a 16 días en el cuarto de inoculación, manteniendo la temperatura de 24°C, para la óptima invasión del micelio al sustrato o composta. (García, 2007)

#### 2.4.2.12 Cobertura

La cobertura no es más que un musgo que proviene por lo general de Canadá, combinado con carbonato de calcio en cantidades tales que proporcionen un pH cercano al neutro. Su función es de absorber y retener suficiente agua que será

aprovechada por los champiñones. La temperatura que debe tener el lugar de cultivo es de 24°C ( <http://www.zoetecnocampo.com>)

Menciona Merino, (2008) La cobertura debe ser humedecida con agua, hasta llevar la masa de turba a la saturación, esta se la prepara 5 días antes de introducirla al local y cubrir el sustrato inoculado. Inmediatamente llegada al interior del cuarto de incubacion se deberá aplicarla.

Una vez colonizado el sustrato por el micelio del hongo en un 80%, se coloca una capa de 3-5 cm de material de cobertura sobre las superficie. (Gonzales, 2008)

#### 2.4.2.13 Inducción

Este proceso hace referencia sobre el champiñón que pasa de su estado vegetativo al estado productivo, para este proceso es necesario disminuir la temperatura del cuarto de 28°C-26°C a 16°C-14°C. (Fernández, 2005)

#### 2.4.2.14 Riegos

Merino, (2008) menciona: “Una vez extendida la cobertura los riegos, se aplicaran a los 3 y 7 días posteriores, la cantidad de agua dependerá del grado de saturación con la que se preparó y su aplicación debe ser en forma de rocío. En la fructificación es necesario aportar agua a partir de que el champiñón alcance el tamaño de un guisante”

#### 2.4.2.15 Cosecha

Entre dos y cinco semanas después de hacer el revoco aparecen ya las primeras marcas de champiñón sobre la tierra de cobertura. Al principio producen poco número de champiñones y cada vez en mayor cantidad. (Hernández, 1997)

Sánchez, 2001 citado por Sandoval, (2012) argumenta: “El champiñón se cosecha dándole una vuelta y se hala, el tallo y la raíz que queda con tierra de cobertura se corta con una navaja pequeña”.

#### 2.4.2.16 Compost agotado

Según Moreno, (2014) La reutilización del compost agotado para la siembra de champiñones se hace dificultosa por la pérdida de nutrientes y el excesivo aumento de humedad, por lo cual se lo recicla para el campo agrícola, aplicando directamente al suelo como materia orgánica o enmiendas, en algunos casos se emplea para la preparación de sustratos alternativos en plantas ornamentales y hortalizas.

#### 2.4.2.17 Instalaciones

Con respecto a la infraestructura, solamente se requiere un espacio libre y limpio de la casa, en caso de no existir este lugar se adecuará un patio donde se realizará una construcción, con la característica que impida la entrada de corrientes de aire. (Alcalde & Salgado, 2001)

Para la incubación puede tener una mesa adecuada, limpia y desinfectada para colocar el sustrato. El cuarto tiene que adecuarse a una temperatura de 24°C con una humedad del ambiente, al momento que llega la fructificación del hongo esta debe llegar al 90%. (Alcalde & Salgado, 2001)

#### 2.4.2.18 Plagas que atacan al champiñón

Martínez, (1979) argumenta que, el champiñón como todos los cultivos es susceptible a padecer enfermedades y parásitos generalmente las enfermedades son provocadas por hongos, bacterias y virus. Los parásitos como larvas de moscas, ácaros y nemátodos causan también daño.

Tabla 6 Agentes patógenos

<b>Nombre del organismo</b>	
<b>Yeso blanco</b>	<i>Oospora</i>
<b>Yeso rojo</b>	<i>Papuloaspora</i>
<b>Mole húmeda</b>	<i>Mycogone</i>
<b>Mole seca</b>	<i>Verticillium</i>
<b>Telaraña</b>	<i>Dactylium</i>
<b>Manchas bacterianas</b>	<i>Pseudomonas</i>
<b>Nematodos</b>	
<b>Larvas de moscas</b>	
<b>Acaros</b>	<i>Tarsonemus</i>
<b>Hongo verde oliva</b>	<i>Chaetomium</i>
<b>Hongos amarillos</b>	<i>Myceliophthora</i> y <i>sepdonium</i>
<b>Hongo verde oliva</b>	<i>Trichoderma</i>

Fuente: Martínez, (1979)

a) Yeso blanco (*Scopulariopsis fimicola*) y yeso rojo (*Papulaspora byssina*)

El yeso blanco y el yeso rojo, estos empiezan apareciendo en la superficie del sustrato, su avance es desde el sustrato hasta la tierra de cobertura, con presencia de manchas blancas en forma de copos en el yeso rojo las manchas son de color pardo. Estas impiden que el micelio se desarrolle y el compost se haga pegajoso y negruzco. Martínez, (1979)

b) Mole húmeda (*Mycogone perniciosa*)

Fletcher, et al (1991), describe que los síntomas de esta enfermedad es la formación de masas deformes del tejido del champiñón, que inicialmente son blancas y esponjosas que luego se vuelven pardas, a consecuencia de estos los champiñones se pudren.

c) Mole seca (*Verticillium fungicola*)

Esta es la enfermedad más común en el cultivo de champiñón, esta enfermedad ataca en los diferentes estado en los que se encuentre, si es en una etapa temprana aparece como pequeñas masas, si ataca en una fase más tardía los hongos son deformados tanto el sombrero como el pie. Fletcher, et al (1991)

d) Telaraña (*Dactylium dendroides*)

A esta enfermedad se la caracteriza por el crecimiento de un micelio grueso, que cubre los champiñones afectados y ataca en cualquier etapa de su

desarrollo, el patógeno lo coloniza rápidamente al hongo y la cobertura. Los champiñones se vuelven de color pardo y se pudren, en el micelio el patógeno cambia de color volviéndose rojo o rosado con el aspecto de telaraña. Fletcher, et al (1991)

a) Mancha bacteriana (*Pseudomonas tolaasi*)

Las manchas bacterianas atacan al sombrero de los champiñones jóvenes y adultos, se recubren de manchas brillantes de color pardo amarillento, el agente causal de la mancha bacteriana puede ocasionar que los champiñones estén blancos y de un día a otro aparezcan pardos, grisáceos y pegajosos. Fletcher, et al (1991)

b) Nematodos

Si la contaminación tiene lugar tempranamente, los nematodos pueden destruir el micelio y provocar el fracaso de la incubación, y estos colaboran con la acción bacteriana perjudicando al cultivo de champiñones en estado de producción. Fletcher, et al (1991)

c) Larvas de moscas (*Lycoriella auripila*)

Una manifestación fuerte en el momento de la siembra o poco antes pueden inhibir la incubación, ya que las larvas se alimentan del compost, producen gran cantidad de materia fecal y el micelio será incapaz de colonizar al material contaminado dando lugar a unos rendimientos escasos. Fletcher, et al (1991)

Los daños más evidentes que provocan son las galerías que se forman en el pie y en el sombrero. Martínez, (1979)

d) Hongos verdes (*Chaetomium olivaceum*)

Aparecen en forma de mechones blanco amarillentos en el compost que acaba de pasteurizarse y en la superficie de las pajas comienza aparecer pústulas de color verde oliva. El resultado de esta contaminación será menor producción. Martínez, (1979)

e) Hongos amarillos (*Sepedonium spp.*)

Aparecen pequeñas manchas de color amarillo con fillos algodonosos. Estos ocasionan en los champiñones jóvenes una deformación en el pie adoptando una forma de trompo, la base muy delgada y poco anclados en la tierra de cobertura, el micelio desaparece de la tierra de cobertura y se presenta como desecado. Martínez, (1979)

### 2.4.3. Vocabulario técnico

*Agaricus bisporus* Lange( imbach): Hongo comestible, que posee la característica de tener un color grisáceo – amarronado, sus láminas de color rosado con un pie blanquecino.

Basidios. -Célula madre de los hongos Basidiomicetes, donde se encuentran las esporas.

Blanco.- Entre los cultivadores de setas es un término sinónimo de micelio o semilla de setas.

Costo beneficio.- Valorización de evaluación que relaciona las utilidades en el capital invertido o el valor de la producción con los recursos empleados y el beneficio generado

.Esporulación.- Acción de diseminar las esporas cuando el hongo alcanza la madurez.

Heterótrofo.- Organismo que no pueden sintetizar su propio alimento.

Hifas.- Son elementos filamentosos cilíndricos característicos de la mayoría de los hongos que conforman su estructura vegetativa. Están constituidos por una fila de células alargadas envueltas por la pared celular que, reunidas, forman el micelio.

Himenio.- Parte de las setas donde se encuentran localizados los elementos fértiles, productores de esporas.

Micelio.- Aparato nutritivo de los hongos, normalmente es subterráneo. Está constituido por el conjunto de "hifas", que constituye el hongo propiamente dicho.

Saprophytas.- Plantas y hongos que viven en materia orgánica en descomposición.

## **2.5. HIPÓTESIS. (Investigación cuantitativa)**

Los sustratos orgánicos a base de tamo de arveja, fréjol y cascarilla de chocho influirán significativamente en la producción de champiñones *Agaricus Bisporus (lange) imbach*

## **2.6. VARIABLES.**

### 2.7.1 Variable dependiente

Cultivo de champiñones *Agaricus bisporus (Lange) Imbach*

### 2.7.2 Variable independiente

Sustratos orgánicos a base de tamo de arveja, frejol y cascarilla de chocho

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.**

La presente investigación se localiza en el ámbito de la biotecnología agropecuaria, esta consta de un proceso donde las condiciones necesariamente deben ser controladas, como son temperatura, humedad, luminosidad, y además es un trabajo que se realizó con hongos comestibles.

Este trabajo de investigación es de tipo cuantitativo, ya que se evaluó porcentaje de incubación del hongo, desarrollo del primordio, tiempo a la cosecha, diámetro del píleo, tamaño del pie, altura del hongo, diámetro del pie, rendimiento por cada tratamiento, el costo de producción y la composición química de las composteras.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Este trabajo de investigación es experimental y biotecnológico para lo cual se utilizó un diseño de Bloques completo al azar, y prueba de Tukey al 5% para diferenciar los tratamientos.

### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.3. Población

En la presente investigación se evaluaron 3 tipos de sustratos (tamo de arveja, tamo de fréjol, cascarilla de chocho) para la producción de champiñones.

A continuación se describe las características del diseño.

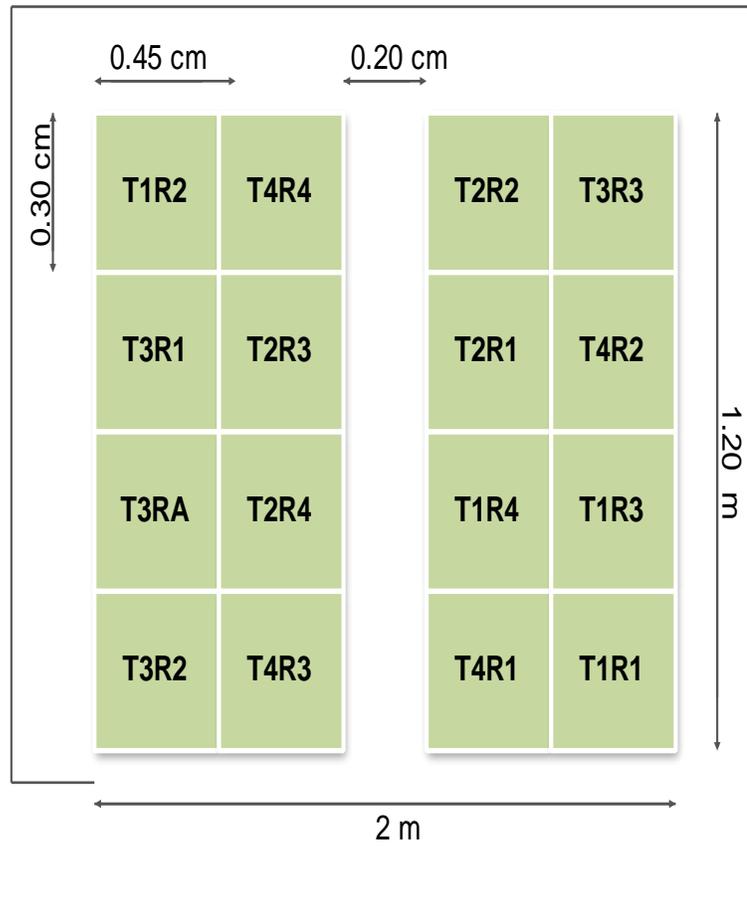
El total de tratamientos de esta investigación fue de 4; cada uno con 4 repeticiones y cada repetición tiene dimensiones de (0.45cm x 0.30cm) con 5kg de compost húmedo.

Tabla 7 Descripción de las características del diseño experimental.

<b>Diseño de bloques completo al azar</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>Área total del experimento</b>	4m <sup>2</sup>
<b>Área de la unidad experimental</b>	0,135 m <sup>2</sup>
<b>Número de unidades experimentales</b>	16
<b>Compost utilizado por tratamiento</b>	20 Kg
<b>Compost por unidad experimental</b>	5 kg
<b>Cantidad de semilla utilizada en cada unidad experimental</b>	50 g

Elaborado por: Lomas V, (2015)

Gráfico 2 Distribución del diseño experimental



Elaborado por: Lomas V, (2015)

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

HIPOTESIS	VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	INDICES	INDICADORES	TÉCNICAS	INFORMANTE
Los sustratos orgánicos a base de tamo de arveja, fréjol y cascarilla de chocho influirán significativamente en la producción de champiñones <i>Agaricus Bisporus (lange) imbach</i>	Variable dependiente  Cultivo de champiñones	Incubación	Porcentaje de incubación	Crecimiento de micelio	Observación directa	Autor
		Desarrollo del primordio	Tiempo	Primordios /tiempo de surgimiento	Observación directa	Autor
		Tiempo a la cosecha	Duración del ciclo	Tiempo	Observación directa	Autor
		Fenotipo del champiñón <i>Agaricus bisporus (lange) imbach</i>	cm	Diámetro del píleo Altura del pie Diámetro del pie Altura del hongo	Observación directa y medición con un calibrador pie de rey	Autor
		Producción	Kg hongo/tratamiento	Rendimiento	Observación directa y conteo	Autor

	Variable independiente sustrato orgánicos	Sustrato a base de arveja	tamo de arveja cuyinasa urea, yeso melaza, soya	%N,P,K Materia orgánica Relación C /N	Análisis de laboratorio	Autor
		Sustrato a base de frejol	tamo de fréjol cuyinasa urea, yeso melaza, soya	%N,P,K Materia orgánica pH Relación C/N	Análisis de laboratorio	Autor
		Sustrato a base de cascarilla de chocho	cascarilla de chocho cuyinasa urea, yeso melaza, soya	%N,P,K Materia orgánica Relación C/N	Análisis de laboratorio	Autor

### 3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

#### 3.5.1 Fuentes bibliográficas

La información para esta investigación fue recopilada de libros, revistas e investigaciones realizadas referentes a este tema.

#### 3.5.2 Información procedimental

Para realizar esta investigación se consideró la localización del experimento factores en estudio, los análisis de varianza y funcional (ADEVA Y TUKEY), además de las variables a evaluarse.

#### 3.5.3 Localización del experimento

Tabla 8 Datos informativos del experimento

<b>PROVINCIA</b>	<b>CARCHI</b>
<b>Cantón</b>	Bolívar
<b>Parroquia</b>	Bolívar
<b>Comunidad</b>	Cuesaca
<b>Altura.</b>	2606 msnm
<b>Temperatura promedio</b>	15 – 18°C
<b>Latitud</b>	(0°31'06.5"N) Y 0.51847
<b>Longitud</b>	(77°52'58.2"W) X 77.882823

Fuente: INHAMI citado por Aúpas .G. (2008)

### 3.5.4 Tratamientos en estudio

Tabla 9 Cantidades utilizadas en la elaboración del compost

Porcentaje	Materiales en kg T0	Materiales en kg T1	Materiales en kg T2	Materiales en kg T3
<b>67,78</b>	13,5 Tamo de trigo	13,5 Tamo de arveja	13,5 Tamo de frejol	13,5 Tamo de chocho
<b>28,45</b>	5,69 Cuyinasa	5,69 Cuyinasa	5,69 Cuyinasa	5,69 Cuyinasa
<b>0,83</b>	0,166 Urea	0,166 Urea	0,166 Urea	0,166 Urea
<b>1,91</b>	0,382 Yeso	0,382 Yeso	0,382 Yeso	0,382 Yeso
<b>0,6</b>	0,131 Melaza	0,131 Melaza	0,131 Melaza	0,131 Melaza
<b>0,6</b>	0,131 Soya	0,131 Soya	0,131 Soya	0,131 Soya
<b>Total</b>	20	20	20	20

Fuente: Alvarado & Parra (2008)

Elaborado por: Lomas, V (2015)

### 3.5.5 Diseño experimental.

#### 3.5.5.1 Tipo de diseño

En la presente investigación se empleó un Diseño de Bloques Completo al Azar donde el factor en estudio son los tipos de sustratos orgánicos a base de tamo de arveja, frejol y cascarilla de chocho) para el cultivo de champiñones *Agaricus bisporus* (Lang) Imbach.

### 3.5.5.2 Características del experimento

Se aplicó un diseño de Bloques completo al azar (DBCA), en la tabla 10 se describe las características del experimento.

Tabla 10 Características del diseño

<b>Tratamientos</b>	<b>Cuatro (4)</b>
<b>Repeticiones</b>	Cuatro (4)
<b>Número de unidades experimentales</b>	Diez y seis (16)
<b>Área total de la unidad experimental</b>	0.135 m <sup>2</sup> con 5kg de compost húmedo

Elaborado por: Lomas V. (2015)

### 3.5.5.3 Característica de la unidad experimental

La unidad experimental cuenta con un área de 0.135 m<sup>2</sup> la cual se acondicionó 5kg de compost húmedo, con una cantidad de semilla o blanco de 50 gr por unidad experimental, teniendo en cuenta las condiciones necesarias para la producción de champiñones

### 3.5.5.4 Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Tabla 11 Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

<b>Fuente de variación</b>	<b>Formula</b>	<b>G.L.</b>
<b>Tratamientos</b>	T-1	3
<b>repeticiones</b>	r-1	3
<b>Error</b>	(t-1)(r-1)	9
<b>Total</b>	Tr-1	15

Elaborado por: Lomas, V (2015)

#### 3.5.5.5 Análisis funcional

Para comparar las medias de los tratamientos se usó la prueba de Tukey al 5 %

#### 3.5.5.6 Variables evaluadas

##### a. Incubación

Para evaluar el crecimiento del blanco o micelio, se realizó un monitoreo a los 15 días después de la siembra, realizando una observación directa del desarrollo del micelio en escala del 1-100%.

##### b. Desarrollo del primordio (días de surgimiento de los primordios)

La medición de esta variable se efectuó desde la aplicación de la cobertura hasta observar los primeros primordios visibles de cada uno de los tratamientos.

##### c. Tiempo a la cosecha

Se la considero desde la aplicación de la cobertura, con las características propias para la cosecha como son el color, la forma y su madurez.

##### d. Fenotipo del hongo

Se considero a los champiñones cosechados para la medición de: Diámetro del píleo, altura del pie, diámetro del pie y altura del hongo con la ayuda de un calibrador pie de rey.

#### e. Producción (rendimiento)

El rendimiento se lo calculó en kg por el área total de cada tratamiento.

#### f.- Análisis económico

El análisis económico se realizó por medio del indicador Beneficio/Costo (B/C), en el que se consideran los gastos de egresos y los ingresos de las ventas de los champiñones.

#### f. Composición química de los sustratos

Esto se realizó por medio de un análisis de laboratorio de (N, P, K) de los sustratos con un peso de 400 gr cada muestra.

### 3.5.6 Métodos de manejo del experimento

#### 3.5.6.1 Materiales y equipos

##### a) Materiales de campo

- Tablas
- Clavos
- Plástico negro
- Rastrillo
- Baldes
- Equipo de protección ( guantes y botas de caucho)
- Habitación

- Cajas de 0,45 x 0,30cm
- Cable de luz
- Insecticidas
- Desinfectantes

b) Equipos

- Balanza
- Refrigerador
- Termómetro
- Cuarto de pasteurización
- Bomba de fumigar
- Cámara fotográfica
- Computador
- Calibrador pie de rey

c) Materia prima

En la investigación realizada se utilizó 800 g de micelio del genero *Agaricus bisporus* ( *lange imbach*) inoculado en granos de mijo (*Pennisetum glaucum*) otorgada por la empresa Kenned S.A

Los sustratos utilizados fueron elaborados a base de: tamo de arveja, tamo de fréjol, cascarilla de chocho, tamo de trigo, y enriquecido con cuyinasa, urea, soya, yeso, melaza.

d) Materiales de oficina

Computador, calculadora, cámara fotográfica, flash memory.

3.5.6.2 Procedimiento

a) Compostaje

Para este proceso se elaboró una compostera con un volumen de 4 m<sup>3</sup> la cual se dividió en 4 partes para cada tratamiento, cada uno se constituyó de 1m<sup>3</sup> con capacidad de contener 20 kg de sustrato. En la base y la cubierta se colocó plástico de propileno, la cual sirve para mantener la temperatura e impedir el paso directo de rayos solares y el exceso de agua.

Se realizó además la recolección de materia prima, como son: el tamo de arveja, tamo de fréjol, cascarilla de chocho, tamo de trigo estos materiales conjuntamente con la cuyinasa se procedió a mezclarlos respetando la particularidad de cada tratamiento, además, con la finalidad de obtener una mejor textura se le espolvoreo yeso, la aplicación de la melaza se la realizó en los diferentes riegos.

Estos materiales una vez mezclados se apilo en forma de cordón por un tiempo de 21 días, con la finalidad de que exista una fermentación adecuada y obtener los requerimientos nutritivos que necesita el champiñón que son materia orgánica y los hidratos de carbono, dando cuatro volteos a la composta con riegos seguidos o según lo necesite el sustrato.

Para verificar las características químicas del compost se evaluó mediante un análisis de laboratorio el cual nos indica una relación carbono nitrógeno promedio 9.7 lo cual nos indica que no hay una excesiva liberación de nitrógeno.

#### c) Pasteurización

Se la realizó en un local donde impida el paso del aire directo al interior, con techo y paredes aislados, donde se inyectó vapor y se controló las temperaturas de la composta para lograr eliminar agentes contaminantes por un tiempo de 10 días.

#### b) Siembra

Se procedió a sembrar en el día 32 con el blanco obtenido de la empresa Kenned. La semilla adquirida fue inoculada en granos de mijo (*Pennisetum glaucum*), la cantidad usada en cada tratamiento fue de 200g. El proceso de siembra fue en tres capas sobre el compost, a una temperatura de 24°C.

#### c) Inoculación

La inoculación tiene un tiempo de 15 días, a partir de la siembra, para lo cual se controló y mantuvo las temperaturas, entre los 22°C - 26°C con el fin de conseguir una buena cobertura en todo el sustrato del micelio. Para mantener la temperatura se regó agua sobre el piso.

#### d) Cobertura

La turba se consiguió por medio de la empresa comercial Solinag, a la cual se le incorporo cal con la finalidad de regular el pH. La cobertura se la preparó 5 días antes de colocarla al sustrato invadido de micelio en una capa de 4 cm, a los 16 días, con el propósito de mantener la humedad necesaria para que los hongos formen los primordios. Para desinfectar la tierra de cobertura se utilizó formol al 5%.

#### e) Cosecha

La cosecha de los champiñones se realizó, de la manera más cuidadosa posible tratando de mantener la calidad. El procedimiento para este paso fue tomar al hongo del sombrero (evitando aplastarlo y lastimarlo), girando de izquierda a derecha y se lo sustrajo, al final se cortó parte del pie donde se adhiere la tierra de cobertura para evitar se manche al champiñón.

### 3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Los datos obtenidos se recolectaron de acuerdo a las variables planteadas.

#### 3.6.1 Análisis de resultados

##### 3.6.1.2 Incubación

Tabla 12 Análisis de varianza (ADEVA) para la incubación a los 15 días

<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>
<b>TOTAL</b>	15	0,83		
<b>TRAT</b>	3	0,17	0,06	1,01 <b>NS</b>
<b>REP</b>	3	0,16	0,05	0,99
<b>ERROR</b>	9			
<b>CV</b>	13.30%			
<b><math>\bar{x}</math></b>	0.65%			

Fuente: Lomas, V. (2015)

Al realizar el análisis de varianza del porcentaje de incubación a los 15 días, se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 13.30%.

Tabla 13 Promedio del porcentaje de incubación a los 15 días

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>T2(Tamo de fréjol)</b>	53,75%
<b>T3(cascarilla de chocho)</b>	58,75%
<b>T1(tamo de alverja)</b>	65%
<b>T4(Testigo absoluto )</b>	82,50%

Fuente: Lomas. V (2015)

El análisis estadístico bajo la prueba de Tukey al 5% confirma que el mayor porcentaje de incubación presenta el testigo, seguido del T1 con un 65%.

En los ensayos de Cifuentes y Buenos, 1983 citado por Parra (2008) reportaron el desarrollo del micelio a los 15 días utilizando tamo de trigo, acercándose así a los resultados obtenidos en el ensayo. En otros estudios realizados sobre el cultivo de champiñón en lo referente al desarrollo micelial utilizando diferentes fuentes de sustratos a base de heno, gallinaza, bagazo de caña, melaza, y harina de arroz es del 40 y 55% a los 10 días según Albarran y Fioré (1996) citado por Parra (2008).

3.6.1.2 Desarrollo de primordios. (Días de surgimiento de los primeros primordios)

Tabla 14 Análisis de varianza (ADEVA) para los días de surgimiento de los primeros primordios.

<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>
<b>TOTAL</b>	15	1,62		
<b>TRAT</b>	3	0,12	0,04	<b>0,3NS</b>
<b>REP</b>	3	0,27	0,09	0,65
<b>ERROR</b>	9			
<b>CV</b>	8,26%			
<b><math>\bar{x}</math></b>	4,43 días			

Fuente: Lomas. V (2015)

Al realizar el análisis de varianza del número de días del surgimiento de los primeros primordios, se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 8.26%

Tabla 15 Promedio días de surgimiento de primordios.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>T4(Testigo absoluto )</b>	17,75 días
<b>T3(Cascarilla de chocho)</b>	19,5 días
<b>T2(Tamo de fréjol)</b>	19,5 días
<b>T1(Tamo de alverja)</b>	19,75 días

Fuente: Lomas. V (2015)

Con relación a la prueba de Tukey al 5% para la variable de días surgimiento de primordios, presenta el T4 con 17.75 días, para el T2 y T3 19.5 días y para el T1 19.75 días, demostrando así un rápido crecimiento de primordios, ya que según (Fernandez, 2005) la producción de los champiñones empieza a lo 21-26 días

En el caso de nuestro ensayo las medias del número de días de surgimiento de primordios varían entre 17 y 19 días esto se debe según Fernández (2005), al manejo de temperaturas ya que en esta etapa, se mantiene un promedio de 24°C y deberán mantenerse, en caso de que se eleve la temperatura en el interior del cuarto ya no se podrá utilizar aire del exterior para bajar las temperaturas.

Es por eso que si el cuarto de producción no se encuentra con las debidas protecciones puede estimularse la formación de primordios y agrega además que pueden existir diferencias entre variedades de cepas, en cuanto a fructificación y su rapidez, en idénticas condiciones de cultivo.

### 3.6.1.3 Tiempo a la cosecha

Tabla 16 Análisis de varianza (ADEVA) para el tiempo de cosecha del hongo *Agaricus bisporus (Lange) imbach*

<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>
<b>TOTAL</b>	15	156		
<b>TRAT</b>	3	138,50	46,17	27,70*
<b>REP</b>	3	2,50	0,83	0,50
<b>ERROR</b>	9	15		
<b>CV</b>	5.61%			
<b><math>\bar{x}</math></b>	5,43días			

Fuente: Lomas. V (2015)

Al realizar el análisis de varianza del número de días del surgimiento de los primeros primordios del champiñón *Agaricus bisporus (Lange) Imbach*, se determina que existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos, existiendo así 2 rangos. El coeficiente de variación en esta medición es de 5.61%

Tabla 17 Promedios del tiempo a la cosecha (después de la colocación de la cobertura)

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>T4(Testigo absoluto)</b>	19.50 días A
<b>T1( Tamo de alverja)</b>	20.75 días A
<b>T2(Tamo de fréjol)</b>	25.75 días B
<b>T3(Cascarilla de chocho)</b>	26.50 días B

Fuente: Lomas. V (2015)

La prueba de Tukey al 5% nos demuestra los promedios de cada uno de los tratamientos en la variable de tiempo a la cosecha después de colocar la cobertura se obtienen la presencia de dos rangos (A y B) el primer rango (A) fueron el T4 (Tamo de trigo) de 19.5 días y el T1 (Tamo de alverja) de 20.75 días, y en el rango (B) tenemos al T2 (Tamo de fréjol) de 25,75 días y T3 (Cascarilla de chocho) de 26.50 días.

Obteniéndose un resultado favorable y concordando así con Fernández (2005) que expone sobre la producción de champiñones inicia después de aproximadamente 23 - 26 días después de haberse aplicado la cobertura al sustrato. Siendo así el T3 (tamo de frejol) y T4 (cascarilla de chocho) en mantenerse en este rango.

#### 3.6.1.4 Fenotipo del hongo

Para establecer la calidad del champiñón de parís construimos una tabla donde se puede clasificar según el diámetro del píleo y verificar las características de los mismos por cada tratamiento.

Tabla 18 Clasificación de los champiñones de parís o *Agaricus bisporu (Lange)*  
*Imbach*

DIAMETRO DEL PILEO		
TAMAÑO	LIMITE DEL TAMAÑO	TIPO
Pequeño	2,0 cm a 2,9 cm	C
Mediano	3,2 cm a 3,9 cm	B
Grande	4 cm a 4,7 cm	A
Extra grande	4,8 cm a mas	Jumbo

Fuente: <http://www.kennet.com.ec>  
Elaborado por: Lomas .V (2015)

A.- Diámetro del púleo del hongo

Tabla 19 Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del púleo del hongo  
*Agaricus bipostrus (Lange)* *Imbach* cosechado.

FDV	GL	SC	CM	Fcal
<b>TOTAL</b>	15	1,19		
<b>TRAT</b>	3	0,09	0,03	<b>0,36NS</b>
<b>REP</b>	3	0,33	0,11	1,26
<b>ERROR</b>	9			
<b>CV</b>	9,60%			
<b><math>\bar{x}</math></b>	3.06 cm			

Fuente: Lomas. V (2015)

Al realizar el análisis de varianza para el diámetro del púleo del hongo cosechado, se determina que no existen diferencias estadísticamente

significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 9.60%.

Tabla 20 Promedios del diámetro del píleo del hongo

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>T3 (Cascarilla de chocho)</b>	2,93 cm
<b>T1 (Tamo de alverja )</b>	3,10 cm
<b>T4 (Testigo absoluto )</b>	3,10 cm
<b>T2 (Tamo de fréjol)</b>	3,11 cm

Fuente: Lomas. V (2015)

En la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro del píleo del champiñón todos los tratamientos se ubican en un solo rango, pero analizando los promedios tenemos que el T3 (Cascarilla de chocho) presenta el menor valor de 2,93 y seguidas del T1 (Tamo de arveja), T4 (Testigo absoluto) con un valor de 3.10 y el T2 (Tamo de fréjol) presentan un valor de 3.11.

Román, 1989 citado por Parra (2005) en su trabajo de grado presenta que en el sustrato a base de tamo de trigo encontraron diámetros de píleo entre los 34 a 39 mm. Dando así una relación que concuerda con los valores presentes ya que en el T4 (Testigo) es de 3.10.

Por otra parte según la categorización de la empresa Kenned (Tabla 18) todos los rangos evaluados de cada uno de los tratamientos están dentro de esta clasificación

B.- Altura del pie

Tabla 21 Análisis de varianza (ADEVA) para la altura del pie.

<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>TOTAL</b>	15	0,13		
<b>TRAT</b>	3	0,02	0,01	0,74 <b>NS</b>
<b>REP</b>	3	0,02	0,01	0,52
<b>ERROR</b>	9	0,09		
<b>CV</b>	6,28%			
<b><math>\bar{x}</math></b>	1.54 cm			

Fuente: Lomas. V (2015)

Al realizar el análisis de varianza para la altura del pie, se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 6.28%.

Tabla 22 Promedio para la altura del pie

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Medias</b>
<b>T3(Cascarilla de chocho)</b>	1,43 cm
<b>T2(Tamo de fréjol)</b>	1,43 cm
<b>T1(Tamo de alverja )</b>	1,63 cm
<b>T4(Testigo absoluto)</b>	1,7 cm

Fuente: Lomas. V (2015)

En la prueba de Tukey al 5 % determina el que el tratamiento con la mayor altura del pie fue el testigo (tamo de trigo), con un valor 1,7 cm le sigue el T1 (Tamo de arveja) con 1,63 cm, continua el T2 (Tamo de fréjol) y T3 (Cascarilla de chocho) con un promedios de 1,43 cm respectivamente.

C.- Diámetro del pie en la tercera oleada

Tabla 23 Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del pie en la tercera oleada

<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>
<b>TOTAL</b>	15	0,45		
<b>TRAT</b>	3	0,10	0,03	<b>1,37NS</b>
<b>REP</b>	3	0,13	0,04	1,85
<b>ERROR</b>	9	0,22		
<b>CV</b>	12,59 %			
<b><math>\bar{x}</math></b>	1,23 cm			

Fuente: Lomas. V ( 2015)

Al realizar el análisis de varianza para la altura del pie, se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 12.59

Tabla 24 Promedio del diámetro del pie en la tercera oleada

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS cm</b>
<b>T1(Tamo de arveja)</b>	1,11
<b>T2(Tamo de fréjol)</b>	1,23
<b>T3(Cascarilla de chocho)</b>	1,29
<b>T4(Testigo absoluto )</b>	1,32

Fuente: Lomas. V (2015)

D.- Altura del hongo

Tabla 25 Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del pie en la tercera oleada

<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>
<b>TOTAL</b>	15	1,53		
<b>TRAT</b>	3	0,10	0,03	0,25 <b>NS</b>
<b>REP</b>	3	0,18	0,06	0,42
<b>ERROR</b>	9	1,25		
<b>CV</b>	11,53 %			
<b><math>\bar{x}</math></b>	3.24 cm			

Fuente: Lomas. V (2015)

Al realizar el análisis de varianza para la altura del pie, se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 11.53%

Tabla 26 Promedio de la altura del hongo

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Medias</b>
<b>T1(Tamo de arveja )</b>	3,13 cm
<b>T2(Tamo de fréjol)</b>	3,23 cm
<b>T3(Cascarilla de chocho)</b>	3,24 cm
<b>T4(Testigo absoluto )</b>	3,36 cm

Fuente: Lomas. V (2015)

### 3.6.1.8 Producción (Rendimiento kg/m<sup>2</sup>)

Tabla 27 Análisis de varianza (ADEVA) para el rendimiento (kg/m<sup>2</sup>).

<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>
<b>TOTAL</b>	2	2,49		
<b>TRAT</b>	3	1,97	0,66	20,06*
<b>REP</b>	3	0,23	0,08	2,37
<b>ERROR</b>	9	0,29		
<b>CV</b>	10,61			
<b><math>\bar{x}</math></b>	2.05 kg			

Fuente: Lomas. V (2015)

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento por metro cuadrado, se determina que existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 10.61%.

Para determinar cuál de los tratamientos generó los mejores resultados se realizó la prueba de Tukey al 5%.

Tabla 28 Promedio del rendimiento kg/m<sup>2</sup>

<b>TRATAMINETOS</b>	<b>MEDIAS Kg/m<sup>2</sup></b>	
<b>T3(Cascarilla de chocho)</b>	0,79	A
<b>T2(Tamo de fréjol)</b>	0,88	A
<b>T4(Testigo absoluto )</b>	3,18	B
<b>T1( Tamo de arveja)</b>	3,37	B

Fuente: Lomas, V (2015)

La cual nos indica que la variable del rendimiento en Kg/m<sup>2</sup>, se tiene la presencia de 2 rangos (A y B). El primer rango fue el tratamiento T3 con una media de 0.79 Kg/m<sup>2</sup>, seguida del tratamiento T2 con una media de 0.88 Kg/m<sup>2</sup> continua el T1 con una media 3.37 Kg/m<sup>2</sup> y T4 con una media de 3.18 Kg/m<sup>2</sup> Siendo así el tratamiento T1 que produjo una media de 3,37 Kg/m<sup>2</sup>, mientras que el T3 fue el tratamiento que produjo menos champiñones alcanzando una media de 0.79 Kg/m<sup>2</sup>

Según Fernández. (2005), la producción por metro cuadrado de champiñones varia de 18 a 25 o más kilos, dependiendo de los sistemas de producción, suplementos adicionales, en la cobertura y de la adecuada supervisión en cada uno de los procesos.

Se puede deducir que la cascarilla de chocho posee algunas sustancias anti nutritivas (alcaloides) que limitan el uso de este en procesos de elaboración de sustratos para cultivo de champiñones. Entre estas sustancias se encuentran los alcaloides, que confieren a la cáscara y al grano un carácter tóxico y sabor amargo (Guerrero, 1987) citado por Villacrés. Et al. (2009)

### 3.6.1.9 Relación beneficio - costo (B/C)

3.6.1.9 Tabla 29 Relación Beneficio/ Costo (B/C)

	COSTO PARCIAL	COSTO DEL RESIDUO	COSTO TOTAL	PRODUCCIÓN KG	P.V.P	VENTA	UTILIDAD	B/C
<b>T4</b>	11,78	0,3	12,08	3,18	8	25,44	13,36	1,11
<b>T1</b>	11,78	0,2	11,98	3,37	8	26,96	14,98	1,25
<b>T2</b>	11,78	0,2	11,98	0,88	8	7,04	-4,94	-0,41
<b>T3</b>	11,78	0,2	11,98	0,79	8	6,32	-5,66	-0,47

FUENTE: Lomas. V (2015)

Mediante el análisis realizado, se indica que: el tratamiento a base de arveja (T1) dando como resultado una relación B/C de 1.25 seguido del tratamiento a base de trigo (T4) con una relación B/C de 1.11, mientras que el tratamiento a base de tamo de frejol (T2) y el tratamiento a base de cascarilla de chocho T3 no presentan una relación costo beneficio favorable, dando un índice de T2 a base cascarilla de chocho de -0.41 y de T3 a base tamo de frejol de -0.47

### 3.6.2. Verificación de hipótesis. (Investigación cuantitativa)

Al culminar la investigación e interpretar los resultados de cada una de las variables se verifica la hipótesis, de que los sustratos probados, influyen negativamente en la producción de champiñones *Agaricus Bisporus (Lange) Imbach*, con relación al testigo T1 (a base de tamo de trigo) salvo el T1 (a base de tamo de arveja)

## IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1. CONCLUSIONES

- Para las variables diámetro del píleo y pie, altura del hongo, los tratamientos no mostraron diferencias estadísticas significativas.
- La calidad del champiñón *Agaricus bisporus (Lange) Imbach* cosechados en el ensayo están en un rango de clasificación Tipo C y B con promedios de 2.9 cm hasta 3.9 cm, que pueden ser ofertados en el mercado según la tabla 18, expuesta por la empresa Kennet.
- El sustrato con mejores resultados en cuanto a rendimiento fue el T1 a base de tamo arveja (*Pisum sativum*), comparado con el testigo absoluto (T4) a base de tamo de trigo.
- De acuerdo al análisis económico de la investigación se puede decir que el tratamiento T1 a base de tamo de arveja y T4 a base tamo de trigo, presentaron la mayor rentabilidad con un índice de 1,25 y 1,11 respectivamente.

## **4.2. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda seguir investigando otro tipo de sustratos con la finalidad de mejorar los rendimientos.
- Las instalaciones tienen que ser adecuadas para las condiciones que el champiñón necesita y evitar problemas como el de alteración de las condiciones en los procesos, ataque de plagas. etc.
- Mejorar las dosis de suplementos en la elaboración de formulaciones para obtener las características necesarias del compost y poder dotar al champiñón de un buen sustrato
- Para elaborar los sustratos es aconsejable picar o degradar bien los tipos de pajas, tamos, cascarillas, etc.; para obtener una buena cobertura de micelio en el sustrato.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

Abad, J. P. (2007). <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2535/1/T-ESPE-IASA%20II-002269.pdf>. Recuperado el 29 de 01 de 2013

Garces A, N. V. (2005). Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles . Lasallista , 15.

Alcalde, F., & Salgado, S. (2001). Producción Casera de Hongos Comestibles. Bogotá: Risaralda.

Barbado, L. (2003). Hongos Comestibles. Buenos Aires, Argentina: ALBATROS SACI.

Bósquez, P. N. (2012). Politécnica Nacional. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4663>

COPISA. (2009). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.

Cordova, M. (s.f.). ZOE Tecno - Campo. Recuperado el 10 de Noviembre de 2014

Fernandez, F. (2005). MANUAL PRÁCTICO DE PRODUCCIÓN COMERCIAL DE CHAMPIÑÓN. 24. GUADALAJARA .

Fernández, J., Díaz, T., & Garabal, J. (2002). LO QUE VD. DEBE SABER DE: SETAS CULTIVADAS . SETAS CULTIVADAS pag18-19.

Fletcher, J. W. (1991). Champiñones control de las enfermedades y plagas. Zaragoza: Acribia.

Garcia, M. (2007). CULTIVO DE SETAS Y TRUFAS . Madrid : Muni - Prensa.

Garcia, M., Quinter, R., & Agustin, L. (2004). BIOTECNOLOGIA. México: LIMUSA S.A DE C.N.

Hernandez, A. (2003). LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES . Microbiología industrial, pag 202.

Hernández, M. (1997). El champiñon . Madrid : ARAGON S.A .

IICA. (1998). Experiencias de los extencionistas de la red de alto rendimiento en el desarrollo rural en México . México : Sagar .

Lopez, E. (30 de Julio de 2010). Cultivo del champiñón la trufa y otros hongos. Recuperado el 12 de Noviembre de 2014, de FIUXI:

<http://www.fiuxy.com/ebooks-gratis/938188-cultivo-de-champinon-la-trufay-otros-hongos.html>

Martínez, K. P. (2009). *Repositorio Digital* . Recuperado el Jueves de Novimebre de 2014, de Universidad de las Americas :  
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/123456789/556>

Martinez, M. y. (2004). *CULTIVO DE CHAMPIÑONES* . Buenos Aires :  
Imaginador .

Merino, J. e. (2008). *NORMAS TÉCNICAS DE PRODCCIÓN INTEGRADA CHAMPIÑÓN*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2014, de  
<http://www22.sede.embrapa.br>

Morales, E., & Villalobos, A. (1992). *Comercializacion de productos agropecuarios* . Costa Rica : Universidad Estatal a Distancia.

Narváez, J. (2008). *EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE Lycoriella mali (DIPTERA: SCIARIDAE) PLAGAS DEL CHAMPIÑÓN Agaricus bisporus*. Santo Domingo de los Tsachilas: ESPE.

Parra, D. y. (Diciembre de 2008). Efecto del sustrato sobre la producción de champiñon de Paris (Agaricus bisporus( Lange) Imbach. *Ciencia y Agricultura* , 9-10.

Pino, A. E. (Diciembre de 2014). *ENCICLOPEDIA DEL ECUADOR*. Recuperado el 2014 de Diciembre de 2014, de <http://www.encyclopediadelecuador.com/temasOpt.php?Ind=374&Let=>

R. Gonzales, e. a. (2008). *Cultivo de Agaricus bisporus usando un sistema a pequeña escal para el compostado de mezclas a base de cáscara de semilla de girasol*. Argentina.

Robijns, S. (1979). *CULTIVO MODERNO DEL CHAMPIÑON*. Madrid: Elxpuro Hnos, S.A.

Sánchez, J. e. (2007). *Cultivo , mercadotecnia e inocuidad alimenticia de Agaricu Bisporus*. México: Ecosur.

Sandoval, L. (2012). Trabajo de grado. *ESTUDIO DE LAS CUALIDADES NUTRITIVAS DE CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS PARA EL CULTIVO DE CHAMPIÑONES* de <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Arveja.pdf>. Ibarra.

## VIII ANEXOS

### Anexo 1 Elaboración de compostera



Fuente: Lomas. V (2015)

### Anexo 2 Volteos de sustratos



Fuente: Lomas. V (2015)

### Anexo 3 Adición de yeso al compost



Fuente: Lomas. V (2015)

### Anexo 4 Sustratos listos para entrar al cuarto de pasteurización



Tamo de arveja  
(*Pisum sativum*)

Tamo de frejol  
(*Phaseolus vulgaris*)

Tamo de chocho  
(*Lupinus mutabilis*)

Fuente: Lomas. V (2015)

### Anexo 5 Cuarto de incubación



Fuente: Lomas V. (2015)

### Anexo 6 Siembra del blanco por capas sobre el sustrato



Fuente: Lomas V. (2015)

### Anexos 7 Inoculación del micelio



Fuente: Lomas V. (2015)

### Anexos 8 Cobertura



Fuente: Lomas V. (2015)

## Anexo 9 Diseño implantado



Fuente: Lomas V. (2015)

## Anexo 10 Producción (Primordios visibles)



Fuente: Lomas V. (2015)

## Anexo 11 Cosecha



Fuente: Lomas V. (2015)

## Anexo 12 Producción



Fuente: Lomas V. (2015)

Anexo 13 Toma de datos (diámetro del pileo)



Fuente: Lomas V. (2015)

Anexo 14 Toma de datos (altura del hongo)



Fuente: Lomas V. (2015)

Anexo 15 Análisis de laboratorio del tamo de arveja (*Pisum sativum*)



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA  
PROVINCIA DEL CARCHI

DIRECCION DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL

LABORATORIO DE AGUA Y SUELO  
INFORME DE RESULTADOS

Cliente: Verónica Yajaira Lomas Valencia      Número de Informe: 724  
Dirección: Bolívar      Fecha de Informe: 08/01/15  
Teléfono:      Recep. Laboratorio  
No de muestras entregadas: 1

1.- RESULTADOS ANALÍTICOS

Identificación de la muestra de suelo: Cascarilla de Arveja

Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación	Método aplicado
Materia Orgánica en el suelo	%	19.95		Walkley and Black AS-07
Nitrógeno Total (% N)	%	1.08		Kjeldahl AS-25
Fósforo extraíble	ppm	300		Colorimetría AS-26
Potasio (K)	Meq/100 ml	1.35		Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Relación C/N		9.76	C/N < 10	Excesiva liberación de Nitrógeno

\*Parámetros del programa smart fertilizer

2.- Responsable del Análisis: Ing. Leifin Carrera

Ing. Leifin Carrera

LABORATORIO DE  
AGUA Y SUELO  
GAD-CARCHI



Anexo 17 Análisis de laboratorio de cascarilla de chocho (*Lupinus mutabilis*)



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA  
PROVINCIA DEL CARCHI

DIRECCION DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL

LABORATORIO DE AGUA Y SUELO  
INFORME DE RESULTADOS

Cliente: Verónica Yajaira Lomas Valencia      Número de Informe: 725  
Dirección: Bolívar      Fecha de Informe: 08/01/15  
Teléfono:      Recep. Laboratorio  
No de muestras entregadas: 1

1.- RESULTADOS ANALÍTICOS

Identificación de la muestra de suelo: Cascarilla de Chocho

Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación	Método aplicado
Materia Orgánica en el suelo	%	20.34		Walkley and Black AS-07
Nitrógeno Total (% N)	%	0.98		Kjeldahl AS-25
Fósforo extraíble	ppm	210		Colorimetría AS-26
Potasio (K)	Meq/100 ml	1.73		Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Relacion C/N		10.96	C/N 10 – 12 Normal liberación de Nitrógeno	

\*Parámetros del programa smart fertilizer

2.- Responsable del Análisis: Ing. Lenin Carrera

  
Ing. Lenin Carrera

LABORATORIO DE  
AGUA Y SUELO  
GAD-CARCHI

## Anexo 18 Análisis de laboratorio del tamo de trigo (*Triticum aestivum*)



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA  
PROVINCIA DEL CARCHI

DIRECCION DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL

LABORATORIO DE AGUA Y SUELO  
INFORME DE RESULTADOS

Cliente:	Verónica Yajaira Lomas Valencia	Número de Informe:	722
Dirección:	Bolívar	Fecha de Informe:	08/01/15
Teléfono:		Recep. Laboratorio:	
		No de muestras entregadas:	1

### 1.- RESULTADOS ANALÍTICOS

Identificación de la muestra de suelo: Cascarilla de Trigo

Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación	Método aplicado
Materia Orgánica en el suelo	%	23.02		Walkley and Black AS-07
Nitrógeno Total (% N)	%	1.3		Kjeldahl AS-25
Fósforo extraíble	ppm	290		Colorimetría AS-26
Potasio (K)	Meq/100 ml	2.08		Extracto de saturación por medición de absorción atómica AS-19
Relacion C/N		9.36	C/N < 10	Excesiva liberación de Nitrógeno

\*Parámetros del programa smart fertilizer

2.- Responsable del Análisis: Ing. Lenin Carrera

  
Ing. Lenin Carrera

LABORATORIO DE  
AGUA Y SUELO  
GAD-CARCHI

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

No. AS-EDIA /2013

A los 30 días del mes de Enero de 2013, siendo las 18:00 h, se instala el Tribunal de Sustentación de Proyecto de Grado conformado por: Ramiro Mora PRESIDENTE; Angel Pazo M. SECRETARIO; y David Herrera ASESOR DEL PROYECTO

“Evaluación de tres sustratos orgánicos para el cultivo de champiñones Agaricus bisporus (L.peg.) en Cuzco, ca. provincia del Cuzco”

en base a lo establecido en el Reglamento de Tesis de Grado y el Instructivo de sustentación de Proyecto de Grado, para receptor la sustentación del estudiante Tomas Valencia Navarica Yajaira del 9mo nivel “...” de la carrera de Desarrollo Integral Agropecuario.

Una vez constatado y en cumplimiento de los requisitos administrativos y académicos, el estudiante ..... la sustentación con el promedio de las siguientes calificaciones:

- 1. Exposición del Proyecto de Grado Tres punto seis (3.6)
2. Precisión y Coherencia de Respuestas Tres punto seis (3.6)
3. Calidad de la Presentación del Trabajo Uno (1)

Obteniendo como nota final Ocho punto dos en la sustentación del Proyecto de Grado, razón por la cual, deberá presentarse al segundo llamado de conformidad a lo establecido en el Instructivo de Sustentación de Proyecto de Grado.

El tribunal considera pertinente que el estudiante cumpla las siguientes recomendaciones, en la próxima sustentación:

- Mejorar el marco logico
- Mejorar la sustentación con fotos en tema muy lateral
- Mejorar la línea base
- Mejorar la presentación de los datos

Dado en la ciudad de Tulcán a los 30 días del mes de Enero del 2013, firman los integrantes del Tribunal de Sustentación de Proyecto de Grado de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario

“EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA INTEGRACIÓN”

Handwritten signatures of Ramiro Mora, Angel Pazo, and David Herrera.