



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Proyecto de investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniera en Alimentos

Título del proyecto de investigación:

“CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HONGOS GÍRGOLA, EN DIFERENTES
RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN ESTADO FRESCO Y DESHIDRATADO”

Autora:

Xiomara Jamilex Vera Saquinga

Directora del proyecto de investigación:

Ing. Carol Daniela Coello Loor MSc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **XIOMARA JAMILEX VERA SAQUINGA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

XIOMARA JAMILEX VERA SAQUINGA

C.C. 1207166552



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **MSc. Carol Daniela Coello Loor**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Xiomara Jamilex Vera Saquina** realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HONGOS GÍRGOLA, EN DIFERENTES RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN ESTADO FRESCO Y DESHIDRATADO**”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:
CAROL DANIELA
COELLO LOOR

Ing. Carol Daniela Coello Loor MSc
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE PLAGIO ACADÉMICO

CERTIFICACIÓN

La suscrita, **MSc. Carol Daniela Coello Loor**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de director del Proyecto de Investigación “**CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HONGOS GÍRGOLA, EN DIFERENTES RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN ESTADO FRESCO Y DESHIDRATADO**”, de autoría de la estudiante **XIOMARA JAMILEX VERA SAQUINGA** egresada de la carrera de Ingeniería en Alimentos.

CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) el cual evalúa los niveles de originalidad en un 91 % y similitud 9 % de trabajo investigativo.

URKUND	
Documento	TESIS FINAL VERA SAQUINGA XIOMARA PARA URKUND FINAL.pdf (D150283199)
Presentado	2022-11-20 11:16 (-05:00)
Presentado por	xiomara.vera2017@uteq.edu.ec
Recibido	afernandez.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Mostrar el mensaje completo
9% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.	



Firmado electrónicamente por:
**CAROL DANIELA
COELLO LOOR**

Ing. Carol Daniela Coello Loor MSc

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título:

**“CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HONGOS GÍRGOLA, EN DIFERENTES
RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN ESTADO FRESCO Y DESHIDRATADO”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título
Ingeniera en Alimentos. Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:
**ANGEL OLIVERIO
FERNANDEZ
ESCOBAR**

**Ing. Ángel Fernández Escobar. MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:
**VICENTE ALBERTO
GUERRON TROYA**

Ing. Vicente Guerrón Troya MSc.

MIEMBRO DE TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**CHRISTIAN
AMABLE VALLEJO
TORRES**

Ing. Christian Vallejo Torres MSc.

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2022

AGRADECIMIENTO

Estas líneas no son suficientes para el inmenso agradecimiento que siento por todas las personas que han formado parte de este proceso, pero no cabe duda que el primer encargado de haberme dado la sabiduría y fuerzas para culminar mi tesis y poder cumplir mi meta más anhelada fue DIOS, sin él nada de esto hubiera sido posible.

Quiero agradecer a mis padres, Sr. Walter Vera e Ing. Juanita Saquinga por su apoyo desde el inicio de mi carrera universitaria, por nunca dejarme sola, por sus consejos que me ayudaron a nunca rendirme, por los valores que me han inculcado y por confiar en mis capacidades. A mis hermanos, tíos, sobrinos, cuñado, amigos y demás familiares por siempre estar conmigo y apoyarme en cada etapa de mi vida.

En el camino encuentras personas maravillosas que vale la pena que formen parte de tu vida, agradezco a mi Amor Luis Pio Ruiz, por su paciencia, comprensión, ser mi apoyo incondicional, por su amor, por apoyarme en mis decisiones, y darme fuerzas cuando más las necesitaba. A su mamá, hermanas, su papá que está en el cielo y a su hermosa familia en general por siempre brindarme su cariño, apoyo y hacerme parte de su gran familia; siempre los llevaré en mi corazón.

A mis amigas del alma Ángela Guerra, Dayanara Bravo, y a mis amigas incondicionales que me regaló esta etapa universitaria Daniela Sagnay y Liseth Jiménez; gracias por nunca dejarme sola y apoyarme en cada proceso. Espero siempre contar con su amistad. Las quiero mucho.

A las autoridades de esta prestigiosa Universidad, por contribuir con el inicio, ejecución y culminación de la misma. A la Ing. Carol Coello Llor. MSc., mi querida directora de esta tesis, por la confianza depositada en mí, por su guía, su amistad y su apoyo técnico permanente durante todo el proceso de investigación. Al Ing. Ángel Fernández Escobar MSc., Ing. Christian Vallejo Torres MSc. y al Ing. Vicente Guerrón Troya MSc., docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por compartir sus conocimientos en toda mi carrera universitaria, por su colaboración, apoyo incondicional, quedo inmensamente agradecida, por haberme ayudado a ser una flamante INGENIERA EN ALIMENTOS.

Que Dios los Bendiga.

Xiomara Jimenez Vera Saquinga

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a Dios, por nunca haberme abandonado y fue el interceptor para que todo mi esfuerzo se vea reflejado en esta tesis.

A mis padres Sr. Walter Vera e Ing. Juanita Saquinga, quiero que se sientan orgullosos de su hija, y a la vez con este hermoso triunfo agradecerles por todo lo que han hecho por mí, por apoyarme y siempre orar por mí y mi bienestar. Son mi pilar fundamental en la vida.

A mis hermanos, Ing. Lisseth Bonilla y Sr. Walter José Vera, quiero compartir mi alegría con ustedes porque también fueron partícipes de este proceso y confiaban en mis capacidades para triunfar, celebran conmigo mis logros, así como yo celebro los suyos. A mi familia querida, por extenderme su mano en todo momento y su apoyo anímico, me siento agradecida por tenerlos como mi familia, son todo para mí. A todas las personas que formaron parte de este proceso muy bonito, por sus palabras de aliento y su apoyo.

A mis sobrinos, Dylan Alvarado y Sofia Alvarado, para que vean en mí una inspiración, y sepan que en la vida hay que ser perseverante para llegar a las metas que se proponen.

A mi Amor Luis Pio Ruiz, por su confianza, paciencia, amor, respeto y muchas virtudes que me brinda día a día, su ayuda y apoyo fue muy importante en todo este proceso.
Te amo.

A mi querida tutora Ing. Carol Coello Llor, MSc., por haber confiado en mis capacidades, por brindarme su apoyo, gracias a usted y su ayuda pude cumplir mi sueño, le estaré siempre agradecida.

Al cielo a mis abuelitos que sé que están contentos y orgullosos por mi triunfo, siempre los llevaré en mi corazón.

Comparto con ustedes mi alegría de esta meta cumplida.

Xiomara Jamiles Vera Saquinga

RESUMEN

La producción de desechos agroindustriales genera contaminación y riesgos para la salud si no se maneja adecuadamente; sin embargo, estos subproductos pueden ser utilizados para la obtención de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus* y *djamor*), conocidos también como hongos Gírgola u Hongos Ostra con un alto contenido proteico. El presente trabajo tuvo como finalidad analizar la capacidad productiva de Hongos Gírgola, en diferentes residuos agroindustriales y sus características bromatológicas en estado fresco y deshidratado; para lo cual se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial AxB de 3x3 con 3 repeticiones para un total de 27 unidades experimentales. Los factores de estudio estuvieron conformados por factor A: Hongos Gírgola (gris y blanco; rosado) y factor b: Sustrato (raquis de banano; maíz (cáscara 50% y tusa 50%); raquis de banano (50%) + Maíz (cáscara y tusa 50%). Se evaluaron parámetros de velocidad de crecimiento micelial, producción de biomasa, eficiencia biológica y rendimiento. Así como también las características bromatológicas en los hongos en estado fresco y deshidratado como: humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra, y energía. Se obtuvieron los mejores resultados en la cepa de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, mientras que el menor resultado estimado se dio en la cepa de hongo Gírgola rosado en raquis de banano + cáscara y tusa de maíz; además existieron diferencias significativas en las características bromatológicas de los hongos Gírgola, analizados tanto en estado fresco como deshidratado; excepto en los valores de energía.

Palabras clave: Sustratos, micelio, eficiencia biológica, hongos Gírgola, tusa de maíz

ABSTRACT

The production of agro-industrial waste generates contamination and health risks if it is not handled properly; however, these by-products can be used to obtain edible mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *djamor*), also known as Oyster mushrooms or Oyster mushrooms with a high protein content. For this reason, the purpose of this work was to analyze the productive capacity of Gírgola Mushrooms, in different agro-industrial residues and their bromatological characteristics in fresh and dehydrated state; for which a Completely Random Design (DCA) was applied with a 3x3 AxB bifactorial arrangement with 3 repetitions for a total of 9 treatments. The study factors were made up of factor A: Gírgola Mushrooms (gray and white; pink) and factor b: Substrate (banana rachis; corn (50% peel and 50% cob); banana rachis (50%) + Maize (shell and cob 50%). Parameters of mycelial growth speed, biomass production, biological efficiency and yield were evaluated, as well as bromatological characteristics in fresh and dehydrated mushrooms such as: moisture, ash, protein, fat, fiber, and energy. The results indicated that the yield was higher in the white Gírgola fungus strain + peel and corn cob, while the lowest yield occurred in the pink Gírgola fungus strain on banana rachis + peel and corn cob. In addition, there were significant differences in the bromatological characteristics of *P. ostreatus*, harvested both fresh and dehydrated, except for energy values.

Keywords: Substrates, mycelium, biological efficiency, Oyster mushrooms, corncob.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
CÓDIGO DUBLÍN	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico	4
1.1.2. Formulación del problema	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
Hipótesis	6
1.3. Justificación	7
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8

2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial	10
2.2.1. Hongo Gírgola.....	10
2.2.1.1 Valor nutricional.....	11
2.2.1.2 Cultivo	11
2.2.1.3. Factores que afectan el crecimiento y fructificación	11
2.2.2. Hongos Gourmet	12
2.2.2.1. Hongos Gírgola gris (Pleurotus).....	13
2.2.2.2. Hongos Gírgola blanco (Pleurotus)	14
2.2.2.3. Usos y utilización del hongo	15
2.2.2.4. Hongo Gírgola rosado	15
2.2.2.5. Valor nutrimental.....	16
2.2.3. Cultivo de hongos.....	17
2.2.3.1. Características generales	17
2.2.3.2. Condiciones de cultivo	17
2.2.3.3. Proceso general de producción	18
2.2.4. Residuos agroindustriales.....	19
2.2.4.1. Características de los residuos.....	19
2.2.4.2. Raquis de banano.....	19
2.2.4.3. Maíz.....	20
2.2.4.4. Cáscara de maíz	20
2.2.4.5. Tusa de maíz.....	20
2.2.5. Materiales lignocelulósicos	21
2.2.5.1. Generalidades de los materiales lignocelulósicos	21
2.2.6. Fundamentos de análisis microbiológico.	21
2.2.7. Proceso de secado.....	22
2.2.7.1. Influencia de la deshidratación sobre:	22

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	24
3.1. Localización.....	25
3.2. Tipo de investigación.....	25
3.2.1. Investigación descriptiva.....	25
3.2.2. Investigación exploratoria	25
3.2.3. Investigación experimental	25
3.3. Método de investigación.....	25
3.4. Fuentes de recopilación de la información	25
3.4.1. Fuentes primarias	26
3.4.2. Fuentes secundarias.....	26
3.5. Diseño de la investigación para medios de cultivo.....	26
3.5.1. Factores y niveles en estudio para medios de cultivo	26
3.6. Diseño de la investigación de FMS	27
3.6.1. Factores y niveles en estudio de FMS.....	27
3.6.2. Esquema del Andeva.....	28
3.6.3. Modelo estadístico.....	28
3.6.4. Análisis estadístico.....	29
3.6.5. Instrumentos de investigación.....	29
3.6.6. Parámetros a determinarse	29
3.6.7. Técnicas de análisis realizados.....	29
3.6.7.1. Análisis de humedad total.....	29
3.6.7.2. Análisis de humedad higroscópica	30
3.6.7.3. Materia seca.....	30
3.6.7.4. Ceniza.....	31
3.6.7.5. Proteína.....	31
3.6.7.6. Fibra.....	32
3.6.7.7. Grasa.....	32

3.6.7.8. pH	33
3.6.7.9. Rendimiento	33
3.6.7.10. Eficiencia biológica	33
3.7. Recursos humanos y materiales	33
3.7.1. Cepa utilizada.....	34
3.7.2. Residuos agroindustriales.....	34
3.7.3. Equipos.....	34
3.7.4. Reactivos	34
3.7.5. Instrumentos	35
3.7.6. Materiales otros	35
3.7.7. Materiales de oficina	35
3.8. Procedimiento experimental	36
3.8.1. Determinación de la curva de crecimiento	37
3.8.2. Determinación de Biomasa	37
3.8.3. Obtención de semilla de Hongos Gírgola para fermentación en medio sólido..	37
3.8.4. Fermentación de medio solido	38
3.8.4.1. Descripción del proceso de fermentación en medio solido FMS	38
3.8.5. Producción de las setas en la cámara de incubación	39
3.8.6. Diagrama de bloques	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1. Resultados.....	42
4.2. Discusión	80
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1. Conclusiones.....	85
5.2. Recomendaciones	86
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....	87
6.1. Literatura citada	88
CAPÍTULO VII: ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la cáscara o hoja de la mazorca	20
Tabla 2. Composición química de la tusa de maíz	21
Tabla 3. Factores y niveles de estudio de medios de cultivo.....	26
Tabla 4. Factores y niveles de estudio de FMS	27
Tabla 5. Análisis de varianza de la investigación.....	28
Tabla 6. Efecto de la cepa en la velocidad de crecimiento radial y en la producción de biomasa.....	42
Tabla 7. Efecto del medio en la velocidad del crecimiento radial y en la producción de biomasa.....	43
Tabla 8. Respuesta de las variables de velocidad de crecimiento radial y producción de biomasa de la interacción cepa medio	45
Tabla 9. Ecuaciones de crecimiento obtenidas del análisis matemático de regresión lineal de cada tratamiento.....	52
Tabla 10. Tasa de crecimiento específico μ (mm h ⁻¹) para cada uno de los medios de cultivo y los hongos comestibles evaluados	52
Tabla 11. Porcentaje de eficiencia biológica de hongos Gírgola producidos en los tres sustratos	53
Tabla 12. Prueba de rangos múltiples Tukey de la eficiencia biológica	53
Tabla 13. Rendimiento de hongos Gírgola reproducidos en los tres sustratos.....	55
Tabla 14. Prueba de rangos múltiples Tukey del rendimiento	55
Tabla 15. Respuesta de las variables de eficiencia biológica y rendimiento.....	56
Tabla 16. pH de Hongos Gírgola fresco	57
Tabla 17. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de pH en estado fresco.	57
Tabla 18. pH de Hongos Gírgola deshidratado	58
Tabla 19. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de pH en deshidratado.	59
Tabla 20. Humedad de Hongos Gírgola fresco	60
Tabla 21. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de humedad en fresco.....	60
Tabla 22. Humedad de Hongos Gírgola deshidratado.....	61
Tabla 23. Prueba de rangos múltiples de Tukey de análisis de humedad en deshidratado.	62
Tabla 24. Ceniza de Hongos Gírgola fresco	62
Tabla 25. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de ceniza en estado fresco ...	63
Tabla 26. Ceniza de Hongos Gírgola deshidratado	64

Tabla 27. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de ceniza en deshidratado....	64
Tabla 28. Materia seca de Hongos Gírgola fresco.....	65
Tabla 29. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de materia seca en fresco.....	66
Tabla 30. Materia seca de Hongos Gírgola deshidratado	66
Tabla 31. Prueba de rangos múltiples de Tukey de análisis de mat seca en deshidratado.	67
Tabla 32. Grasa de Hongos Gírgola fresco.....	68
Tabla 33. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de grasa en estado fresco.....	68
Tabla 34. Grasa de Hongos Gírgola deshidratado	69
Tabla 35. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de grasa en estado des.	70
Tabla 36. Fibra de Hongos Gírgola fresco	70
Tabla 37. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de fibra en estado fresco.....	71
Tabla 38. Fibra de Hongos Gírgola deshidratado	72
Tabla 39. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de fibra en deshidratado.	72
Tabla 40. Energía de Hongos Gírgola fresco	73
Tabla 41. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco..	74
Tabla 42. Energía de Hongos Gírgola deshidratado	74
Tabla 43. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco..	75
Tabla 44. Proteína de Hongos Gírgola fresco.....	76
Tabla 45. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco..	76
Tabla 46. Proteína de Hongos Gírgola deshidratado	77
Tabla 47. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco..	78
Tabla 48. Características bromatológicas de las tres cepas de hongos Gírgolas fresco y deshidratado cultivados en tres sustratos de cosecha	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Hongos deshidratado.....	12
Figura 2 Morfología de un hongo.....	13
Figura 3 Setas de ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	14
Figura 4 Obtención de cepa pura de Djamor.....	16

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Promedio de la producción de biomasa fúngica de los tratamientos.....	44
Gráfico 2. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBRPDA	46
Gráfico 3. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBCTPDA.....	46
Gráfico 4. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBRCTPDA	47
Gráfico 5. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBPDA.....	47
Gráfico 6. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGRPDA	48
Gráfico 7. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGCTPDA.....	48
Gráfico 8. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGRCTPDA.....	49
Gráfico 9. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGPDA.....	49
Gráfico 10. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRRPDA	50
Gráfico 11. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRCTPDA.....	50
Gráfico 12. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRRCTPDA	51
Gráfico 13. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRPDA.....	51
Gráfico 14. Porcentaje de eficiencia biológica de hongos Gírgola	54
Gráfico 15. Rendimiento de producción reproducidos en los tres sustratos.....	56
Gráfico 16. Análisis de pH de hongo en estado fresco.....	57
Gráfico 17. Análisis de pH de hongo en estado deshidratado	58
Gráfico 18. Análisis de humedad de hongo en estado fresco	60
Gráfico 19. Análisis de humedad de hongo en estado deshidratado	61
Gráfico 20. Análisis de ceniza de hongo en estado fresco	63
Gráfico 21. Análisis de ceniza de hongo en estado deshidratado.....	64
Gráfico 22. Análisis de materia seca de hongo en estado fresco.....	65
Gráfico 23. Análisis de materia seca de hongo en estado deshidratado	67
Gráfico 24. Análisis de grasa de hongo en estado fresco	68
Gráfico 25. Análisis de grasa de hongo en estado deshidratado.....	69
Gráfico 26. Análisis de fibra de hongo en estado fresco	71
Gráfico 27. Análisis de fibra de hongo en estado deshidratado	72
Gráfico 28. Análisis de energía de hongo en estado fresco.....	73
Gráfico 29. Análisis de energía de hongo en estado deshidratado	75
Gráfico 30. Análisis de proteína de hongo en estado fresco.....	76
Gráfico 31. Análisis de proteína de hongo en estado deshidratado.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cultivo en agar PDA.....	98
Anexo 2. Llenado de cajas	98
Anexo 3. Inoculación de la cepa	98
Anexo 4. Crecimiento radial de la cepa	99
Anexo 5. Cajas totalmente colonizadas a las 264 horas.....	99
Anexo 6. Contaminación en cajas Petri	99
Anexo 7. Obtención de semillas.....	100
Anexo 8. Inoculación en semillas	100
Anexo 9. Propagación de hongo en semilla	100
Anexo 10. Extracto de los residuos.....	101
Anexo 11. Cultivo de extractos + PDA.....	101
Anexo 12. Inoculación de hongos en cultivo de extractos	101
Anexo 13. Crecimiento radial de cajas Petri	102
Anexo 14. Inicio de fermentación en medio solido	102
Anexo 15. Propagación del hongo en sustratos.....	102
Anexo 16. Fermentación del medio solido en los sustratos en Incubación.....	103
Anexo 17. Sustrato de raquis de banano con exceso de agua	103
Anexo 18. Contaminación en bolsa de raquis de banano.....	103
Anexo 19. Crecimiento de los hongos en los sustratos	104
Anexo 20. Fructificación de los hongos en los sustratos	104
Anexo 21. Deshidratación de los hongos Gírgola.....	104
Anexo 22. Análisis de pH de hongos Gírgola	105
Anexo 23. Análisis de humedad y ceniza de hongos Gírgola.....	105
Anexo 24. Análisis de grasa de hongos Gírgola	105
Anexo 25. Análisis de fibra de hongos Gírgola	106
Anexo 26. Análisis de Energía.....	106
Anexo 27. Determinación de biomasa	106
Anexo 28. Cuadro de análisis de varianza de Eficiencia biológica	107
Anexo 29. Cuadro de análisis de varianza de Velocidad de crecimiento radial VCR	107
Anexo 30. Cuadro de análisis de varianza de biomasa	107
Anexo 31. Cuadro de análisis de varianza de rendimiento	107

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Capacidad productiva de hongos Gírgola, en diferentes residuos agroindustriales en estado fresco y deshidratado”
Autor:	Xiomara Jamilex Vera Saquinga
Palabras clave:	Sustratos, micelio, eficiencia biológica, hongos Gírgola, tusa de maíz
Fecha de publicación:	Noviembre, 2022
Editorial:	Quevedo: UTEQ
Resumen: (hasta 250 palabras)	Resumen.- La producción de desechos agroindustriales genera contaminación y riesgos para la salud si no se maneja adecuadamente; sin embargo, estos subproductos pueden ser utilizados para la obtención de hongos comestibles (<i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>djamar</i>), conocidos también como hongos Gírgola u Hongos Ostra con un alto contenido proteico. Por tal razón, el presente trabajo tuvo como finalidad analizar la capacidad productiva de Hongos Gírgola, en diferentes residuos agroindustriales y sus características bromatológicas en estado fresco y deshidratado; para lo cual se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial AxB de 3x3 con 3 repeticiones para un total de 9 tratamientos. Los factores de estudio estuvieron conformados por factor A: Hongos Gírgola (gris y blanco; rosado) y factor b: Sustrato (raquis de banano; maíz (cáscara 50% y tusa 50%); raquis de banano (50%) + Maíz (cáscara y tusa 50%). Se evaluaron parámetros de velocidad de crecimiento micelial, producción de biomasa, eficiencia biológica y rendimiento. Así como también las características bromatológicas en los hongos en estado fresco y deshidratado como: humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra, y energía. Los resultados indicaron que el rendimiento fue mayor en la cepa de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, mientras que el menor rendimiento se dio en la cepa de hongo Gírgola rosado en raquis de banano + cáscara y tusa de maíz; además existieron diferencias significativas en las características bromatológicas de <i>P. ostreatus</i>, cosechados tanto en estado fresco como deshidratado; excepto en los valores de energía. Abstract.- The production of agro-industrial waste generates contamination and health risks if it is not handled properly; however, these by-products can be used to obtain edible mushrooms (<i>Pleurotus ostreatus</i> and <i>djamar</i>), also known as Oyster mushrooms or Oyster mushrooms with a high protein content. For this reason, the purpose of this work was to analyze the productive capacity of Gírgola Mushrooms, in different agro-industrial residues and their bromatological characteristics in fresh and dehydrated state; for which a Completely Random Design (DCA) was applied with a 3x3 AxB bifactorial arrangement with 3 repetitions for a total of 9 treatments. The study factors were made up of factor A: Gírgola Mushrooms (gray and white; pink) and factor b: Substrate (banana rachis; corn (50% peel and 50% cob); banana rachis (50%) + Maize (shell and cob 50%). Parameters of mycelial growth speed, biomass production, biological efficiency and yield were evaluated, as well as bromatological characteristics in fresh and dehydrated mushrooms such as: moisture, ash, protein, fat, fiber , and energy. The results indicated that the yield was higher in the white Gírgola fungus strain + peel and corn cob, while the lowest yield occurred in the pink Gírgola fungus strain on banana rachis + peel and corn cob In addition, there were significant differences in the bromatological characteristics of <i>P. ostreatus</i>, harvested both fresh and dehydrated, except for energy values.
Descripción:	124 hojas A4 : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URL:	

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años, la sociedad ha mostrado una preocupación cada vez más acentuada por las posibles relaciones entre la alimentación y la salud. La necesidad que el ser humano tiene de alimentarse, junto a la relevancia alcanzada por los temas relacionados con la salud, han llevado a un primer plano el interés por los efectos saludables de los alimentos; es decir, el consumidor manifiesta claras preferencias por aquellos alimentos que considera beneficiosos para su salud y en general por los productos naturales. [1]

Los hongos comestibles tienen un alto valor desde el punto de vista gastronómico y nutricional. Son una fuente alternativa de proteínas y además aportan vitaminas del grupo B, a su vez poseen propiedades anticancerígenas, antioxidantes, antibióticas, antivirales y más. [2]. Los hongos gourmet Gírgolas del género *Pleurotus* son los más fáciles y menos costosos de producir, debido a la alta adaptabilidad, agresividad y productividad, además tienen la habilidad de descomponer troncos de madera, crecer sobre diferentes residuos orgánicos y producir grandes cantidades de proteína de alta calidad, sobre sustratos que están compuestos de materiales residuales. [3].

Las Gírgolas se diferencian de los champiñones porque no requieren sustratos compostados, debido a que estas se degradan y se alimentan de la celulosa y la lignina presente en residuos vegetales. Una de las opciones para obtener hongos Gírgolas, es empleando Fundas de polietileno rellenas con sustrato húmedo, preparado a base de paja de cereales, de 3, 5 o 10 Kg. de peso, lo que hace que la producción sea sencilla y posible. [2]

El micelio de este hongo puede crecer en una temperatura entre 0 y 35 °C, con temperatura óptima de 30 °C, y en un rango de pH entre 5,5 y 6,5. Se ha observado que después de cosechar los cuerpos fructíferos de hongos ostra en los materiales usados como sustratos, las cantidades finales de hemicelulosa, celulosa y lignina se han reducido en un 80%, sugiriendo que todos los materiales que contienen estos compuestos, pobres en nitrógeno pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus spp.* [4]

La provincia de Los Ríos, es la que más se dedica al cultivo de banano, con una participación del 31,81 % de la superficie, y una producción de 37,05 % a nivel nacional. [5] Durante el proceso productivo del banano se generan grandes cantidades de desechos orgánicos, como la fruta de rechazo, los tallos, la hojarasca y principalmente los raquis.

Entre los desechos del banano con alto valor nutricional se encuentra el raquis, también llamado pinzote o vástago, tiene una forma helicoidal y es el responsable del sostén de los racimos. Cuando los bananos son empaquetados, el raquis termina siendo un remanente. [6]

El maíz es uno de los principales alimentos con una alta producción a nivel mundial. En el Ecuador el maíz duro seco, se cosecha en una superficie de crecimiento de 17.23%. La producción también presenta una tasa de crecimiento de 31.62%. La mayor participación de este cultivo, se encuentra en la provincia de los Ríos con un porcentaje del 35.96% a nivel nacional. [5] El maíz es el cereal de mayor utilidad en el mundo, sobrepasando al trigo y al arroz, además, genera grandes cantidades de residuos provenientes del cultivo. [7]

El aprovechamiento de estos residuos se ha convertido en un tema de gran interés por los diversos beneficios ambientales y económicos obtenidos, que promueven un desarrollo sostenible que impulsa el desarrollo de tecnologías orientadas hacia una transformación sustentable de los recursos naturales. (Vargas & Pérez, 2018)

La presente investigación tiene como objetivo analizar la capacidad productiva de Hongos Gírgola (*Pleurotus spp.*), en diferentes residuos agroindustriales y sus características bromatológicas en estado fresco y deshidratado. Está orientada a la producción de 3 variedades de Hongos Gírgolas (*Pleurotus spp.*), a partir de residuos agroindustriales como el raquis de banano, cáscara y tusa de maíz e identificar las características bromatológicas de los hongos gourmet en estado fresco y deshidratado, así como también la viabilidad de estos residuos como sustrato para el crecimiento de estos hongos comestibles.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Es importante reconocer, que debido a que la población del país es propensa a la desnutrición, basada en una dieta baja en proteínas, numerosas investigaciones han llevado a la introducción de nuevas alternativas a los más diversos productos populares en la dieta humana. Entre estas especies se encuentran los hongos comestibles, que se conocen como productos de alto valor nutritivo, cubriendo los requerimientos proteicos que aporta la carne de origen animal.

La producción de desechos agrícolas industriales genera contaminación y riesgos para la salud si no se maneja adecuadamente. Parte de estos residuos son incinerados o depositados en vertederos, produciendo grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), contaminación del agua, olores molestos y la cría de ratones, moscas y otros tipos de insectos, entre otros efectos negativos. (Vargas & Pérez, 2018)

La mayoría de los agricultores no tiene un plan para estos residuos, debido al alto costo de su reutilización y, por el contrario, los ubican junto con la basura, en los vertederos o rellenos sanitarios, desaprovechando todas las características de este recurso

Diagnóstico

Los residuos de cosecha que se acumulan en las fincas, generan contaminación y son parte de refugio de plagas y roedores. Debido a esta situación los agricultores aplican conocimientos empíricos en la disposición final de los desechos, como la quema del mismo

Pronóstico

Los residuos agroindustriales causan impacto ambiental y actualmente no son aprovechados, al aplicar tecnologías a estos subproductos de cosecha permiten establecer y multiplicar hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus* y *djamor*), conocidos también como hongos Gírgola o Hongos Ostra con un alto contenido proteico, que podrían ser incluidos en la dieta diaria de la población en general, además de generar ingresos económicos adicionales y el aprovechamiento integro de los recursos naturales.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la capacidad productiva de Hongos Gírgola (*Pleurotus spp*), en diferentes residuos agroindustriales y sus características bromatológicas en estado fresco y deshidratado?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál será la velocidad de crecimiento radial y producción de biomasa de tres cepas de hongos Gírgola (gris, blanco y rosado), cultivados en PDA preparado con diferentes sustratos?

¿Qué rendimiento y eficiencia biológica tendrá la producción de setas de Hongos Gírgola gris, blanco y rosado (*Pleurotus ostreatus* y *djamor*) sobre los diferentes sustratos?

¿Cuáles son las características bromatológicas de los Hongos Gírgola gris, blanco y rosado, cosechados en sustratos de raquis de banano, cáscara y tusa de maíz, en estado fresco y deshidratado?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar la capacidad productiva de Hongos Gírgola (*Pleurotus spp.*), en diferentes residuos agroindustriales y sus características bromatológicas en estado fresco y deshidratado.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la velocidad de crecimiento radial y producción de biomasa de tres cepas de hongos Gírgola (gris, blanco y rosado), cultivados en PDA preparado con diferentes sustratos.
- Calcular el rendimiento y la eficiencia biológica en la producción de setas de Hongos Gírgola gris, blanco y rosado (*Pleurotus ostreatus* y *djamor*) sobre los diferentes sustratos.
- Evaluar las características bromatológicas de los hongos Gírgola *Pleurotus (ostreatus, djamor)*, en estado fresco y deshidratado, cosechados sobre los diferentes residuos agroindustriales.

Hipótesis

La hipótesis que se contrastará en esta investigación es:

H₀: No existe alteración significativa en las características bromatológicas del hongo

H_a: Existe alteración significativa en las características bromatológicas del hongo

1.3. Justificación

El tratamiento y aprovechamiento de este tipo de residuos se convierte en una estrategia ambiental y económicamente adecuada para la gestión de subproductos o residuos agrícolas. Para elegir la alternativa más adecuada para el aprovechamiento y posterior tratamiento de un determinado tipo de residuo agrícola, es necesario conocer la composición y calidad de sus componentes. Muchos subproductos agrícolas tienen una composición química y física que les permite ser utilizados para este fin con resultados satisfactorios.

Con base a la problemática planteada, la finalidad de esta investigación es aprovechar desechos agroindustriales manejándolos como medios de cultivo para la producción de metabolitos de interés tanto industrial como ambiental, de hongos comestibles; se conseguirá sustratos económicos y de fácil adquisición, que permitirán un buen desarrollo y una elevada producción del hongo *Pleurotus Ostreatus* y *Djamor spp.*, con alto contenido de proteína.

Si no se realiza un estudio de investigación sobre el aprovechamiento de residuos agroindustriales, se puede desperdiciar posibles materias primas que representen altos niveles de rentabilidad para la obtención de productos de interés, en este caso la producción del hongo *Pleurotus Ostreatus* y *Djamor spp.*

Los hongos Gírgola se consideran de particular valor culinario debido a su versatilidad y su importante aporte nutricional a la dieta. Contiene todos los aminoácidos esenciales y es una buena fuente de vitaminas (rica en vitamina C, rica en ergosterol y vitamina D). Tiene alto contenido en fósforo, magnesio, calcio, hierro y manganeso. El bajo contenido en grasas y sodio junto con la alta cantidad de potasio hacen de este producto gourmet una alternativa para quienes padecen enfermedades cardiovasculares, hipertensión y obesidad.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

Hongos Gírgolas

Los hongos Gírgola son un manjar en Japón, Corea y China, apreciados por su sabor y por los beneficios que aporta a la salud. Son de aroma intenso y sabor agradable. Su aroma puede variar, desde muy suave hasta adquirir un sabor particular en variedades de verano [9].

Sustratos

Es cualquier medio que se utiliza para cultivar plantas en recipientes, terminando en recipiente todo recipiente que tiene una altura limitada y cuya base se encuentra a presión atmosférica. [10].

Eficiencia biológica

Es un rasgo cuantitativo que engloba muchos otros relacionados con: la supervivencia del más apto y la reproducción diferencial de diferentes genotipos o alelos. Los individuos más aptos tienen una mayor probabilidad de sobrevivir hasta la edad reproductiva y, por lo tanto, dejar descendencia para las generaciones posteriores. [11].

Cáscara de maíz

Hace énfasis a las hojas verdes que se encuentran alrededor de las mazorcas de maíz. Las cuales están para cumplir la función de proteger la parte comestible de la misma, lo cual es el grano. No existe algún proceso postcosecha para almacenar la hoja, por lo que esta actividad se realiza de forma tradicional, apilando en un troje o coscomate [12].

Tusa de maíz

La tusa de maíz es conocido como un residuo del desgranado de la mazorca del maíz, se quema a cielo abierto, de este proceso se genera en abundancia cantidad sustancias que contaminan el agua, el suelo, el aire, ayudando al cambio climático, dañando los ecosistemas y a también a todos los seres humanos [13].

Raquis de banano

El raquis es el tallo que va desde el primer fruto hasta la yema masculina. Se encuentra de dos maneras, descubierto o cubierto con brácteas persistentes. Las cicatrices en el raquis, que indican el lugar donde estaban unidas las brácteas, también se conocen como nódulos [6].

Micelio

Se conoce al micelio como la “semilla”, que se utiliza para cultivar hongo seta. Es un cereal inoculado con hifas de hongos *Gírgola* en sus distintas variedades; esta inoculación se hace la mayoría de las veces en laboratorios agroindustriales, entre los cereales de origen familiar, el trigo y el sorgo son los que se inoculan con mayor frecuencia. A menudo se puede ver crecer debajo de la corteza suelta en un árbol caído o en un montón de hojas, o arbustos, aparece como un crecimiento piloso de color blanco [4].

2.2. Marco referencial

2.2.1. Hongo Gírgola

Los hongos ostra son hongos cuyos cuerpos fructíferos son redondeados y tienen una superficie convexa lisa, cuya parte inferior está cubierta con láminas que recuerdan la forma de los mariscos o las ostras, y generalmente se denominan hongos ostra. El color varía de blanco a marrón, y el tamaño varía con la edad, oscilando entre los 5 y los 15 cm de diámetro, aunque también se encuentran ejemplares de mayor tamaño. La pulpa es densa en la parte superior, el tallo es fibroso y blanco, y tiene un aroma fuerte y un sabor agradable. Estas propiedades hacen que las ostras se destaquen por sus altas cualidades organolépticas [14].

Por otra parte, como debe ser el tamaño, la textura, el color, el sabor de las Gírgolas son consideraciones que conocen los consumidores de países que se presentan como potenciales mercados, por lo que evaluarán el producto en función de estas [15].

Viene en una variedad de tonos, generalmente gris, crema, gris plateado, azulado y marrón. La cutícula es lisa, desmontable y tiene un aspecto brillante. Sus láminas son blancas, se vuelve cremosa con el tiempo, apretada y heterogénea. El tallo del *Pleurotus ostreatus* son cortas y completamente horizontales. [16].

2.2.1.1 Valor nutricional

Los hongos Gírgola contribuyen a la nutrición humana y aportan el 3% del valor proteico. Tienen un porcentaje mayor que las hortalizas de jardín. Los hongos son ricos en vitaminas y contienen riboflavina (vitamina B2), tiamina (vitamina B1), cianocobaladina (vitamina B12) y niacina (vitamina B3). Rica en minerales como calcio, potasio, fósforo y hierro [17].

2.2.1.2 Cultivo

Un punto de relevancia es que las Gírgolas crecen muy rápido y no es necesario tener tierras para cultivarlos, de modo que se trata de una actividad adecuada tanto para las zonas rurales como las zonas urbanas. Existen varias maneras de cultivar hongos, como puede ser en bolsas de plástico, macetas, troncos o bandejas de madera dispuestas en pilas; es decir, en cualquier lugar donde se pueda controlar la intensidad de la luz, la temperatura y el agua son propicios. En una construcción sencilla es posible controlar las condiciones para el cultivo y el ciclo de producción del cultivo dura entre uno y tres meses [16].

2.2.1.3. Factores que afectan el crecimiento y fructificación

La temperatura

La temperatura afecta el metabolismo de las células. Afecta tanto a la capacidad enzimática del organismo como a la fluidez de los lípidos de la membrana celular. La sensibilidad a la temperatura varía no solo entre cepas sino también para una misma cepa dependiendo de la etapa de crecimiento, los hongos crecen entre 0-32°C con una temperatura óptima de 26-28°C. Para el crecimiento del micelio se ha establecido que la temperatura óptima está entre 20 y 25 °C. El desarrollo de brotes se logra entre 10 y 20 °C y la formación del cuerpo fructífero se da de manera óptima entre 13 y 16 °C [18].

El pH

El micelio mostrará un bajo crecimiento y una incubación defectuosa si el pH es superior a 7,0 o inferior a 5,0. El Pleurotus tiene crecimiento de 4 y 7 de pH. Con un óptimo entre 5 y 6. Los sustratos ácidos (pH 4) inhiben el desarrollo de hongo [18].

Humedad del aire

El porcentaje de humedad relativa es de vital importancia. Durante la incubación la humedad relativa, debe mantenerse entre 65 y 70 % y durante el fructificación debe mantenerse entre 80 y 95 44 % humedades muy bajas retrasan el desarrollo de los cuerpos fructíferos [18].

Postcosecha

Una vez recogidas las ostras, hay que colocarlas con los listones hacia arriba para evitar que las esporas sueltas se depositen en la parte superior del sombrero, ya que esto provoca un aspecto visual desagradable. Cuando las ostras no se consumen frescas, se pueden conservar de dos formas diferentes: En frío con temperaturas de congelación entre -18°C y -25°C , durante un periodo de 8 a 12 meses, siempre cerradas herméticamente con las lamas hacia arriba, en la parte superior. En seco o deshidratado, esto se hace en horno de secado en pocas horas, en deshidratadores o en corrientes de aire caliente. Los hongos Gírgolas secos se pueden almacenar durante mucho tiempo (años) almacenados correctamente [14].



Figura 1 Hongos deshidratado

2.2.2. Hongos Gourmet

La palabra “hongo” es un término general para los cuerpos fructíferos macroscópicos de los hongos. Los cuerpos frutales tienen formas muy diversas; Algunos de ellos se asemejan a globos de gelatina amorfa, algunos se asemejan a un paracaídas, algunos se asemejan a coral, algunos se asemejan a huevos, también hay especies que imitan un nido de pájaro y otros tipos de estrellas de mar. Los hongos de las familias ascomicetos y basidiomicetos tienen un ciclo celular que consiste en la formación de una espora sexual y tienen dos etapas de crecimiento, la etapa vegetativa (micelios) y la etapa reproductiva (el cuerpo fructífero) [19].

2.2.2.1. Hongos Gírgola gris (*Pleurotus*)

Los hongos del género *Pleurotus* son los más fáciles y económicos de producir, debido a la gran adaptabilidad, agresividad y productividad que presentan los hongos de este género. Su producción aumentó rápidamente en unos pocos años. Entre 1986 y 1991 aumentó de 169.000 a 917.000 toneladas por año, un aumento de más de 5 veces la producción anual inicial. Este hongo ocupa el tercer lugar en esta línea de producción después del hongo (*Agaricus Bisporus*) y el Shiitake (*Lentinula edodes*) [3].

Los hongos ostra gris tienen una forma ancha y guardan espacio entre sí, su tonalidad es gris o crema, sus 16 esporas son pequeñas y cilíndricas, en ocasiones puede contener una especie de polvo. El pie o base del hongo es de tamaño corto, oblicuo, es algo duro y en su parte superior está formado por unas laminillas con apariencia pelosa, estos se desarrollan bajo una superficie plana. Su contenido o carnosidad es blanco hueso con un olor fuerte medio, además cuando el hongo es joven mantiene una consistencia blanda o suave, con el pasar de los días se vuelve algo duro. Dentro de los párrafos anteriores se mencionaron las características físicas del hongo ostra gris, es necesario indicar además esta no cuenta con un tamaño específico, sino que más bien esto depende mucho de la vida del hongo [20].

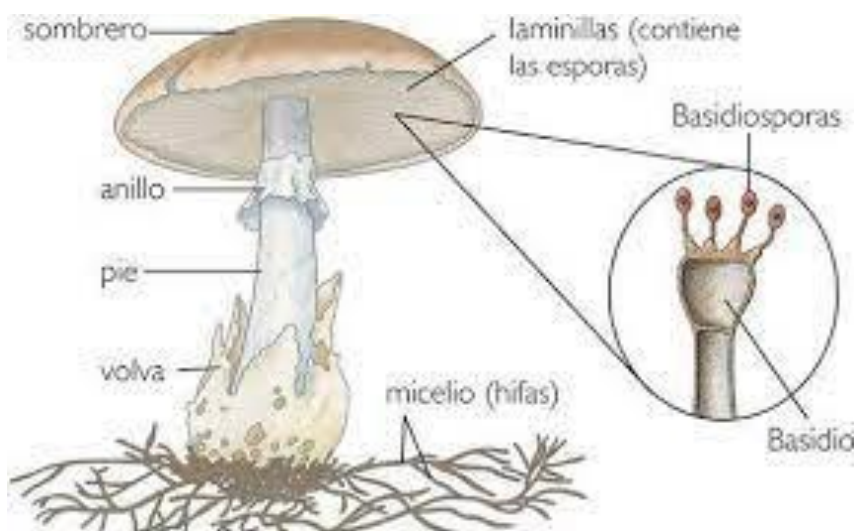


Figura 2 Morfología de un hongo

2.2.2.2. Hongos Gírgola blanco (*Pleurotus*)

Pleurotus ostreatus pertenece a la clase Basidiomycetes, orden Hymeniales, hongos comestibles, también conocidos como bacterias superiores. El hongo blanco producido para la exportación es muy valorado por los japoneses por sus características, que son similares a las del muy valorado matsutake del país asiático. También tiene la propiedad de producir metabolitos importantes que pueden utilizarse como materia prima para algunos agentes terapéuticos. Aunque este hongo no interviene en el proceso de fotosíntesis, conserva proteínas en una escala significativa en el tiempo y el espacio, incluso mejor que otras fuentes. Se pueden aplicar proteínas animales, técnicas de cultivo de hongos y se pueden usar varios sustratos orgánicos; Se puede cosechar en climas tropicales. Los más estudiados y producidos a nivel mundial, principalmente los residuos lignocelulósicos y su conveniente disposición en producción [21].

Las ventajas de cultivar este hongo son muy importantes por su bajo costo de producción y porque puede ser cultivado en residuos agroindustriales lignocelulósicos. El valor nutricional alto que tiene permite clasificarla como carne vegetal porque contiene el doble de proteínas que las verduras normales y además es rica en vitaminas (tiamina (B1), riboflavina (B2) y piridoxina (B6), cobalamina (B12), ácido ascórbico (C) ácido nicotínico, niacina, ácido fólico y tocoferol), y es una excelente fuente de calcio y fósforo. Además, contiene ácidos grasos esenciales como el ácido oleico, ácido palmítico y ácido linoleico. [22].



Figura 3 Setas de ostra (*Pleurotus ostreatus*)

2.2.2.3. Usos y utilización del hongo

Diversos autores apuntan a la capacidad de un gran número de hongos comestibles para colonizar tallos, descomponer y aprovechar la lignina, así como la hemicelulosa y la celulosa. Este tipo de hongos es capaz de utilizar los desechos vegetales en su forma original sin someterse a ningún proceso bioquímico o de descomposición microbiana.

Los hongos comestibles como las especies de *Pleurotus* son los agentes de daño primario más efectivos. Después de cultivar y cosechar los hongos, la relación carbono-nitrógeno en el sustrato se reduce y puede usarse como fertilizante del suelo. Este cultivo es, por tanto, muy atractivo, principalmente porque produce proteína de alta calidad sobre un sustrato formado por residuos lignocelulósicos, un material producido en grandes cantidades en las operaciones agrícolas [23].

2.2.2.4. Hongo Gírgola rosado

Esta especie es conocida por su especial color rosa, que puede cambiar de claro a oscuro según las condiciones de cultivo, y uno de sus rasgos más característicos es su aroma, muy similar al de los mariscos. Este hongo es conocido con otros nombres como hongo salmón o hongo flamenco [24].

Pleurotus djamor (Rumph.: Fr.) Boedijn fue descrito por primera vez por Fries en 1821 como *Agaricus djamor*. Posteriormente, en 1959, Boedijn lo clasificó en el género *Pleurotus* de la familia *Pleurotaceae*. Es la especie pantropical más importante y extendida del género *Pleurotus*. En América, crece de forma silvestre en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Martinica, México, Panamá, Puerto Rico y Venezuela, aunque puede tener una distribución más amplia [25].

Sustratos para el cultivo de *Pleurotus*. La obtención de hongos comestibles se divide en dos fases: cultivo de semilla y el cultivo de hongos, mientras que este último se divide en las siguientes etapas:

Preparación del sustrato

- ✓ Siembra
- ✓ Incubación
- ✓ Inducción

- ✓ Fructificación
- ✓ Cosecha
- ✓ Almacenamiento
- ✓ Comercialización [24].



Figura 4 Obtención de cepa pura de Djamor

2.2.2.5. Valor nutrimental

El valor nutricional de las proteínas fúngicas ha sido ampliamente estudiado debido a que una de las propiedades biológicas más importantes de estos organismos es su capacidad para absorber nitrógeno del sustrato de crecimiento y luego sintetizarlo y convertirlo en aminoácidos [25].

En este sentido, los hongos del género *Pleurotus* son especialmente interesantes porque pueden crecer sobre residuos lignocelulósicos con muy bajo contenido de nitrógeno y son capaces de producir biomasa con más nitrógeno que el sustrato sobre el que crecen. Sus proteínas son de gran calidad porque se componen principalmente de aminoácidos esenciales, destacando la valina, la isoleucina y la fenilalanina, aunque también tienen aminoácidos esenciales aceptables como la prolina, el ácido glutámico y el ácido aspártico [26].

También contienen vitaminas, especialmente los complejos B (B1, B2) y D, así como los minerales más comunes K, P, Mg, Ca, Na, Zn, Fe, por lo que los hongos son Think K y P. En base a su valor nutricional, *Pleurotus djamor* y los hongos comestibles comunes son alimentos muy recomendados en diversas dietas [24].

Los esporomas de *Pleurotus djamor* presentaron un contenido de nutrientes aceptable. Estos hongos son especialmente ricos en carbohidratos con un contenido de 32,7 a 48,3 gramos por gramo. 100 gramos de hongo (en forma seca), de 20,7 a 28 gramos de proteína bruta y un valor recomendado de 7,4 de fibra bruta (9,1 a 22,4 gramos) y ceniza (41 a 28 gramos) gramos, con una grasa baja (de 0 , 11 a 2,09) gramos) y alto contenido de humedad (79,5 a 90%) [25].

2.2.3. Cultivo de hongos

El cultivo de hongos se está convirtiendo en una alternativa viable para aprovechar estos residuos y obtener productos alimenticios (hongos) de alta calidad nutricional. La capacidad de crecer en diferentes sustratos, así como en un amplio rango de temperaturas hace de este hongo una alternativa productiva con beneficios sociales y económicos en la zona central del país. [27]

2.2.3.1. Características generales

Los hongos crecen de forma natural sobre troncos en descomposición o diversos materiales obtenidos como resultado de la actividad agrícola. Por esta razón, pueden cultivarse sobre desechos de la industria agrícola. Se alimentan de materia orgánica en crecimiento, por lo que cuando se trata de cultivar hongos, es importante proporcionar el sustrato adecuado para que el hongo utilice los nutrientes. Además, los hongos requieren temperatura y humedad adecuadas, así como aire que les proporcione oxígeno y algo de luz [28].

Estos hongos se consideran suplementos dietéticos con un valor nutricional aceptable. Sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales. En peso seco contiene entre un 57% y un 61% de hidratos de carbono, un 26% de proteínas y un 11,9% de fibra y es bajo en grasas. Vitaminas como la niacina, tiamina (vitamina B1), B12 y C. También contiene minerales como potasio, fósforo y calcio [29].

2.2.3.2. Condiciones de cultivo

Al igual que otras especies del género *Pleurotus djamor* presenta enzimas ligninocelulíticas que le permiten crecer en gran variedad de materiales agrícolas y forestales, especialmente bajo condiciones ambientales cálidas.

Las metodologías para la producción del hongo son similares a las empleadas para otras especies, con la diferencia de que su periodo de incubación es muy corto, incluso existen datos de obtención de la primera cosecha a partir de la segunda semana de incubación, por lo que sus ciclos de cultivo son más cortos [27].

2.2.3.3. Proceso general de producción

La tecnología incluye tres procesos: producción de semillas o inóculo, producción de hongos frescos y procesamiento posterior a la cosecha (procesamiento).

✓ **Inóculo o semilla:** La preparación del inóculo es la base del cultivo comercial de hongos y se refiere a la propagación o desarrollo masivo de hongos en semillas de gramíneas.

Este inóculo se aplica a un sustrato (siembra) en el que luego se desarrolla el hongo (fructificación). El inóculo es uno de los mayores desafíos que enfrentan los productores comerciales de hongos porque la producción de inóculo requiere un laboratorio microbiológico y técnicos capacitados, lo que significa una gran inversión en instalación y mantenimiento.

✓ **Producción de hongos:** Se inicia con la construcción o adaptación de un local con las condiciones ambientales y los requerimientos para el hongo. Para el cultivo de setas, el sustrato se somete a un proceso de tratamiento térmico (pasteurización), con el propósito de disminuir los microorganismos nocivos presentes en el sustrato; la pasteurización puede ser por medio de inyección de vapor o por inmersión en agua caliente. Posteriormente el sustrato se coloca en bolsas plásticas y se siembra con el inóculo (semilla).

Las bolsas con sustrato inoculado se incuban en oscuridad (23-27°C) por un período de dos a tres semanas. La obtención de los hongos se logra 25 a 30 días posteriores a la siembra, bajo condiciones de luz, ventilación y humedad (75-90%).

✓ **Manejo poscosecha:** Comienza con la construcción del sitio o la adaptación a las condiciones ambientales y los requisitos de los hongos. Para el cultivo de hongos, el sustrato se somete a un proceso de tratamiento térmico (pasteurización) con el objetivo de reducir la presencia de microorganismos nocivos en el sustrato; la pasteurización se puede realizar por inyección de vapor o inmersión en agua caliente.

✓ Después de eso, el sustrato se coloca en una bolsa de plástico y se siembra con el inóculo (semilla). Las bolsas que contienen el medio de inoculación se incuban en la oscuridad (23-27°C) durante dos o tres semanas [30].

2.2.4. Residuos agroindustriales

Las características o composición química y biológica de los residuos agroindustriales dependen del proceso de conversión y de las materias primas utilizadas. Sin embargo, los residuos agroindustriales son materiales lignocelulósicos; es decir, los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina representan el mayor porcentaje de su composición. Debido a su composición química diversa, los residuos agroindustriales tienen un alto potencial de aprovechamiento, lo que se refleja en la variedad de alternativas de reciclaje disponibles [8]

Los residuos agroindustriales utilizados para el cultivo y producción de hongos comestibles son fuentes de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo necesarios para el desarrollo adecuado de la biomasa de hongos [31].

2.2.4.1. Características de los residuos

Los hongos carecen de estructura fisiológica para producir su propio alimento porque son heterótrofos, y muchos de ellos crecen sobre materia vegetal muerta o descompuesta (saprófitos), por lo que es necesario adaptar el medio de cultivo para que se desarrollen sin defectos. Los materiales que componen el sustrato pueden variar según la zona de producción de granos, cultivos o residuos lignocelulósicos disponibles. Además de otras materias primas agrícolas, se pueden utilizar diferentes tipos de materias primas, como arroz, cebada, sorgo, maíz, trigo, avena, residuos agrícolas de la industria del café, plátanos, higos, caña de azúcar, palma africana, etc. [32].

2.2.4.2. Raquis de banano

Los raquis o pedúnculos, también llamados pinzotes o tallos, son espirales y se encargan de sostener los racimos florales, durante la producción se convierten en grandes residuos que pueden reintegrarse al suelo por su valor nutritivo con compost, humus y lixiviado. El filtrado no es solo un gran herramienta para el control de plagas y patógenos, pero también más útil como lixiviado que como compost [33].

2.2.4.3. Maíz

Es una planta anual, monoica, autopropropagadora, con tallos y raíces filamentosas y hojas alternamente cilíndricas, fijas y recurvadas en vainas. Se cree que se originó en los trópicos de América Latina y llegó a Europa en el siglo XVI. Actualmente, la mayoría de los cereales se producen en el mundo, solo superados por el trigo y el arroz. Se le conoce de diferentes formas según el país y la cultura. En los EE. UU., se conoce como mijo, sorgo, maíz o gogoto [34].

El maíz es un cultivo económicamente importante en el Ecuador debido a su diversidad. Muestra una gran y amplia adaptabilidad cuando se cultiva en todo el país bajo diferentes condiciones ambientales, como temperatura y humedad, iluminación, grado de plantación y tipo de suelo. Es un ingrediente clave en la elaboración de alimentos balanceados para ganadería e industrias manufactureras. Los cultivos de maíz (tallos, hojas, hojas de mazorca y mazorcas) produjeron biomasa residual entre 20 y 35 toneladas por hectárea, mientras que el maíz chocolate (tallos y hojas) produjo biomasa residual entre 16 y 25 toneladas [35].

2.2.4.4. Cáscara de maíz

La hoja de mazorca de maíz es una fibra natural que, dadas sus propiedades físico-químicas, puede generar propuestas de valor agregado, nuevas alternativas que satisfagan las necesidades de la sociedad [36].

Tabla 1. Composición química de la cáscara o hoja de la mazorca

Componente	Tusa de maíz
Holocelulosa	78,86
a-Celulosa	43,14
Lignina	23,00
Cenizas	0,761

Fuente: [36]
Elaborado: Autora

2.2.4.5. Tusa de maíz

Es un residuo del desgranado de la mazorca del maíz, se queman al aire libre, liberando gran cantidad de contaminantes al agua, suelo y aire, contribuyendo al cambio climático, destrucción de ecosistemas y salud humana [7].

Tabla 2. Composición química de la tusa de maíz

Componente	Tusa de maíz
Humedad (%)	11,20
Proteína (%)	3,74
Grasa (%)	0,32
Fibra (%)	24,01
Ceniza (%)	3,29
Carbohidratos (%)	57,44

Fuente: [7]

Elaborado: Autora

2.2.5. Materiales lignocelulósicos

2.2.5.1. Generalidades de los materiales lignocelulósicos

Los materiales lignocelulósicos se caracterizan por su presencia en las vainas de las plantas, flores y residuos vegetales, y son considerados los mayores depósitos de energía fotosintética y materia orgánica renovable, compuestos principalmente por celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina, donde se considera celulosa y lignina. son los biopolímeros más abundantes en la naturaleza y su degradación es el evento de degradación más importante en el ciclo del carbono, y los hongos filamentosos o basidiomicetos son organismos degradadores debido a su capacidad de hidrolizar compuestos fuertes por mecanismo de fermentación [37].

La celulosa es una sustancia polimérica natural y su estructura básica son los enlaces glucosídicos 1,4-β. Tiene una estructura semicristalina que puede variar según la fuente de la que se aíle. Utiliza métodos físicos, mecánicos y químicos para separar los compuestos no celulósicos que se le añaden o reducen en tamaño por las capas que lo contienen, según el volumen o la pureza deseada. [38].

2.2.6. Fundamentos de análisis microbiológico.

El alimento es un sistema complejo rico en nutrientes y por tanto susceptible al ataque de microorganismos (psicrófilos, mesófilos y/o termófilos).

Los alimentos no son estériles porque contienen cierta carga microbiana, por esa razón deben ser controlados y no deben sobrepasar los límites marcados por la normativa alimentaria vigente, los alimentos comienzan a estropearse y con ello la pérdida de calidad. Química física y sensorial [39].

2.2.7. Proceso de secado

La remoción de humedad es importante en la industria alimentaria, si contiene más del 2,5% de agua, se considera alimento seco, y si el contenido de agua es inferior al 2,5%, se considera alimento deshidratado. El secado es la técnica de conservación de alimentos más antigua, ya que cuando el contenido de humedad cae por debajo del 10% de la masa seca, los microorganismos ya no están activos, pero se producen cambios físicos, químicos durante el proceso. Y los organismos afectan ciertas características como textura, color, sabor y valor nutritivo, por lo que el proceso debe realizarse a temperatura moderada para lograr una buena calidad del alimento [40].

Los factores que afectan la velocidad de secado son los siguientes:

- ✓ Área de la superficie del producto, generalmente se subdivide con el fin de aumentar el área de transferencia de masa, calor y acelerar el proceso.
- ✓ Velocidad de flujo de aire donde el aire en movimiento absorbe vapor de agua de la superficie del alimento, limitando la saturación.
- ✓ Relación de temperatura - tiempo, la rapidez de secado aumenta al aumentar la temperatura y el tiempo de secado disminuye.
- ✓ Humedad del aire, entre más seco esté, mayor será la velocidad de deshidratación, este factor incrementa la fuerza impulsora para el transporte de masa.
- ✓ Influencia del tejido vegetal es un factor determinante en el proceso de deshidratación [41].

2.2.7.1. Influencia de la deshidratación sobre:

✓ Valor nutritivo de los hongos

A medida que disminuye el contenido de humedad, aumenta la concentración de nutrientes en los hongos deshidratados; por lo tanto, contienen una mayor cantidad de proteínas, carbohidratos, grasas y minerales en comparación con los hongos frescos.

Si los métodos de procesamiento no son adecuados, se pueden perder nutrientes; el proceso de blanqueo reduce el nivel de vitaminas parcialmente oxidadas. Al trabajar a altas temperaturas, la grasa se oxida y el producto deshidratado presenta cierto grado de ranciedad. Los hidratos de carbono sufren una reacción de caramelización como resultado de la acción de los ácidos orgánicos y los azúcares. [42].

✓ **Microorganismos**

Cuando los hongos se llevan al proceso de deshidratación se reduce su actividad de agua “aw”, dificultando la vida de los microorganismos.

✓ **La actividad enzimática**

Las enzimas deberán ser inactivadas previas al secado por efecto del blanqueo o escaldado; etapa que inactiva a las enzimas que alteran el sabor y el color del alimento. Las enzimas en su mayoría son inactivadas a temperaturas cercanas a 100 °C [42].

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Localización

Los análisis bromatológicos se realizaron en el “Laboratorio de Bromatología” situado en el Campus Universitario “La María”, ubicada en el Km 7.5 de la vía Quevedo – El Empalme. Los análisis bromatológicos fueron realizados a los Hongos Gírgola gris, blanco y rosado (fresco y deshidratado)

3.2. Tipo de investigación

Se representa un estudio descriptivo, exploratorio y experimental.

3.2.1. Investigación descriptiva

La investigación descriptiva permite identificar las características del fenómeno en estudio.

3.2.2. Investigación exploratoria

Mediante la investigación exploratoria se incorporaron teorías para describir los fenómenos de estudio, que permitieron recolectar información con el fin de decretar el problema.

3.2.3. Investigación experimental

A nivel experimental, se realizaron mediante el manejo de las variables que se estudiaron por medio del diseño experimental y en condiciones controladas, para identificar los fenómenos de relación desde una manera probabilística.

3.3. Método de investigación

El estudio se realizó mediante el método inductivo-deductivo y estadístico. El método estadístico permitió analizar, ordenar y recopilar datos que se obtienen de la fase experimental. El método inductivo-deductivo en base a los problemas estudiados ayudó a obtener la solución.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

Para el desarrollo de este trabajo investigativo se utilizó información obtenida de diferentes fuentes como se muestran a continuación:

3.4.1. Fuentes primarias

Se utilizó como fuente primaria la información obtenida a través de la recolección de datos del trabajo de campo y pre-ensayos.

3.4.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias utilizadas fueron de fuentes de internet, artículos científicos, normativas internacionales, revistas, tesis, libros e informes que tengan relación con el tema a estudiar.

3.5. Diseño de la investigación para medios de cultivo

En la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial AxB de 3x4 para un total de 12 tratamientos, con 3 repeticiones obteniendo así 36 unidades experimentales.

El factor: **A** = Hongos Gírgola (gris y blanco; rosado); **B** = Sustratos (extracto de raquis de banano + PDA); (extracto de maíz (cáscara 50% y tusa 50%) + PDA); (extracto de raquis de banano (50%) + Maíz (cáscara y tusa 50%) + PDA); (Agua destilada + PDA)

3.5.1. Factores y niveles en estudio para medios de cultivo

En la tabla 3 se detallan los factores y niveles de estudio de la investigación

Tabla 3. Factores y niveles de estudio de medios de cultivo

a. Variedad de hongos Gírgola

b. Sustratos

Factores	Simbología	Descripción
Factor A: Variedad de Hongo Gírgola	a ₁	Hongo Gírgola gris
	a ₂	Hongo Gírgola blanco
	a ₃	Hongo Gírgola rosado
Factor B: Substrato	b ₁	Extracto de Raquis de banano + PDA
	b ₂	Extracto de Maíz (cáscara 50% y tusa 50%) + PDA
	b ₃	Extracto de Raquis (50 %) + Maíz (cáscara y tusa 50%) + PDA
	b ₄	Agua Destilada + PDA

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

3.6. Diseño de la investigación de FMS

En la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial AxB de 3x3 para un total de 9 tratamientos, con 3 repeticiones obteniendo así 27 unidades experimentales.

El factor

A = Hongos Gírgola (gris y blanco; rosado)

B = Sustrato (raquis de banano; maíz (cáscara 50% y tusa 50%); raquis de banano (50%) + Maíz (cáscara y tusa 50%)

3.6.1. Factores y niveles en estudio de FMS

En la tabla 4 se detallan los factores y niveles de estudio de la investigación

Tabla 4. Factores y niveles de estudio de FMS

a. Variedad de hongos Gírgola

b. Substratos

Factores	Simbología	Descripción
Factor A: Variedad de Hongo Gírgola	a ₁	Hongo Gírgola gris
	a ₂	Hongo Gírgola blanco
	a ₃	Hongo Gírgola rosado
Factor B: Sustrato	b ₁	Raquis de banano
	b ₂	Maíz (cáscara 50% y tusa 50%)
	b ₃	Raquis de banano (50 %) + Maíz (cáscara y tusa 50%)

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

3.6.2. Esquema del Andeva

Para la interpretación de las respuestas experimentales de los análisis bromatológicos (proteína, humedad, ceniza, grasa, fibra y energía) fueron procesados mediante test paramétricos si los datos se distribuyen de forma normal.

Por lo general los diseños experimentales se programan aleatoriamente para evitar el efecto lurking de las variables o sea para que no se propaguen los errores de un experimento a otro y garantice la replicabilidad de experiencias. Prueba de significancia múltiple: Para la diferenciación estadística entre tratamiento se utilizará la prueba de rangos de Tukey al 1 % (99.99 % de probabilidad y 1 % como margen de error).

En la tabla 5 se detalla el esquema del Andeva a utilizar en la presente investigación

Tabla 5. Análisis de varianza de la investigación

F.V.	S.C.		G.L.
FACTOR A	SC_A	$a - 1$	2
FACTOR B	SC_B	$b - 1$	2
INTERACCIÓN	SC_{AB}	$(a - 1)(b - 1)$	4
RESIDUAL	SCE	$ab(n - 1)$	18
TOTAL	SCT	$abn - 1$	26

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

3.6.3. Modelo estadístico

Para las fuentes de variación en esta investigación se aplicó el siguiente modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- ✓ Y_{ijk} = total de las observaciones en estudio
- ✓ μ = efecto de la media general
- ✓ α_i = Variedad de Hongos Gírgola
- ✓ b_j = Substratos
- ✓ $\alpha\beta_{ij}$ = interacción AxB
- ✓ E_{ijk} = error experimental

3.6.4. Análisis estadístico

Análisis estadístico mediante InfoStat, se empleó el procedimiento ADEVA para el análisis de varianza y prueba de Tukey (0,01). Análisis de normalidad.

3.6.5. Instrumentos de investigación

En la presente investigación se realizó la velocidad de crecimiento micelial, producción de biomasa, eficiencia biológica, rendimiento. Así como también las características bromatológicas en los hongos frescos y deshidratados, humedad, ceniza, grasa, fibra, y energía.

3.6.6. Parámetros a determinarse

Para evaluar la producción de la cepa de Hongos Gírgola (gris, blanco y rosado) cultivados sobre los residuales de raquis de banano y cáscara y tusa de maíz en cada uno de los tratamientos con sus repeticiones, se determinaron los siguientes parámetros:

- ✓ Humedad
- ✓ Materia seca
- ✓ Ceniza
- ✓ Fibra
- ✓ Grasa
- ✓ pH
- ✓ Energía
- ✓ Proteína

3.6.7. Técnicas de análisis realizados

3.6.7.1. Análisis de humedad total.

Se la realizó empleando la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 1442:2013). Se determinó mediante la pérdida de peso debido a la evaporación de agua en el punto de ebullición o temperaturas cercanas. Se procedió a pesar cada crisol vacío, luego pesar 2 g de muestra de cada hongo Gírgola (fresco y deshidratado), y fueron llevado a la estufa, a 130 °C durante 2 horas. Luego del tiempo transcurrido se colocan los crisoles en el desecador durante 15 min, seguido se procedió a pesar los crisoles con las muestras en la balanza analítica.

$$H = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Dónde:

W_i = Peso de la muestra inicial (g)

W_f = Peso de la muestra después del secado (g)

$$MS (\%) = 100 - HT$$

3.6.7.2. Análisis de humedad higroscópica

Seguido de realizar el análisis de humedad total a las muestras de hongos, el restante que quedó luego de este análisis se procedió a moler (en un molino), y luego se utilizó crisoles previamente esterilizados; se registró el peso de cada crisol utilizado y luego se pesó 2 g de la muestra en cada crisol y se llevó a la estufa a una temperatura de 65 °C durante 48 horas, luego del tiempo transcurrido se llevó los crisoles para su respectiva toma de peso. Para obtener la humedad higroscópica se aplicó la siguiente formula.

$$H = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100$$

Dónde:

W_1 = Peso del crisol más la muestra después del secado (g)

W_2 = Peso del crisol más la muestra antes del secado (g)

W_0 = Peso de la muestra (g)

3.6.7.3. Materia seca

Se realizó el análisis empleando la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 382:2013), evaporando la muestra hasta sequedad (70 °C y bajo presión reducida) y pesar el residuo seco.

$$MS (\%) = 100 - HT$$

Dónde:

HT = Humedad total

MS = Materia seca

3.6.7.4. Ceniza.

Se determinó mediante Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 2171:2013), incinerando una porción para análisis hasta la completa combustión de la materia orgánica y se pesó el residuo obtenido.

En general, los productos que contienen sales (por ejemplo, cloruro sódico, pirofosfato) deben incinerarse a una temperatura de $(550 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

Una vez que se anotaron los pesos de los crisoles que salieron de la estufa, se llevaron los crisoles a la mufla a $600 ^\circ\text{C}$ durante 3 horas. Así mismo luego de las 3 horas se llevaron los crisoles al desecador durante 15 min y se pesaron en la balanza analítica. Para obtener el valor de ceniza de cada muestra se realizó con la siguiente formula, y su resultado se muestra en porcentaje.

$$C = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde:

W_1 = Peso del crisol vacío (g)

W_2 = Peso del crisol más la muestra calcinada (g)

W_0 = Peso de la muestra después del secado (g)

3.6.7.5. Proteína

Se realizó el análisis empleando la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 20483:2013). Se utilizó en método de Kjeldahl, este método se basa en la combustión en húmedo de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y otro tipo para reducir nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoniaco, el cual queda en solución en forma de sulfato de amonio.

El digerido, una vez alcalinizado, destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es atrapado y luego se titula. Comprende tres fases: digestión, destilación y titulación, obteniendo como resultado final la cantidad de nitrógeno total.

$$P = \frac{(Ma - Mb) \times N \times 0.014 \times 6.25}{Pm} \times 100$$

Donde:

P = Porcentaje de proteína.

N = Normalidad del ácido titulante.

Ma = Mililitros de ácido gastados en la muestra.

Mb = Mililitros de ácido gastados en el blanco.

Pm = Peso de la muestra en gramos.

6.25 = Factor proteico del nitrógeno

3.6.7.6. Fibra

Se determinó mediante Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 534:2013), se basa en la pérdida por incineración del residuo remanente, después de la digestión de la muestra con ácido sulfúrico al 1,25 %(w/v) y solución de hidróxido de sodio al 1,25 % (w/v) bajo las condiciones especificadas.

$$Fibra = \frac{Peso\ de\ la\ muestra\ seca - Peso\ de\ la\ muestra\ calcinada}{Peso\ de\ la\ muestra\ (g)} \times 100$$

3.6.7.7. Grasa

Se determinó mediante Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 1442:2013), el contenido de lípidos libres, que básicamente consiste en grasas neutras (triglicéridos) y ácidos grasos libres, se determinó sin mayor problema en los alimentos por extracción del material seco molido con una fracción ligera de petróleo o con éter etílico en un aparato de extracción continúa.

$$Grasa = \frac{Peso\ del\ vaso\ beker - Peso\ del\ vaso\ seco}{Peso\ de\ la\ muestra} \times 100$$

3.6.7.8. pH

Se realizó el análisis empleando la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-ISO 1842:2013), se midió con un indicador de color o un potenciómetro.

Se procedió a pesar en un vaso de precipitación 10g de muestra de cada hongo Gírgola (fresco y deshidratado), seguido 100 ml de agua destilada y se dejó reposar durante 15 min. Luego con la ayuda del pH metro se determinó los datos de cada muestra y se anotaron los resultados respectivos.

3.6.7.9. Rendimiento

Se conoce como la relación en porcentaje entre el peso fresco del hongo y el peso del sustrato húmedo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso del hongo fresco}}{\text{Peso del sustrato húmedo}} \times 100$$

3.6.7.10. Eficiencia biológica

Se conoce como la relación en porcentaje del peso fresco del hongo y el peso seco del sustrato.

$$\text{Eficiencia Biológica} = \frac{\text{Peso del hongo fresco}}{\text{Peso del sustrato seco}} \times 100$$

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

3.7. Recursos humanos y materiales

El presente trabajo de investigación fue realizado por parte de la presente autora, Vera Saquinga Xiomara Jamilex, con la asistencia del tutor propuesto del Anteproyecto de Tesis, la Ing. Carol Daniela Coello Loor. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Biología – microbiología y laboratorio de Bromatología situado en el Campus Universitario “La María” UTEQ, fueron supervisados por los responsables de los laboratorios, Ing Erick García y la Ing Lourdes Ramos.

3.7.1. Cepa utilizada

Las cepas a utilizarse en la presente investigación fueron proporcionadas y donadas por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo a través de su proyecto Focicyt de la octava convocatoria “Biodegradación de residuos agroindustriales y la capacidad productiva de hongos comestibles del género *Pleurotus spp*”, bajo la responsabilidad de la Ing Carol Coello, como Directora del Proyecto de Investigación.

- ✓ Gírgola gris (G28 Gray)
- ✓ Gírgola blanco (W75 White)
- ✓ Gírgola rosado (P49 PINK)

3.7.2. Residuos agroindustriales

- ✓ Maíz (cáscara y tusa)
- ✓ Raquis de banano

3.7.3. Equipos

- ✓ Estufa de cultivo marca Memmert
- ✓ Cabina de Bioseguridad Tipo II Marca Labconco
- ✓ Autoclave marca All American.
- ✓ Incubadora
- ✓ Balanza marca Sartorius
- ✓ Balanza analítica marca OHAUS. Precisión 0.0001
- ✓ Calentador agitador marca Heidolph
- ✓ Desecador
- ✓ Destilador de agua marca Optic ivymen
- ✓ Digestor de proteína marca Selecta
- ✓ Destilador de proteína marca Selecta
- ✓ Digestor de grasa
- ✓ Hornilla industrial

3.7.4. Reactivos

- ✓ Agua destilada
- ✓ Alcohol
- ✓ PDA
- ✓ Ácido sulfúrico

- ✓ Hidróxido de sodio
- ✓ Ácido bórico^{35 32}
- ✓ Carbonato sódico
- ✓ Bromo cresol green
- ✓ Red Metyl
- ✓ Pastillas catalizadoras
- ✓ Éter de petróleo

3.7.5. Instrumentos

- ✓ Vaso de precipitación
- ✓ Mecheros
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Matraz Erlenmeyer de 500 y 1000 mL
- ✓ Cajas Petri
- ✓ Bureta
- ✓ Tubos digestores

3.7.6. Materiales otros

- ✓ Lienzo
- ✓ Piola
- ✓ Fundas de papel
- ✓ Gasa
- ✓ Algodón
- ✓ Papel parafilm y papel filtro
- ✓ Marcador permanente
- ✓ Mango de bisturí
- ✓ Papel de aluminio
- ✓ Hojas de bisturí estéril
- ✓ Papel kraft
- ✓ Recipiente de aluminio
- ✓ Soporte universal
- ✓ Vasos beaker

3.7.7. Materiales de oficina

- ✓ Cuaderno de laboratorio
- ✓ Lapiceros

- ✓ Lápiz
- ✓ Computadora
- ✓ Teléfono celular
- ✓ Calculadora
- ✓ Impresora
- ✓ Hojas
- ✓ Pendrive
- ✓ Carpetas

3.8. Procedimiento experimental

Se pesó cada muestra, 500 g de cáscara y tusa de maíz picado; 500 g de raquis de banano; 250g de cáscara y tusa de maíz picada y 250 g de raquis de banano picada; para los tres medios de cultivo. Se colocó en cada recipiente de aluminio las respectivas cantidades de cada una de las muestras (Cáscara y tusa de maíz, Raquis de banano, Cáscara y tusa de maíz y Raquis de banano) picada y lavada, posteriormente se agregó 1 L de agua destilada para cada muestra.

Se llevó al fuego y se dejó hervir por 30 minutos, se tapó para evitar pérdidas excesivas por evaporación. Se filtró con la ayuda de gasa y algodón para evitar el paso de cualquier impureza, se colocó en los matraces que contenían 39 g de PDA, luego las soluciones de los distintos sustratos se disolvieron con la ayuda de agitadores magnéticos y calentadores.

Las tres soluciones preparadas fueron sometidas a calor para que se diluyan uniformemente el agar y dextrosa dejándolo hervir por el lapso de 30 minutos. Se esterilizaron en autoclave a 121 °C y 15 psi durante 30 minutos. En total se obtuvieron tres medios de cultivo: CTPDA (Cáscara y tusa de maíz papa dextrosa agar), RPDA (Raquis de banano papa dextrosa agar), RCTPDA (Cáscara y tusa de maíz, Raquis de banano papa dextrosa agar). En la cabina de bioseguridad se depositaron 15 mL de cada medio en las cajas Petri y se dejaron solidificar.

3.8.1. Determinación de la curva de crecimiento

Se cortó con el sacabocado 4 mm de diámetro de PDA invadido por el micelio del hongo en estudio, y se sembró en el centro de una caja Petri de 90 mm, la que contiene 15 mL del medio de cultivo y se incubó a 28 °C con la ayuda de un calibrador y se realizó mediciones, cada 24 horas del diámetro de crecimiento del micelio de especie de hongos *Gírgola*.

3.8.2. Determinación de Biomasa

Se llevan a la estufa 27 papeles de filtro a 60°C durante 48 horas, se trasladaron al desecador por 30 min, se pesaron y rotular. El contenido de una placa de agar se complementó con micelio en un vaso de precipitados con 200 ml de agua destilada, se calentó en el microondas hasta que el agar se disuelva, se pasó por el papel filtro, utilizando una bomba de aire esto aceleró el proceso de filtrado. Se volvió a enjuagar con agua destilada en caliente, para disolver completamente el residuo de agar. Cada papel se colocó en un horno a 60°C durante 48 horas y luego se colocan en el desecador por 30 minutos, por último, se registra el peso del restante con la ayuda de una balanza analítica.

3.8.3. Obtención de semilla de Hongos Gírgola para fermentación en medio sólido

Se seleccionó maíz para la obtención de semilla, se lavó el grano y se puso a remojar por 24 horas con agua potable, con el objetivo de hidratar y que el grano alcanzara entre el 50 y 60% de humedad aproximadamente, transcurrido éste tiempo se lavó con abundante agua.

Se dejó escurrir el grano hasta que ya estuvo bien seco y se pesó 200 g en las fundas de polifan, se amarraron con piola y se cubrieron con papel de kraft. Se llevó a un autoclave para proceder a la esterilización de las mismas a 121 °C y 15 psi por 30 minutos y seguido se llevaron las fundas a la cámara de bioseguridad, previamente desinfectada con suficiente cloro y alcohol 98°, se cortó con la ayuda de un bisturí trozos de PDA con micelio de 3 x 3 cm aproximadamente y se colocó de 6 a 8 trozos por toda la funda. Se trató de poner la mayor cobertura posible, se colocó la parte del micelio en contacto directo con los granos, se amarraron con mucho cuidado y asepsia; Se cubrió con una funda de papel kraft, se rotuló las fundas con fecha, tipo de hongo, tipo de grano y se llevaron a la incubadora por un periodo aproximado de 3 semanas.

3.8.4. Fermentación de medio solido

Se picó la cáscara y tusa de maíz y el raquis del banano a un diámetro aproximado de ± 2 cm para que faciliten la invasión del hongo en la FMS, para ello se utilizó un machete. Se tomó el peso de 500 g de los sustratos y se lavaron tres veces los sustratos (cáscara y tusa de maíz, raquis de banano) para eliminar impurezas, se registró el peso de los mismos para el control y se los colocó en las fundas de polifan para el tratamiento de calor. Se llevaron las fundas al autoclave hasta su esterilización, luego se procedió a pesar. Seguido se llevaron las bolsas a la cabina de bioseguridad para el proceso de inoculación con la semilla invadida del hongo en 10% (50 g) del peso húmedo del sustrato, se sellaron y se rotularon con el tipo de hongo, muestra y la fecha, y se les puso una funda negra para que tengan más oscuridad y serán llevadas a la cámara de incubación provista con luz artificial y sistema de riego, guindadas con un alambre.

3.8.4.1. Descripción del proceso de fermentación en medio solido FMS

Esta etapa tuvo como objetivo describir el comportamiento de estos hongos sobre los sustratos empleados en la fermentación en medio solido de manera cualitativa y descriptiva. Este proceso de fermentación duro 60 días aproximadamente, donde se observó diferentes características tanto del sustrato, como de los hongos. Se llevó a cabo dentro de un alto nivel de asepsia, puesto que el área en que se realizó este proceso se encontraba debidamente desinfectada con cloro al 90% de concentración y 10% de agua.

Durante el proceso de fermentación en medio solido a las 60 horas de haber realizado la siembra, se observó que existe crecimiento de las cepas de los hongos *Gírgola* sobre los sustratos y no se visualizó el ataque de otros hongos como el *Trichoderma*.

Debido a que existió un excedente de humedad en las bolsas incubadas, se agujeró las bolsas, con la ayuda de una agujeta esterilizada para extraer el líquido y permitir la aireación del hongo. Se extrajo 100 mL aproximadamente de líquido de las bolsas, el raquis de banano fue el sustrato que produjo mayor cantidad de líquido a medida que va sucediendo la fermentación del mismo, por lo que hay que llevar un control diario.

A los 10 días de fermentación en medio solido se observó crecimiento, pero no de manera abundante y nuevamente un exceso de líquido, principalmente en las bolsas que contenían raquis de banano.

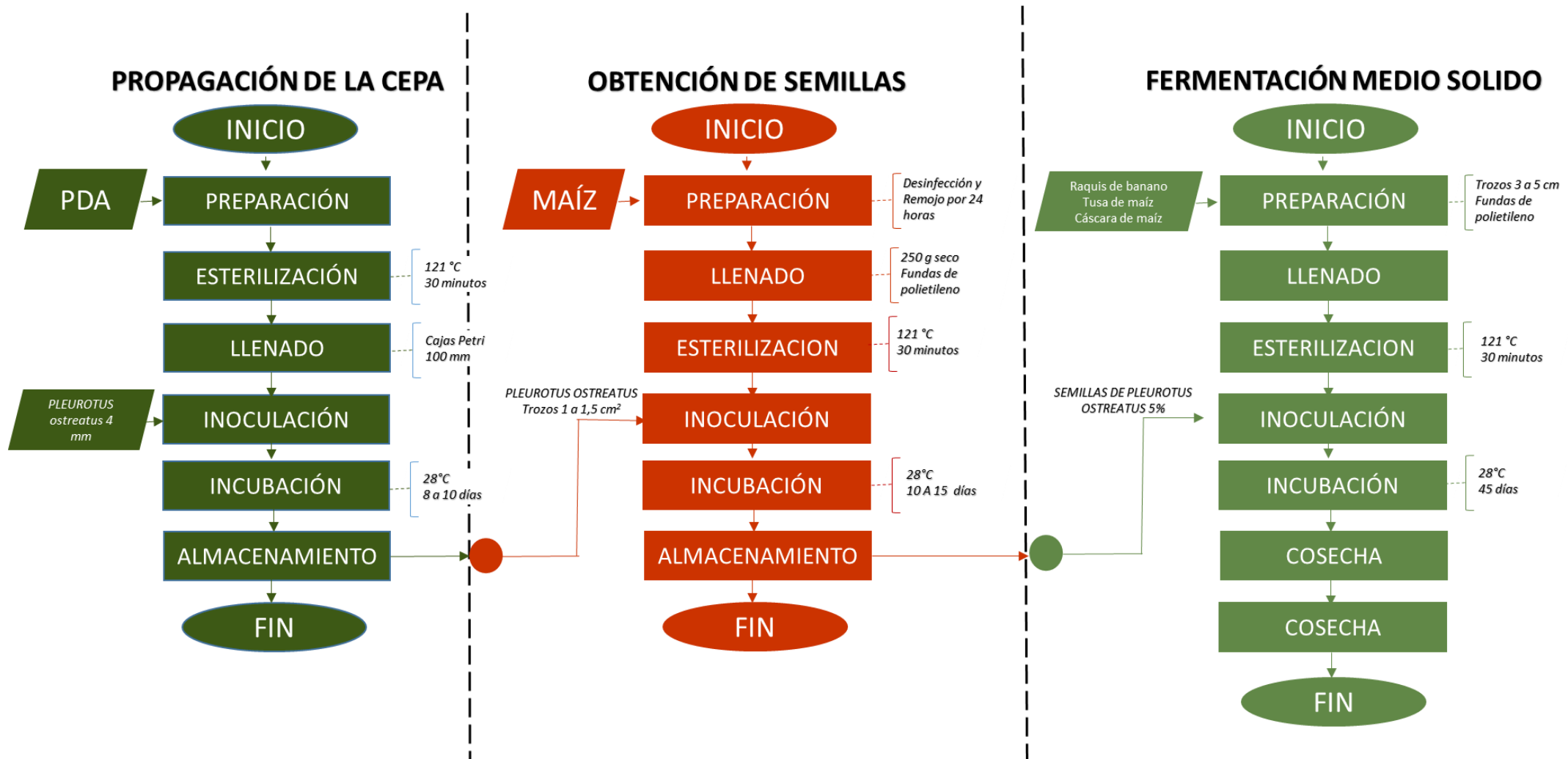
A los 20 días de incubación, se observó que el micelio es menos denso y en la mezcla llega a un equilibrio, puesto que no es ni poco ni demasiado.

A los 30 días de incubación no se observó contaminación y el crecimiento del hongo no se ha detenido, no invadió por completo el sustrato en todas las bolsas.

3.8.5. Producción de las setas en la cámara de incubación

Se incubaron las muestras por 21 días a 29 °C y el 96% de humedad aproximadamente se observó periódicamente para registro cualitativo. Luego de la colonización total de los residuos se retiraron las fundas plásticas y se suministró luz artificial para inducir la fructificación de las setas, las cuales con la ayuda de una navaja esterilizada con alcohol al 98% y se procedió a cortar las setas para posteriormente se pesó la producción y se realizó los análisis físicos y químicos inmediatamente.

3.8.6. Diagrama de bloques



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Crecimiento radial de los hongos *Gírgola* cultivados en diferentes medios de cultivo

El crecimiento radial del hongo *Pleurotus Ostreatus* y *Djamor* inoculados en diferentes medios de cultivo se muestran en la tabla 6, donde el análisis de varianza indicó que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p \geq 0.0001$) a las 48 horas de incubación existe diferencia significativa, siendo la cepa de hongo *Gírgola* blanco el mejor con 4.1700 mm h^{-1} , mientras que en las siguientes 72 y 96 horas el mejor tratamiento es la cepa del hongo gris con 8.5800 y $16.6700 \text{ mm h}^{-1}$. A las 264 horas que se colonizó todo el hongo, el mejor tratamiento se muestra en la cepa del hongo *Gírgola* gris llegando a un valor de $81.5800 \text{ mm h}^{-1}$.

Tabla 6. Efecto de la cepa en la velocidad de crecimiento radial y en la producción de biomasa

Variables	CEPA		
Crecimiento (mm)	Hongo <i>Gírgola</i> (blanco)	Hongo <i>Gírgola</i> (gris)	Hongo <i>Gírgola</i> (rosado)
Horas24	0,5800 a	0,5800 a	0,7500 a
Horas48	4,1700 a	4,0000 a	4,0000 a
Horas72	7,9200 a	8,5800 a	8,0800 a
Horas96	15,3300 a	16,6700 a	14,4200 a
Horas120	25,0000 a	24,4200 a	22,5800 a
Horas144	31,7500 a	31,2500 a,b	28,7500 b
Horas168	40,0800 a	40,5000 a	42,0000 a
Horas192	46,5000 b	48,9200 a,b	51,6700 a
Horas216	55,0800 a	56,9200 a	53,9200 a
Horas240	68,5800 a	69,1700 a	56,8300 b
Horas264	79,5000 a	81,5800 a	58,5800 b
Biomasa g g⁻¹ de sustrato seco	0,1700 a	0,1600 b	0,0700 c

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El mejor medio para su crecimiento ($p < 0.0001$) a las 24 horas se muestra en la tabla 7, manifestó una rápida adaptación el PDA diluido en solución de cáscara y tusa de maíz, mientras que la solución con PDA que obtuvo la total colonización del hongo a las 264 horas fue con la mezcla de agua destilada, respectivamente.

Los micelios tardan hasta 10 días en invadir por completo la caja Petri, utilizando el PDA comercial diluido en agua destilada, sin embargo, influye mucho el sustrato a utilizarse y la composición del mismo para la adaptación del hongo en él, logrando así su total colonización,

En cuanto a la producción de biomasa fúngica el medio de cultivo PDA, reportó valores de 0.1400 g g^{-1} de sustrato seco ($p < 0.0001$) siendo el medio con mayor producción de biomasa fúngica.

Tabla 7. Efecto del medio en la velocidad del crecimiento radial y en la producción de biomasa

Variables	Medio de cultivo			
Horas de incubación	CTPDA	RPDA	RCTPDA	PDA
Horas24	0,8900 a	0,4400 a	0,6700 a	0,5600 a
Horas48	4,0000 a	4,3300 a	4,4400 a	3,4400 a
Horas72	8,2200 a	8,7800 a	9,1100 a	6,6700 b
Horas96	12,7800 b	14,4400 b	13,3300 b	21,3300 a
Horas120	16,6700 c	22,8900 b	17,3300 c	39,1100 a
Horas144	22,4400 c	31,4400 b	23,5600 c	44,8900 a
Horas168	29,2200 c	40,8900 b	37,8900 b	55,4400 a
Horas192	37,7800 d	49,8900 b	43,5600 c	64,8900 a
Horas216	42,4400 d	55,1100	48,3300 c	75,3300 a
Horas240	54,4000 c	61,1100 b	56,4400 c	87,4400 a
Horas264	62,3300 c	69,2200 b	65,3300 b,c	96,0000 a
Biomasa g g ⁻¹ de sustrato seco	0,1300 b	0,1300 b	0,1300 b	0,1400 a

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

Se estima que al mezclar PDA + agua destilada favorece el crecimiento del hongo, a diferencia de los sustratos, que debido a la composición de los mismos influyen en el crecimiento y colonización del hongo en ellos.

El efecto de la interacción de cepa*medio de producción de biomasa (tabla 8 y gráfico 1) se muestra el valor más alto en el hongo Gírgola blanco + PDA con una media de 0.1810 g g-1 de sustrato seco, mientras que el valor más bajo se reportó el hongo Gírgola rosado + PDA con una media de 0.0637 g g-1 de sustrato seco.

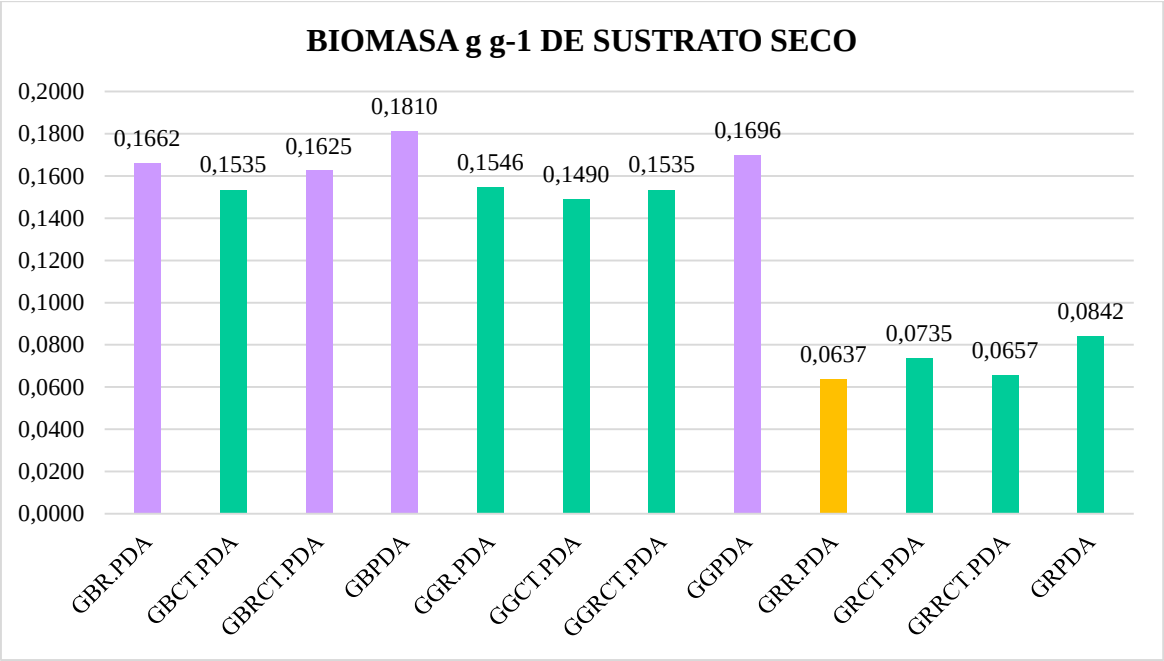


Gráfico 1. Promedio de la producción de biomasa fúngica de los tratamientos

R: Raquis de banano; **CT:** Cáscara + tusa de maíz; **RCT:** Raquis de banano + cáscara + tusa de maíz; **PDA:** Papa Dextrosa Agar; **GB:** Gírgola blanco; **GG:** Gírgola gris; **GR:** Gírgola rosado

- Porcentaje de biomasa más altos*
- Porcentaje de biomasa normal
- Porcentaje de biomasa más bajo

Tabla 8. Respuesta de las variables de velocidad de crecimiento radial y producción de biomasa de la interacción cepa medio

VARIABLES	HONGO GIRGOLA BLANCO (GB)				HONGO GIRGOLA GRIS (GG)				HONGO GIRGOLA ROSADO(GR)			
	R	CT	RCT	PDA	R	CT	RCT	PDA	R	CT	RCT	PDA
CRECIMIENTO (mm)												
24	0,6700 a	0,3300 a	0,6700 a	0,6700 a	0,6700 a	0,3300 a	0,6700 a	0,6700 a	1,3300 a	0,6700 a	0,6700 a	0,3300 a
48	4,0000 a	4,0000 a	4,3300 a	4,3300 a	3,3300 a	5,0000 a	4,6700 a	3,0000 a	4,6700 a	4,0000 a	4,3300 a	3,0000 a
72	9,0000 a,b,c	6,6700 b,c	9,0000 a,b,c	7,0000 b,c	6,0000 c	12,0000 a	9,3300 a,b	7,0000 b,c	9,6700 a,b	7,6700 b,c	9,0000 a,b,c	6,0000 c
96	11,6700 c	12,6700 c	13,6700 b,c	23,3300 a	12,0000 c	19,3300 a,b	13,6700 b,c	21,6700 a	14,6700 b,c	11,3300 c	12,6700 c	19,0000 a,b
120	14,0000 f	25,0000 c,d	17,3300 e,f	43,6700 a	15,3300 e,f	27,3300 c	17,3300 e,f	37,6700 a,b	20,6700 d,e	16,3300 e,f	17,3300 e,f	36,0000 b
144	18,0000 f	36,3300 c,d	23,0000 f	49,6700 a	18,6700 f	36,6700 c,d	24,6700 e,f	45,0000 a,b	30,6700 d,e	21,3300 f	23,0000 f	40,0000 a,b
168	23,3300 g	44,3300 c,d,e	37,0000 e,f	55,6700 a,b	22,6700 g	48,0000 b,c,d	39,6700 d,e,f	51,6700 a,b,c	41,6700 d,e	30,3300 f,g	37,0000 e,f	59,0000 a
192	32,3300 f,g	49,6700 c,d,e	41,6700 e,f	62,3300 a,b	29,0000 g	58,3300 b,c	45,0000 d,e	63,3300 a,b	52,0000 c,d	41,6700 e,f	44,0000 d,e	69,0000 a
216	37,3300 e	57,3300 b,c	50,6700 c,d	75,0000 a	38,0000 e	66,3300 a,b	49,6700 c,d	73,6700 a	52,0000 c,d	41,6700 d,e	44,6700 d,e	77,3300 a
240	58,6700 d,e	67,3300 b,c	59,0000 d,e	89,3300 a	52,6700 e,f	74,3300 b	65,6700 c,d	84,0000 a	52,0000 e,f	41,6700 g	44,6700 f,g	89,0000 a
264	69,6700 c,d	80,3300 b,c	72,0000 c,d	96,0000 a	65,3300 d	85,6700 a,b	79,3300 b,c	96,0000 a	52,0000 e	41,6700 e	44,6700 e	96,0000 a
Biomasa g g-1 de sustrato seco	0,1700 b	0,1500 c,d	0,1600 b,c	0,1800 a	0,1500 c,d	0,1500 d	0,1500 c,d	0,1700 b	0,0600 g	0,0700 f	0,0700 f,g	0,0800 e

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

CTPDA: Papa Dextrosa Agar en solución de 50% cáscara de maíz y 50% tusa de maíz; **RPDA:** Papa Dextrosa Agar en solución de raquis de banano; **RCTPDA:** Papa Dextrosa Agar en solución de 50% raquis de banano + 25% cáscara de maíz y 25% tusa de maíz **PDA:** Papa Dextrosa Agar en agua destilada

A continuación, se muestra la gráfica de la velocidad de crecimiento radial en mm h^{-1} (gráfico 2 al 12), con sus respectivas medias que se observan en la tabla 9, se obtuvieron las ecuaciones de regresión lineal, que se muestran en la tabla 8.

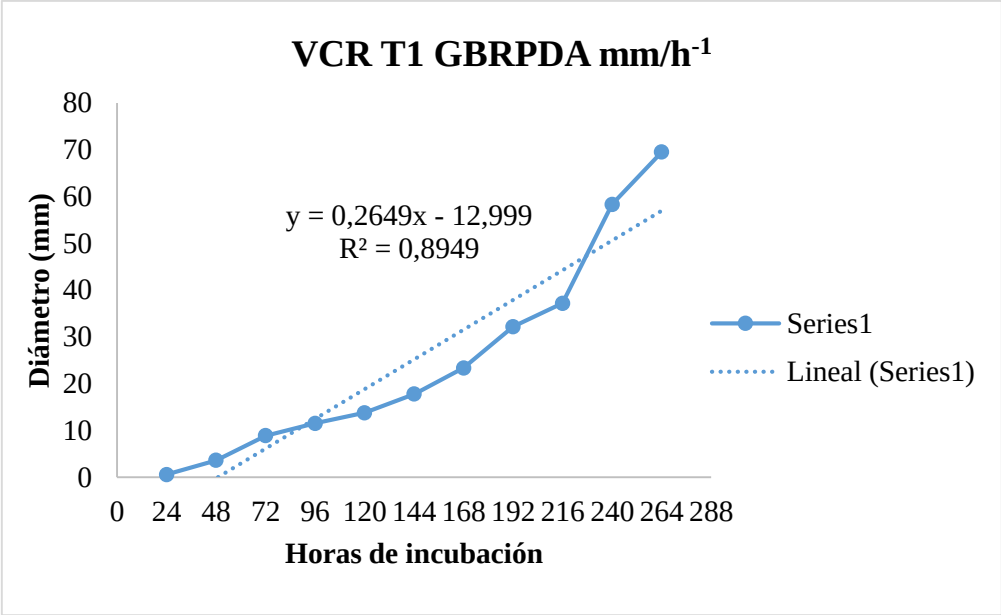


Gráfico 2. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBRPDA

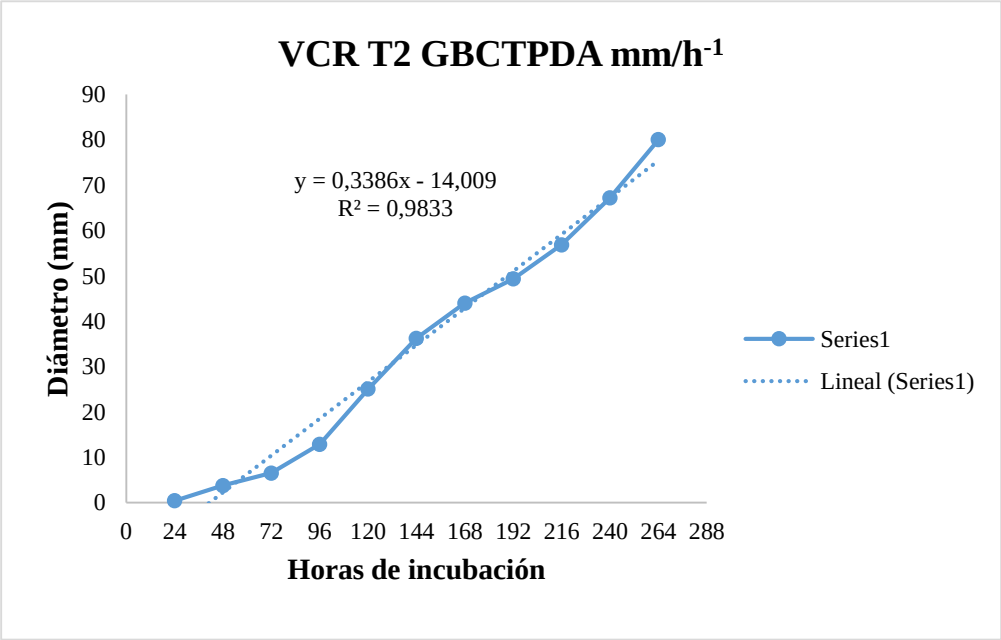


Gráfico 3. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBCTPDA

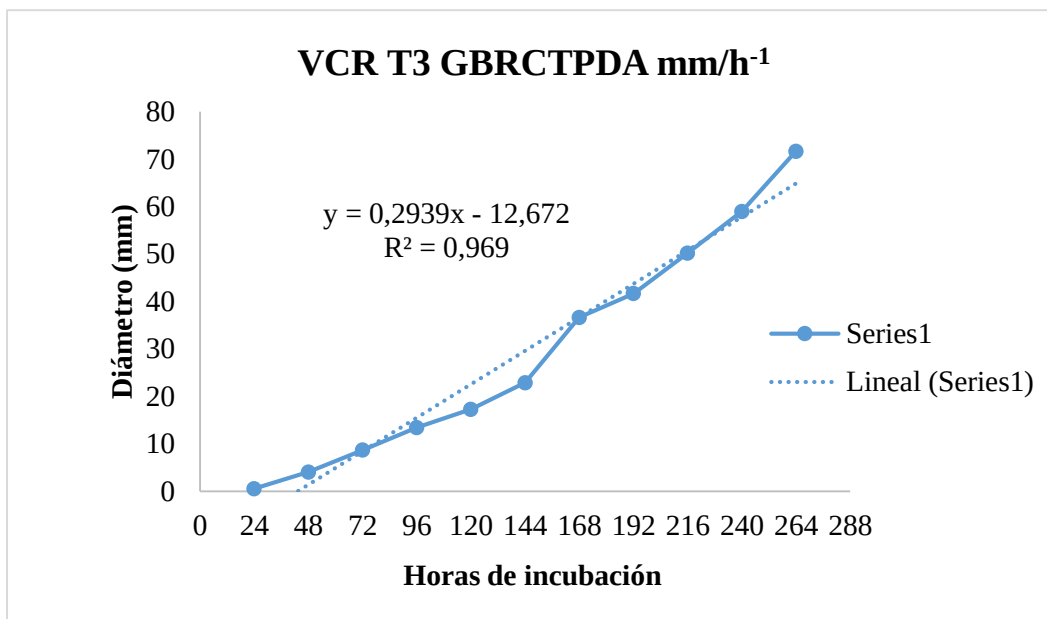


Gráfico 4. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBRCTPDA

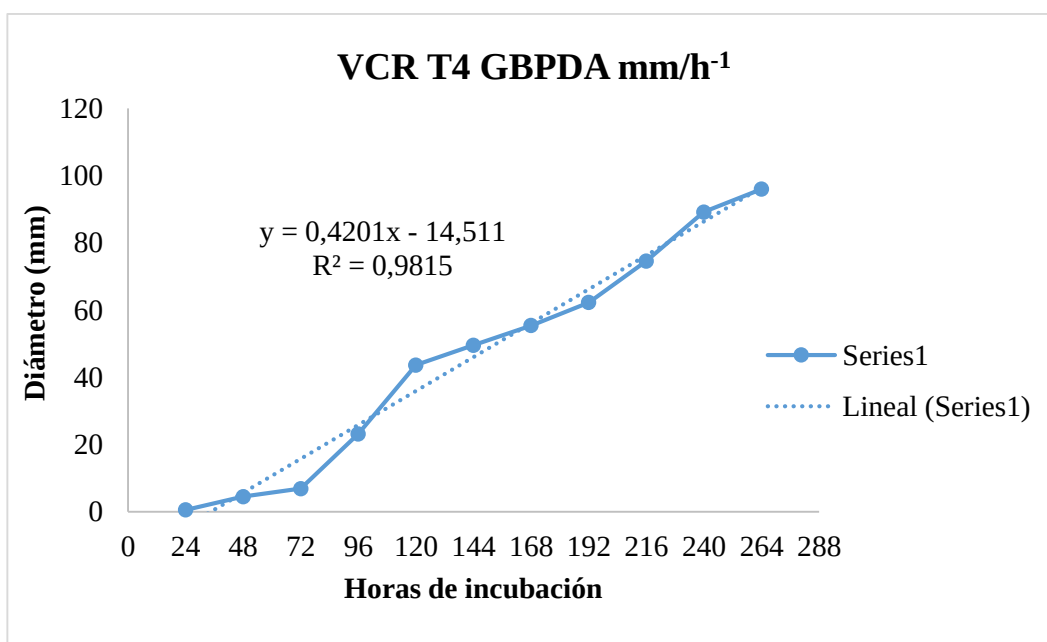


Gráfico 5. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GBPDA

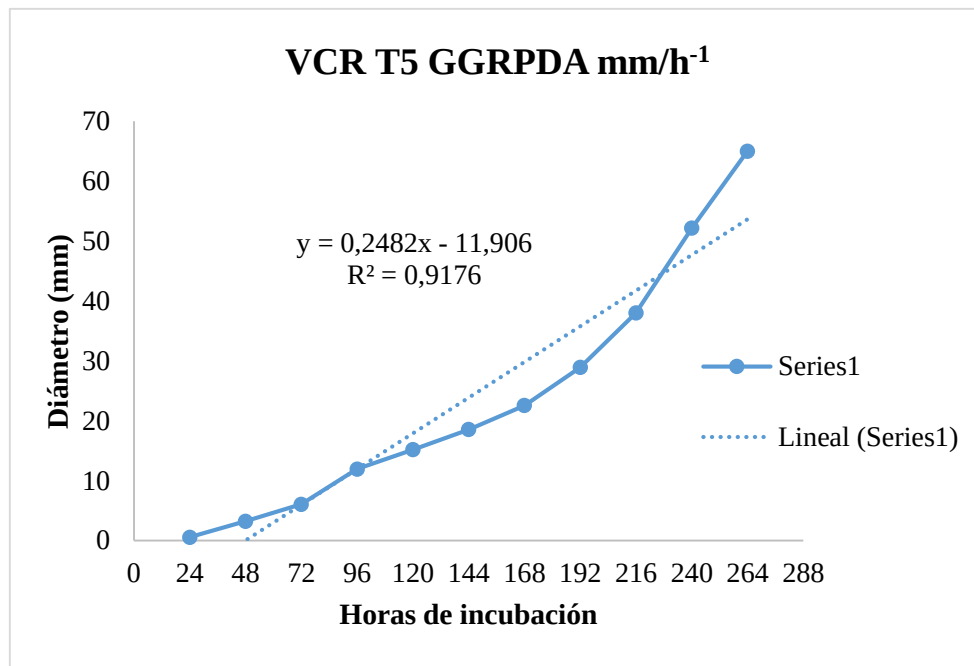


Gráfico 6. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGRPDA

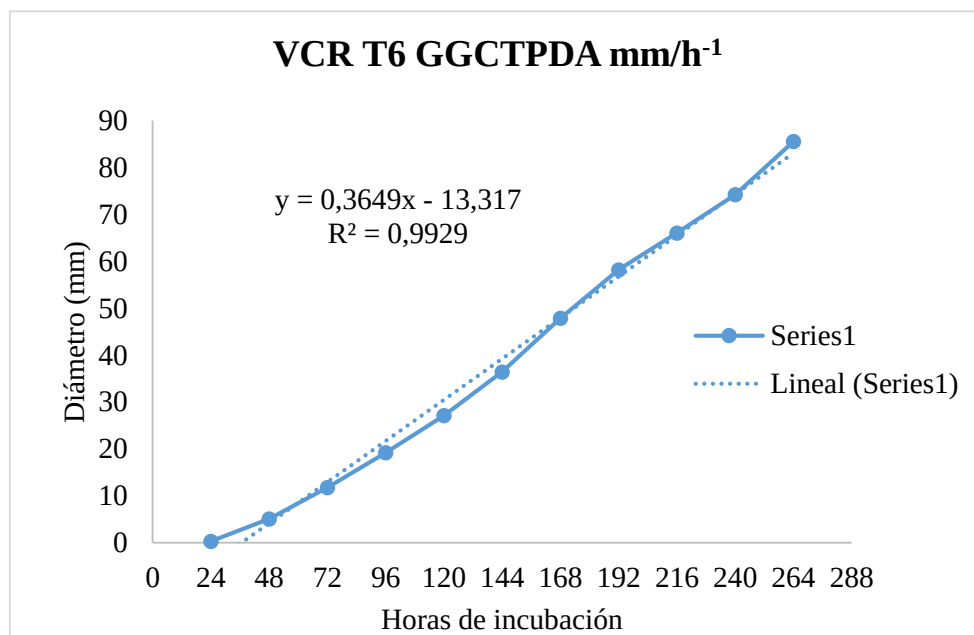


Gráfico 7. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGCTPDA

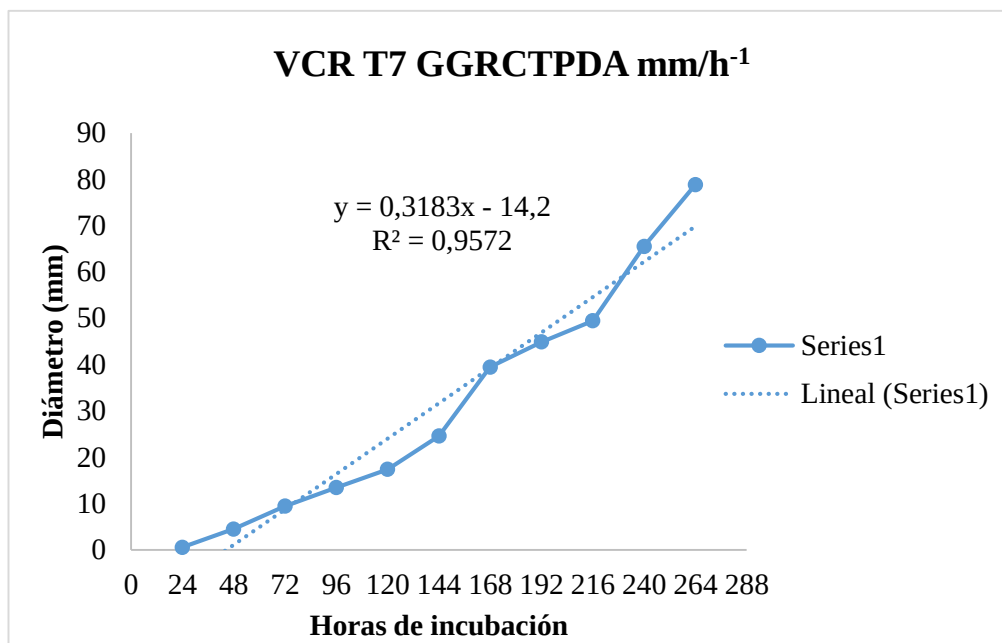


Gráfico 8. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGRCTPDA

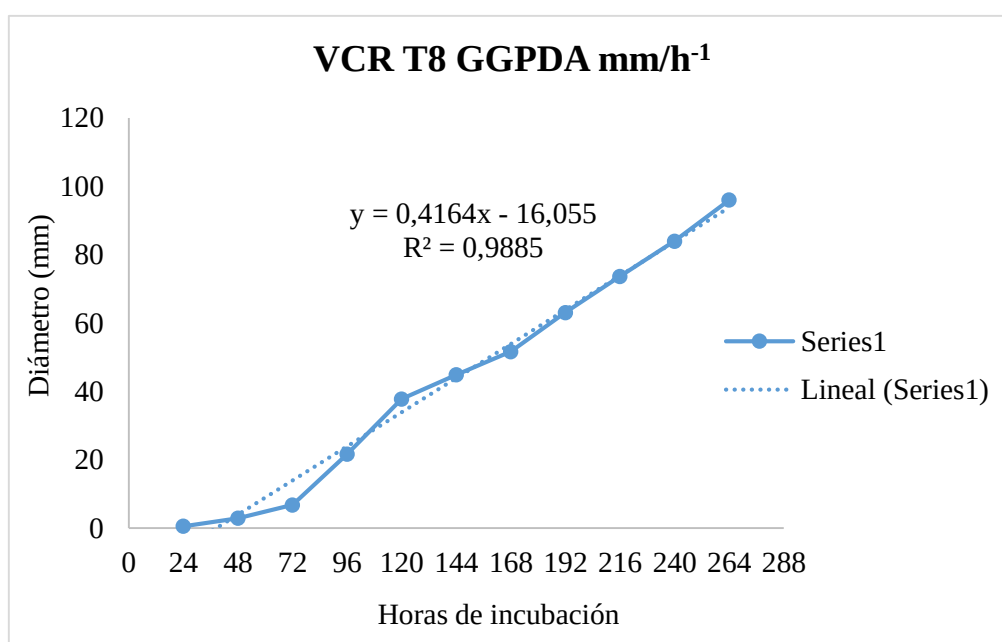


Gráfico 9. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GGPDA

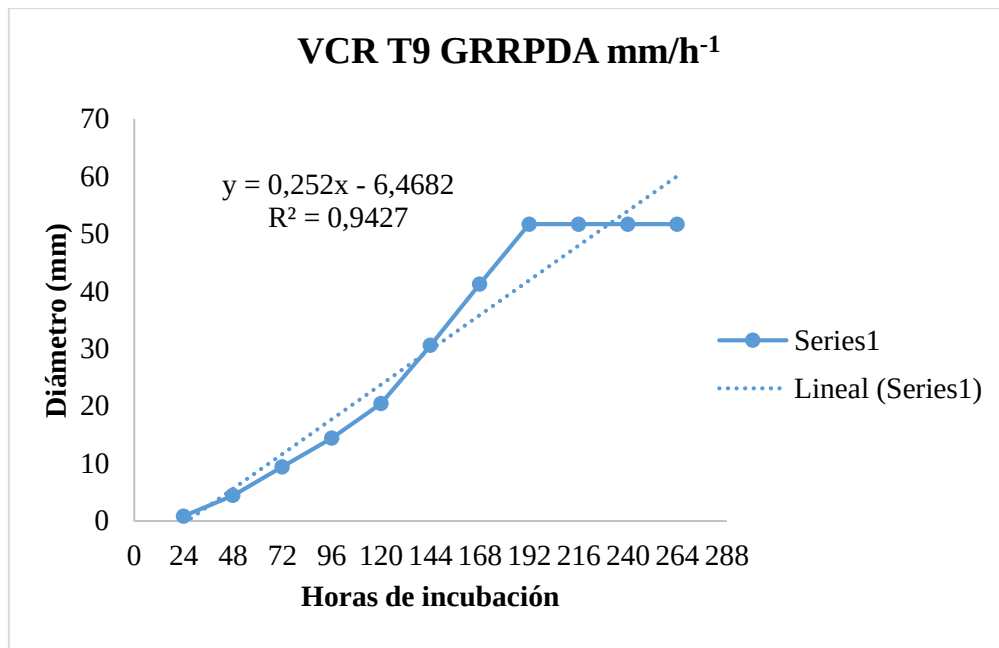


Gráfico 10. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRRPDA

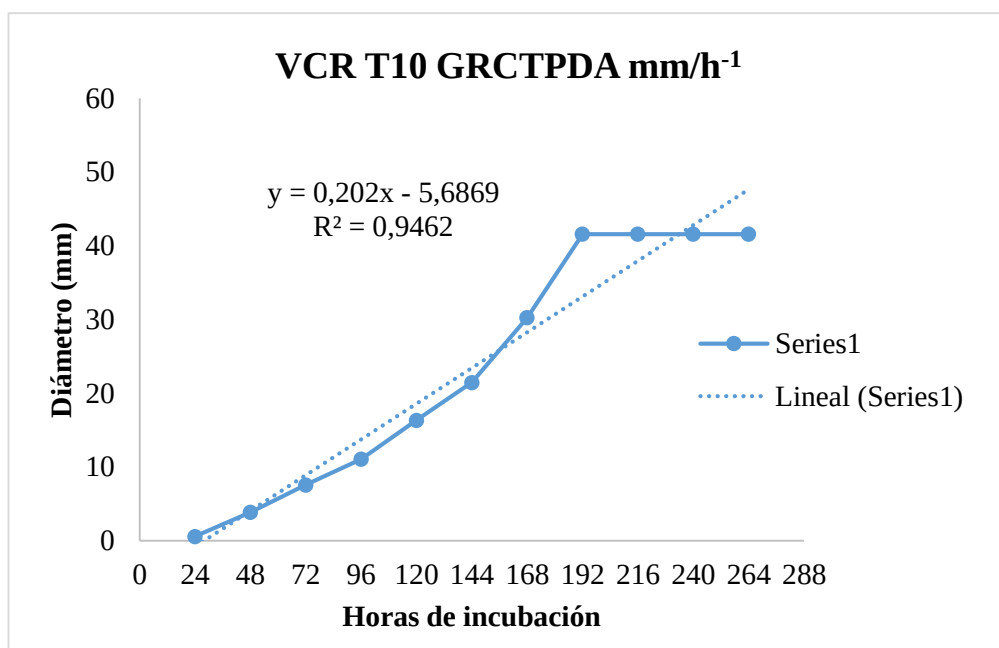


Gráfico 11. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRCTPDA

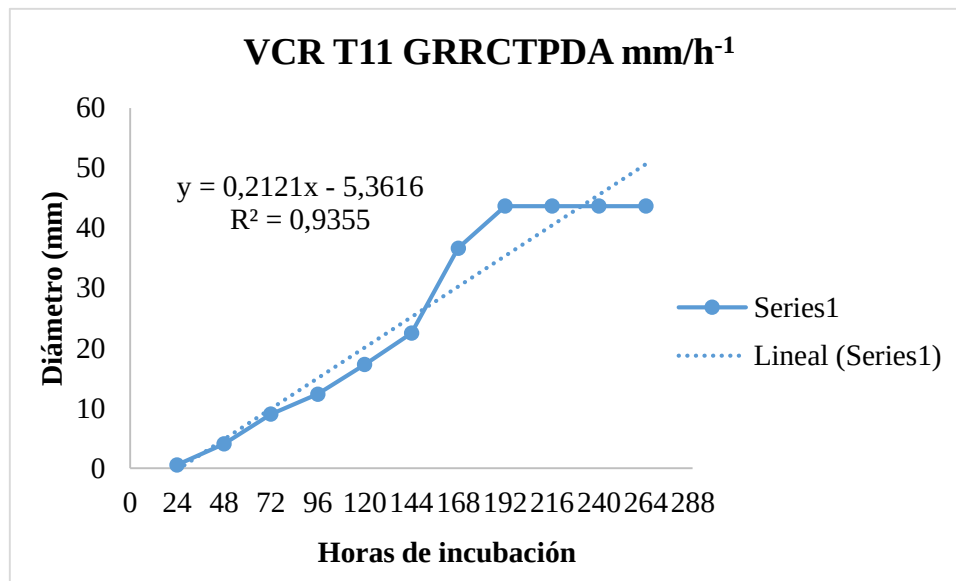


Gráfico 12. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRRCTPDA

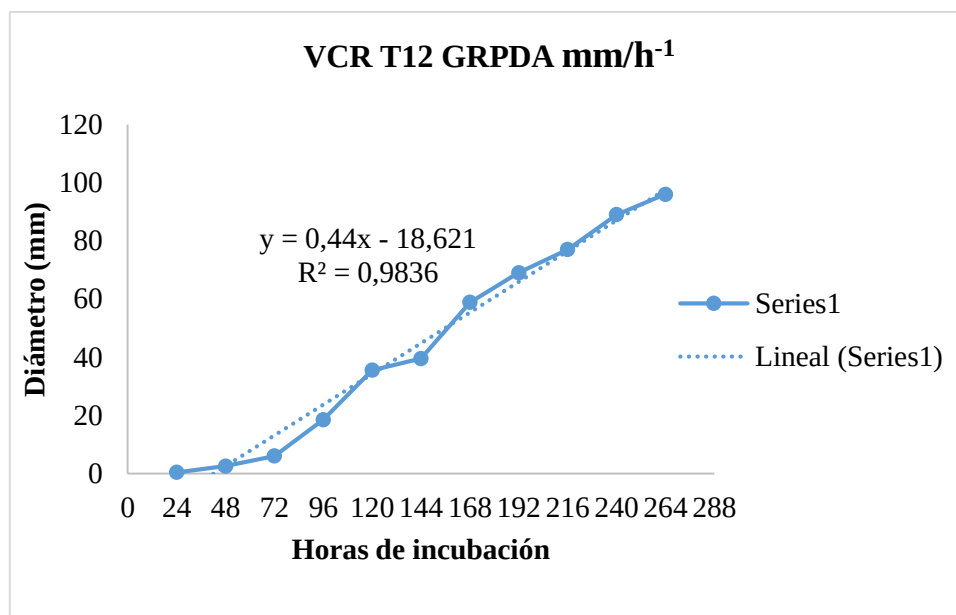


Gráfico 13. Promedio de la velocidad de crecimiento radial GRPDA

VCR: Velocidad de crecimiento radial; **R:** Raquis de banano; **CT:** Cáscara + tusa de maíz; **RCT:** Raquis de banano + cáscara + tusa de maíz; **PDA:** Papa Dextrosa Agar; **GB:** Gírgola blanco; **GG:** Gírgola gris; **GR:** Gírgola rosado

Tabla 9. Ecuaciones de crecimiento obtenidas del análisis matemático de regresión lineal de cada tratamiento.

Medio de cultivo	HONGOS GÍRGOLA					
	BLANCO (GB)	R ²	GRIS (GG)	R ²	ROSADO (GR)	R ²
R	$y = 0,2649x - 12,999$	0,8949	$y = 0,2482x - 11,906$	0,9176	$y = 0,252x - 6,4682$	0,9427
CT	$y = 0,3386x - 14,009$	0,9833	$y = 0,3649x - 13,317$	0,9929	$y = 0,202x - 5,6869$	0,9462
RCT	$y = 0,2904x - 12,449$	0,9663	$y = 0,3183x - 14,2$	0,9572	$y = 0,2121x - 5,3616$	0,9355
PDA	$y = 0,44x - 18,621$	0,9836	$y = 0,4201x - 14,511$	0,9815	$y = 0,44x - 18,621$	0,9836

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

La tasa del crecimiento específico es el valor que se obtiene de realizar un análisis de regresión lineal de cada tratamiento y nos permite conocer la velocidad de crecimiento radial que tienen los hongos del género *Pleurotus*. En este caso como podemos observar en la tabla 10, la cepa que reportó mayor velocidad (mm h^{-1}) fue la cepa de hongo Gírgola gris 0.9929 mm h^{-1} para el medio de cultivo CT, que se asemeja a la cepa de Hongo Gírgola blanco y la cepa de Hongo Gírgola rosado en el medio de cultivo PDA, reportando un valor de 0.9836 mm h^{-1} .

Tabla 10. Tasa de crecimiento específico μ (mm h^{-1}) para cada uno de los medios de cultivo y los hongos comestibles evaluados

Medio de cultivo	HONGOS GÍRGOLA		
	BLANCO (GB)	GRIS (GG)	ROSADO (GR)
R	0,8949	0,9176	0,9427
CT	0,9833	0,9929*	0,9462
RCT	0,9663	0,9572	0,9355
PDA	0,9836*	0,9815	0,9836*

*Valores de VCR más altos

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE EFICIENCIA BIOLÓGICA

El porcentaje de eficiencia biológica de los hongos *Gírgola* que crecieron en los tres sustratos se indica en la tabla 11

Tabla 11. Porcentaje de eficiencia biológica de hongos *Gírgola* producidos en los tres sustratos

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	C1	C2	C3		
Hongo <i>Gírgola</i> blanco: Cáscara + tusa de maíz	25,20	17,20	8,00	50,40	16,80
Hongo <i>Gírgola</i> gris: Cáscara + tusa de maíz	24,00	15,00	7,00	46,00	15,33
Hongo <i>Gírgola</i> rosado: Cáscara + tusa de maíz	24,00	14,00	6,00	44,00	14,67
Hongo <i>Gírgola</i> blanco: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	24,00	15,00	7,00	46,00	15,33
Hongo <i>Gírgola</i> gris: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	22,00	13,60	6,00	41,60	13,87
Hongo <i>Gírgola</i> rosado: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	20,00	12,00	5,60	37,60	12,53

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

La prueba de rangos Tukey de la eficiencia biológica de los hongos *Gírgola* en los tres sustratos se muestra en la tabla 12

Tabla 12. Prueba de rangos múltiples Tukey de la eficiencia biológica

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Hongo <i>Gírgola</i> blanco: Cáscara + tusa de maíz	16,80	A
Hongo <i>Gírgola</i> gris: Cáscara + tusa de maíz	15,33	A
Hongo <i>Gírgola</i> rosado: Cáscara + tusa de maíz	14,67	A
Hongo <i>Gírgola</i> blanco: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	15,33	A
Hongo <i>Gírgola</i> gris: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	13,87	A
Hongo <i>Gírgola</i> rosado: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	12,53	A

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, muestra un valor superior de 16.80% para el tratamiento Hongo Gírgola blanco: Cáscara + tusa de maíz, seguido de 15.33% el cual hace referencia al tratamiento de Hongo Gírgola gris: Cáscara + tusa de maíz y al tratamiento de Hongo Gírgola gris: Raquis de banano + Cáscara + tusa de maíz, luego de 14.67% para el tratamiento de Hongo Gírgola rosado: Cáscara + tusa de maíz.

Mientras que el tratamiento que obtuvo menor valor fue el Hongo Gírgola rosado: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz con 12.53%

El porcentaje de eficiencia biológica de hongos Gírgola producidos en los tres sustratos se muestra en el gráfico 14

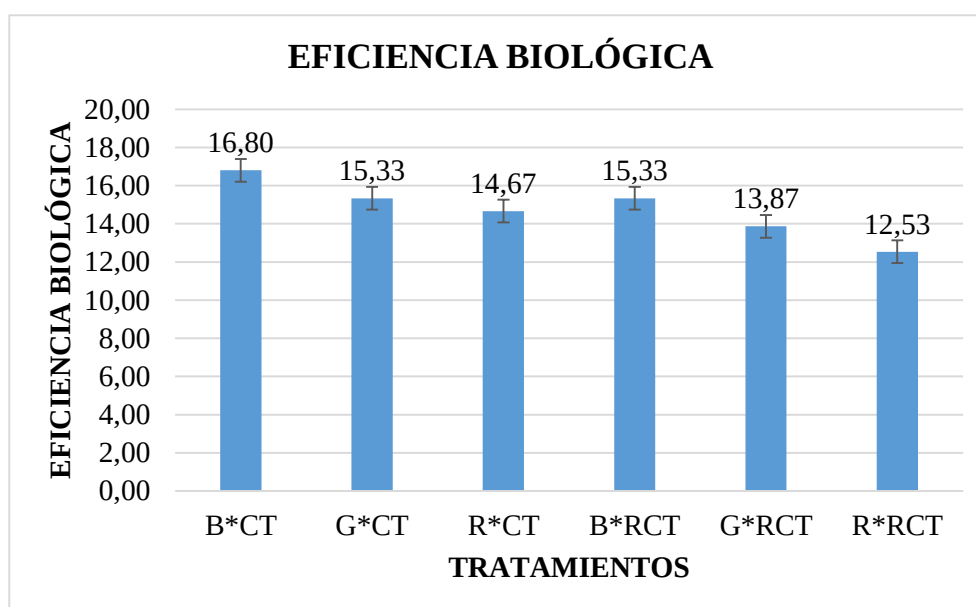


Gráfico 14. Porcentaje de eficiencia biológica de hongos Gírgola producidos en los tres sustratos

Los resultados que se muestran en la figura, establecen que la combinación del Hongo Gírgola blanco con el sustrato cáscara + tusa de maíz fue más eficiente que los demás sustratos teniendo un valor de 16,80%, mientras que en el sustrato de raquis de banano + cáscara y tusa de maíz tiene el porcentaje más alto con la combinación con el hongo Gírgola blanco con un 15,33%

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE LOS HONGOS GÍRGOLA

Los resultados del análisis de rendimiento de hongos Gírgola que crecieron en los tres sustratos se indica en la tabla 13

Tabla 13. Rendimiento de hongos Gírgola reproducidos en los tres sustratos

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	C1	C2	C3		
Hongo Gírgola blanco: Cáscara + tusa de maíz	21,00	14,33	6,67	42,00	14,00
Hongo Gírgola gris: Cáscara + tusa de maíz	20,00	12,50	5,83	38,33	12,78
Hongo Gírgola rosado: Cáscara + tusa de maíz	20,00	11,67	5,00	36,67	12,22
Hongo Gírgola blanco: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	19,67	12,30	5,74	37,70	12,57
Hongo Gírgola gris: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	18,03	11,15	4,92	34,10	11,37
Hongo Gírgola rosado: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	16,39	9,84	4,59	30,82	10,27

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

Tabla 14. Prueba de rangos múltiples Tukey del rendimiento

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Hongo Gírgola blanco: Cáscara + tusa de maíz	14,00	A
Hongo Gírgola gris: Cáscara + tusa de maíz	12,78	A
Hongo Gírgola rosado: Cáscara + tusa de maíz	12,22	A
Hongo Gírgola blanco: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	12,57	A
Hongo Gírgola gris: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	11,37	A
Hongo Gírgola rosado: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz	10,27	A

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey muestra un valor superior de 14.00% para el tratamiento Hongo Gírgola blanco: Cáscara + tusa de maíz, seguido de 12.78% el cual hace referencia al tratamiento de Hongo Gírgola gris: Cáscara + tusa de maíz, el tratamiento de Hongo Gírgola rosado: Raquis de banano + Cáscara + tusa de maíz con un 12.57%, luego de 12.22 % para el tratamiento de Hongo Gírgola rosado: Cáscara + tusa de maíz, mientras que el hongo Gírgola gris: Raquis de banano + Cáscara + tusa de maíz obtuvo 11.37%. Finalmente, el tratamiento que obtuvo menor valor fue el Hongo Gírgola rosado: Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz con 10.27%.

El rendimiento producción de hongos Gírgola en los tres sustratos se muestra en el gráfico 15

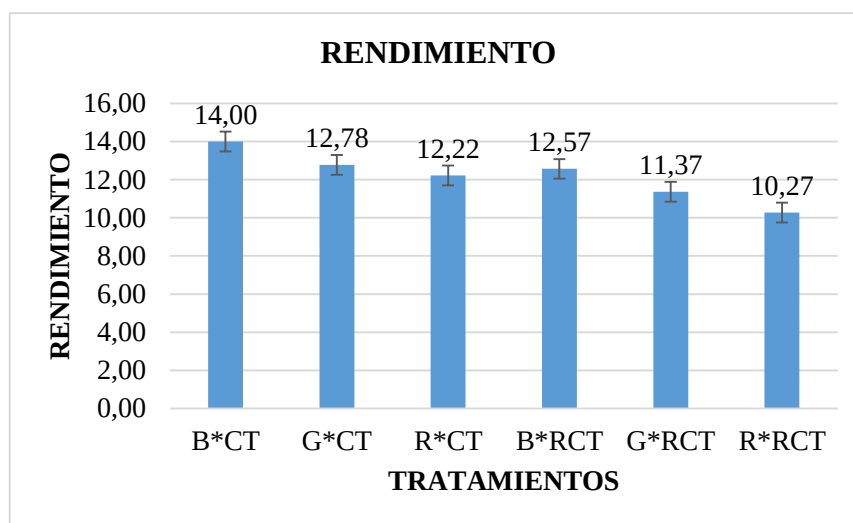


Gráfico 15. Rendimiento de producción reproducidos en los tres sustratos

Los resultados que se muestran en el gráfico 15, establecen que la combinación del Hongo Gírgola blanco con el sustrato cáscara + tusa de maíz fue el más eficiente que los demás sustratos teniendo un valor de 14,00%, mientras que en el sustrato de raquis de banano + cáscara y tusa de maíz tiene el porcentaje más alto con la combinación con el hongo Gírgola blanco con un 12,57%

Tabla 15. Respuesta de las variables de eficiencia biológica y rendimiento

TRATAMIENTOS	EFICIENCIA BIOLÓGICA	GRUPO HOMOGÉNEO	RENDIMIENTO	GRUPO HOMOGÉNEO
Hongo Gírgola blanco + (Cáscara + tusa de maíz)	16,80	A	14,00	A
Hongo Gírgola gris + (Cáscara + tusa de maíz)	15,33	A	12,78	A
Hongo Gírgola rosado + (Cáscara + tusa de maíz)	14,67	A	12,22	A
Hongo Gírgola blanco + (Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz)	15,33	A	12,57	A
Hongo Gírgola gris + (Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz)	13,87	A	11,37	A
Hongo Gírgola rosado + (Raquis de banano + cáscara y tusa de maíz)	12,53	A	10,27	A

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

Los resultados muestran que no existe significancia entre los tratamientos en cuanto a la eficiencia biológica y el rendimiento.

DETERMINACIÓN DE ANALISIS DE pH

ANÁLISIS DE pH DE HONGOS GIRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 16. pH de Hongos Gírgola fresco

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	6,02	5,88	5,87	4,82	4,68	4,67
R ₂	5,99	5,93	5,96	4,79	4,73	4,76
R ₃	6,09	5,83	5,98	4,89	4,63	4,78

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de pH del hongo Gírgola en estado fresco con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz.

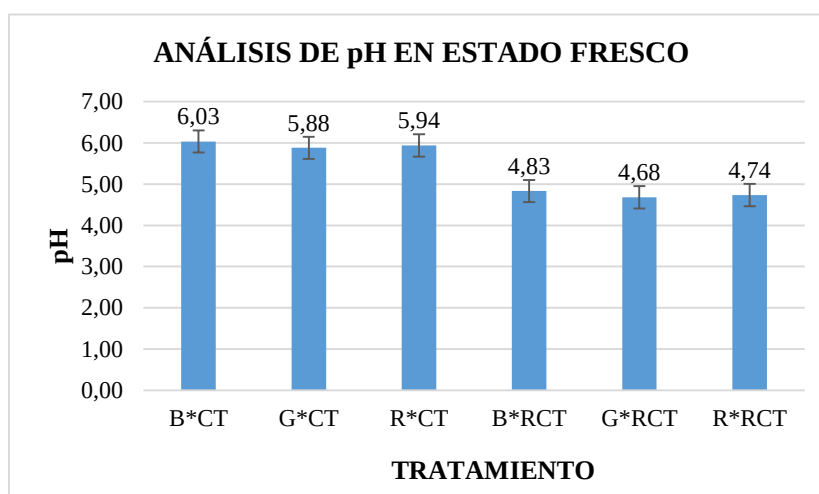


Gráfico 16. Análisis de pH de hongo en estado fresco

Tabla 17. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de pH en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	6,03	A
G*CT	5,88	B
R*CT	5,94	AB
B*RCT	4,83	C
G*RCT	4,68	D
R*RCT	4,74	CD

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 6.03% para el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, seguido de 5.94 % del tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, luego de 5.88 % para el tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 4.83 %, mientras que del tiramiento del hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 4.74 % y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 4.68 %.

ANÁLISIS DE pH DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 18. pH de Hongos Gírgola deshidratado

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R₁	6,41	6,29	6,09	6,16	6,04	5,84
R₂	6,40	6,32	6,36	6,15	6,07	6,11
R₃	6,39	6,28	6,22	6,14	6,03	5,97

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de pH del hongo Gírgola en estado deshidratado con $P < 0.001$, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz.

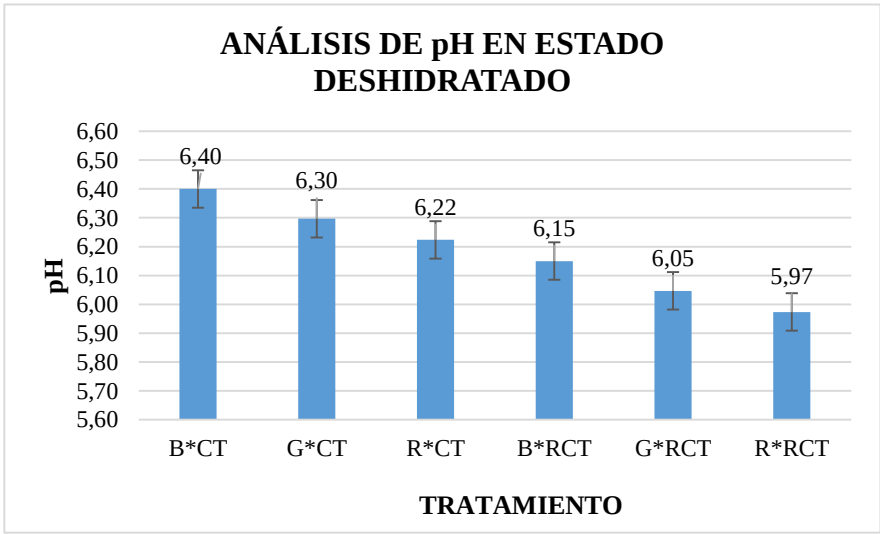


Gráfico 17. Análisis de pH de hongo en estado deshidratado

Tabla 19. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de pH en estado deshidratado.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	6,40	A
G*CT	6,30	AB
R*CT	6,22	ABC
B*RCT	6,15	BCD
G*RCT	6,05	CD
R*RCT	5,97	D

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 6.40% para el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, seguido de 6.30 % del tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, luego de 6.22 % para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 6.15 %, mientras que del tratamiento del hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 6.05 % y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 5.97 %.

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE HUMEDAD

ANÁLISIS DE HUMEDAD TOTAL DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 20. Humedad de Hongos Gírgola fresco

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	96,56	96,54	96,49	96,11	96,09	96,04
R ₂	94,91	92,93	98,26	94,46	92,48	97,81
R ₃	94,99	92,94	98,25	94,54	92,49	97,80

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de humedad del hongo Gírgola en estado fresco con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor más alto se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz.

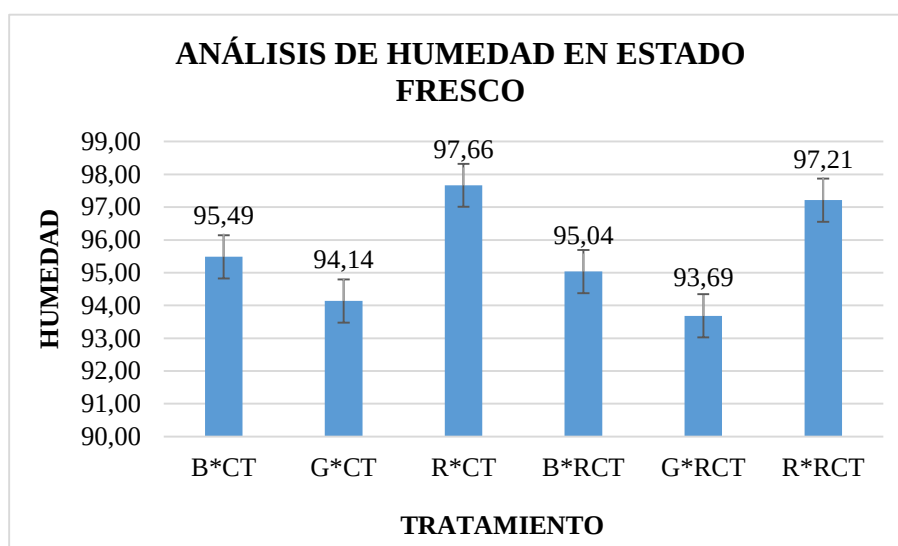


Gráfico 18. Análisis de humedad de hongo en estado fresco

Tabla 21. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de humedad en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	95,49	AB
G*CT	94,14	AB
R*CT	97,66	A
B*RCT	95,04	AB
G*RCT	93,69	B
R*RCT	97,21	AB

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 97.66% para el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, seguido de 97.21% del tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), luego de 95.49% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 95.04%, mientras que del tratamiento del hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz es de 94.14% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 93.69%.

ANÁLISIS DE HUMEDAD DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 22. Humedad de Hongos Gírgola deshidratado

	Sustrato CT			Sustrato RCT		
REP	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	10,66	12,19	11,58	10,21	11,74	11,13
R ₂	10,44	11,51	7,55	9,99	11,06	7,10
R ₃	5,61	6,39	10,40	5,16	5,94	9,95

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de humedad del hongo Gírgola en estado deshidratado con $<P 0,0001$, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz.

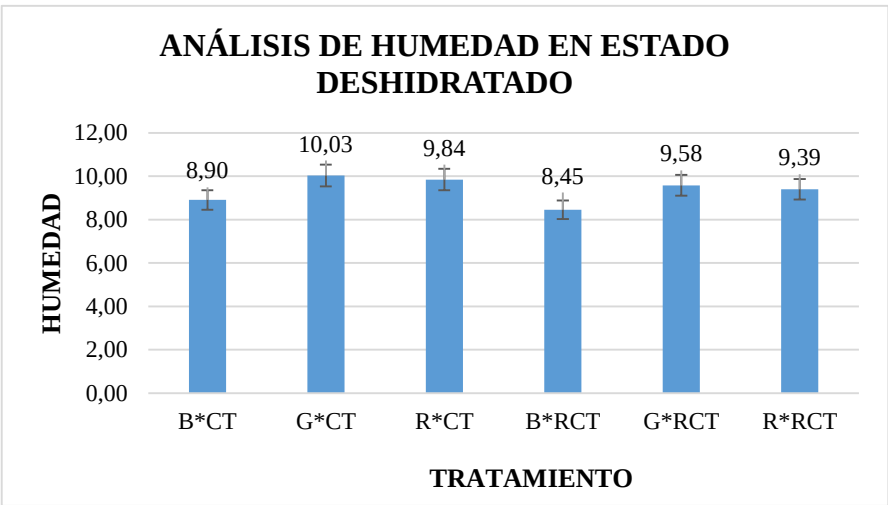


Gráfico 19. Análisis de humedad de hongo en estado deshidratado

Tabla 23. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de humedad en estado deshidratado.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	8,90	A
G*CT	10,03	A
R*CT	9,84	A
B*RCT	8,45	A
G*RCT	9,58	A
R*RCT	9,39	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 10.03% para el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, seguido de 9.84% del tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, luego de 9.58% para el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 9.39%, mientras que del tratamiento del hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz es de 8.90% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano cáscara y tusa de maíz) es de 8.45%.

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE CENIZA

ANÁLISIS DE CENIZA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 24. Ceniza de Hongos Gírgola fresco

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	10,62	10,12	10,29	9,87	9,37	9,54
R ₂	10,86	9,69	10,49	10,11	8,94	9,74
R ₃	10,64	10,10	10,73	9,89	9,35	9,98

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de ceniza del hongo Gírgola en estado fresco con $<P 0,0001$, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz.

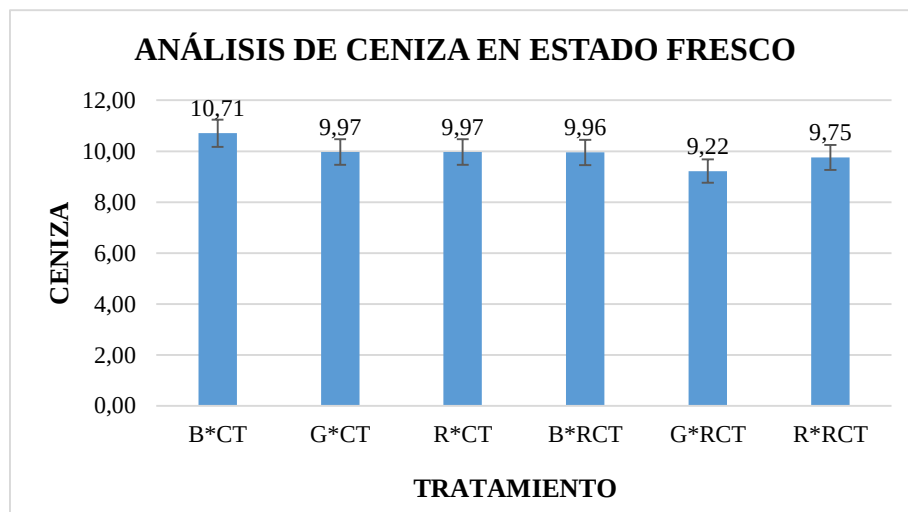


Gráfico 20. Análisis de ceniza de hongo en estado fresco

Tabla 25. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de ceniza en estado fresco

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	10,71	A
G*CT	9,97	B
R*CT	9,97	B
B*RCT	9,96	B
G*RCT	9,22	C
R*RCT	9,75	BC

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 10.71% para el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, seguido de 9.97% del tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz y del tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, luego de 9.96% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 9.75%, y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano cáscara y tusa de maíz) es de 9.22%.

ANÁLISIS DE CENIZA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 26. Ceniza de Hongos Gírgola deshidratado

	Sustrato CT			Sustrato RCT		
REP	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	7,40	7,39	7,79	6,65	6,64	7,04
R ₂	7,46	7,66	11,77	6,71	6,91	11,02
R ₃	11,95	11,33	10,36	11,20	10,58	9,61

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de ceniza del hongo Gírgola en estado deshidratado con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz.

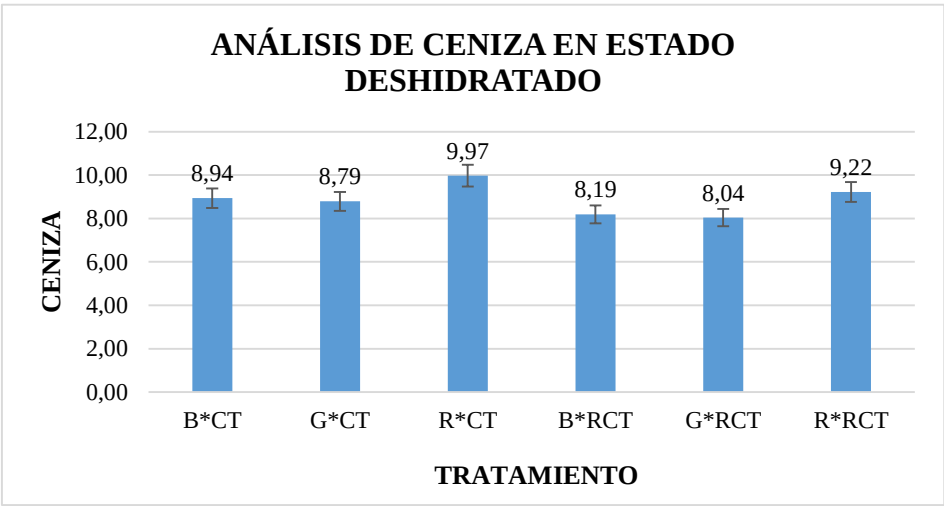


Gráfico 21. Análisis de ceniza de hongo en estado deshidratado

Tabla 27. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de ceniza en estado deshidratado.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	8,94	A
G*CT	8,79	A
R*CT	9,97	A
B*RCT	8,19	A
G*RCT	8,04	A
R*RCT	9,22	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 9.97% para el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, seguido de 9.22% del tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), el 8.94% del tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, luego de 8.79% para el tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 8.19%, y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano cáscara y tusa de maíz) es de 8.04%.

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE MATERIA SECA

ANÁLISIS DE MATERIA SECA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 28. Materia seca de Hongos Gírgola fresco

	Sustrato CT			Sustrato RCT		
REP	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	86,08	88,29	87,79	84,83	87,04	86,54
R ₂	84,81	88,36	87,23	83,56	87,11	85,98
R ₃	85,20	88,27	87,45	83,95	87,02	86,20

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de materia seca del hongo Gírgola en estado fresco con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz.

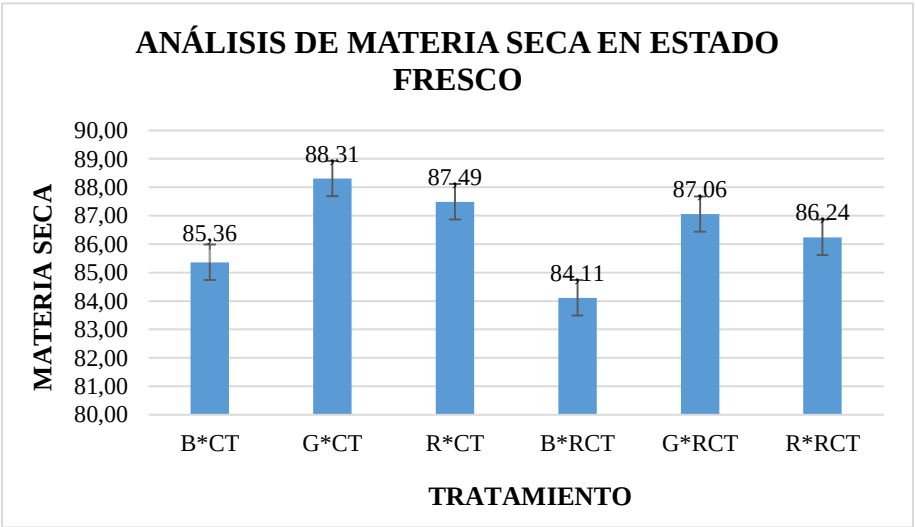


Gráfico 22. Análisis de materia seca de hongo en estado fresco

Tabla 29. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de materia seca en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	85,36	D
G*CT	88,31	A
R*CT	87,49	AB
B*RCT	84,11	E
G*RCT	87,06	BC
R*RCT	86,24	C

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 88.31% para el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, seguido de 87.49% del tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, luego de 87.06% para el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 86.24%, mientras que del tratamiento del hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz es de 85.36% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano cáscara y tusa de maíz) es de 84.11%.

ANÁLISIS DE MATERIA SECA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 30. Materia seca de Hongos Gírgola deshidratado

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	89,34	87,81	88,42	88,09	86,56	87,17
R ₂	89,56	88,49	92,45	88,31	87,24	91,20
R ₃	94,39	93,61	93,24	93,14	92,36	91,99

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de materia seca del hongo Gírgola en estado deshidratado con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz.

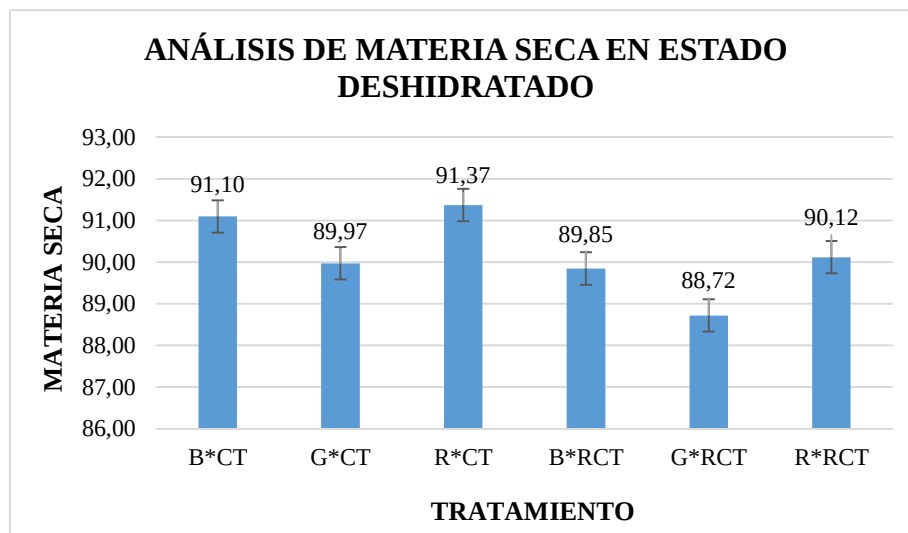


Gráfico 23. Análisis de materia seca de hongo en estado deshidratado

Tabla 31. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de materia seca en estado deshidratado.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	91,10	A
G*CT	89,97	A
R*CT	91,37	A
B*RCT	89,85	A
G*RCT	88,72	A
R*RCT	90,12	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 91.37% para el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, seguido de 91.10% del tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, luego de 90.12% para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que para el tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz) es de 89.97%, mientras que del tratamiento del hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 89.85% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano cáscara y tusa de maíz) es de 88.72%.

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE GRASA

ANÁLISIS DE GRASA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 32. Grasa de Hongos Gírgola fresco

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	0,24	0,44	0,40	0,22	0,42	0,38
R ₂	0,35	0,38	0,31	0,33	0,36	0,29
R ₃	0,56	0,52	0,48	0,54	0,50	0,46

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de grasa del hongo Gírgola en estado fresco con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz).

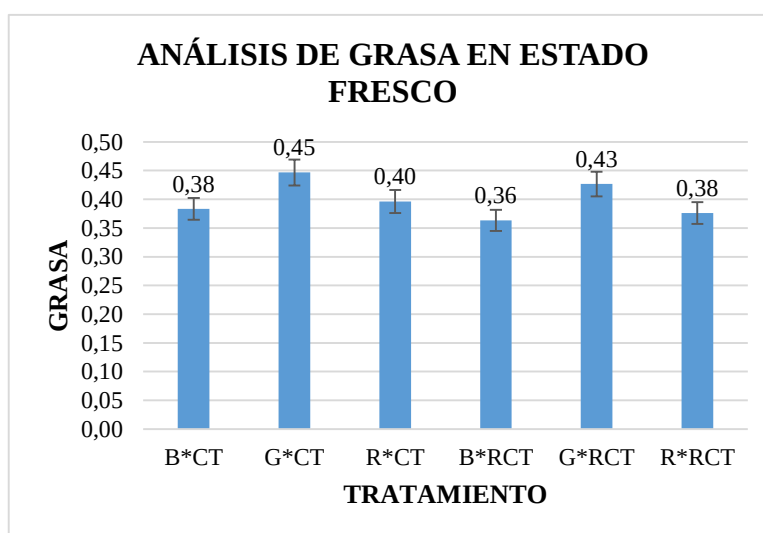


Gráfico 24. Análisis de grasa de hongo en estado fresco

Tabla 33. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de grasa en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	0,38	A
G*CT	0,45	A
R*CT	0,40	A
B*RCT	0,36	A
G*RCT	0,43	A
R*RCT	0,38	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 0.45% para el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, seguido de 0.43% del tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano cáscara y tusa de maíz), luego de 0.40% para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz), para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz) y el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) tienen 0.38%, mientras que del tratamiento del hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz es de 0.36%

ANÁLISIS DE GRASA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 34. Grasa de Hongos Gírgola deshidratado

	Sustrato CT			Sustrato RCT		
REP	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	2,31	2,58	0,58	1,81	2,08	0,08
R ₂	1,61	1,57	1,03	1,11	1,07	0,53
R ₃	2,76	1,69	1,45	2,26	1,19	0,95

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de grasa del hongo Gírgola en estado deshidratado con <P 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz.

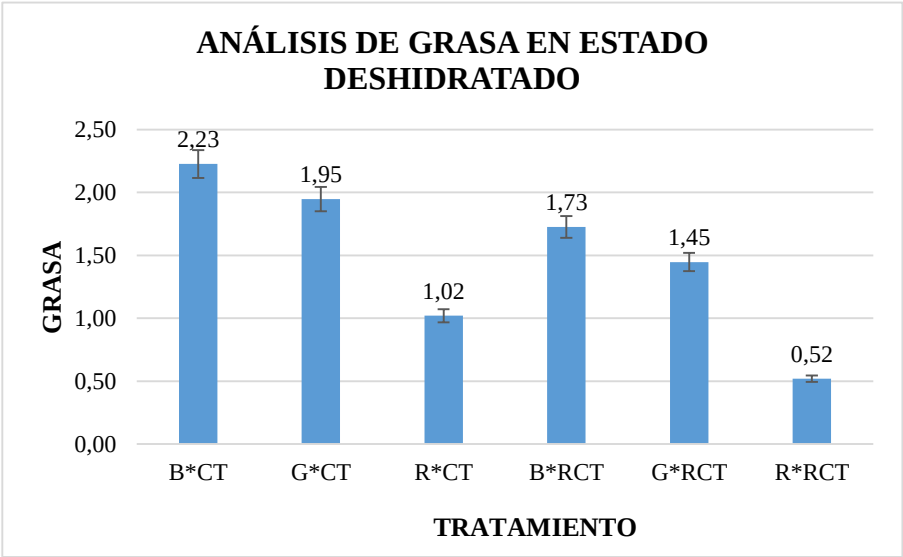


Gráfico 25 Análisis de grasa de hongo en estado deshidratado

Tabla 35. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de grasa en estado des.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	2,23	A
G*CT	1,95	A
R*CT	1,02	AB
B*RCT	1,73	AB
G*RCT	1,45	AB
R*RCT	0,52	B

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 2.23% para el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, seguido de 1.95% del tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, luego de 1.73% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), el 1.45% para el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que del tratamiento del hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz es de 1.02 % y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 0.52%.

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE FIBRA

ANÁLISIS DE FIBRA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 36. Fibra de Hongos Gírgola fresco

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	4,90	8,53	8,30	4,60	8,23	8,00
R ₂	5,00	10,91	8,50	4,70	10,61	8,20
R ₃	5,70	9,60	9,10	5,40	9,30	8,80

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de fibra del hongo Gírgola en estado fresco con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz.

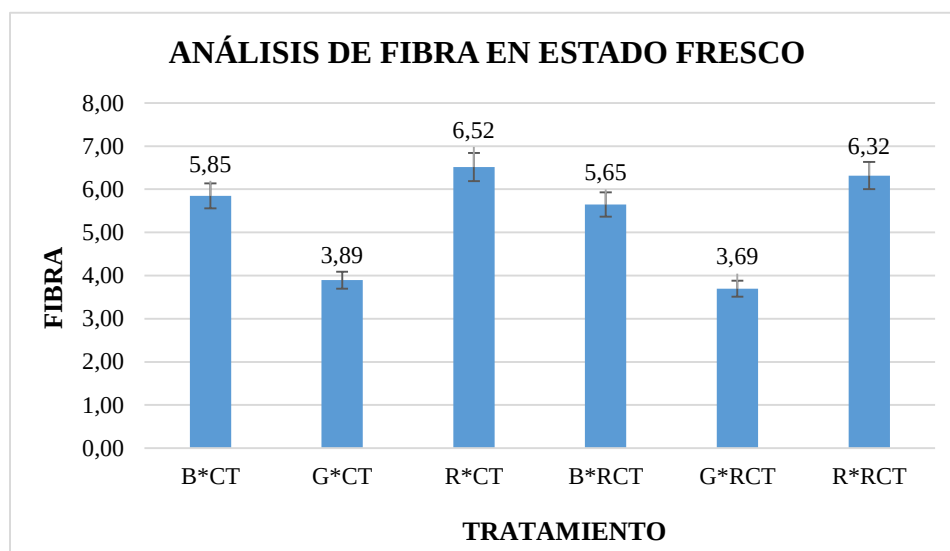


Gráfico 26. Análisis de fibra de hongo en estado fresco

Tabla 37. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de fibra en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	5,20	B
G*CT	9,68	A
R*CT	8,63	A
B*RCT	4,90	B
G*RCT	9,38	A
R*RCT	8,33	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 9.68% para el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, seguido de 9.38% del tratamiento de hongo Gírgola gris (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), luego de 8.63% para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, el 8.33% para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que del tratamiento del hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz es de 5.20% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz es de 4.90%.

ANÁLISIS DE FIBRA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 38. Fibra de Hongos Gírgola deshidratado

	Sustrato CT			Sustrato RCT		
REP	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	40,84	39,74	45,59	40,64	39,54	45,39
R ₂	45,56	33,80	40,40	45,36	33,60	40,20
R ₃	39,93	40,74	43,80	39,73	40,54	43,60

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de fibra del hongo Gírgola en estado deshidratado con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz.

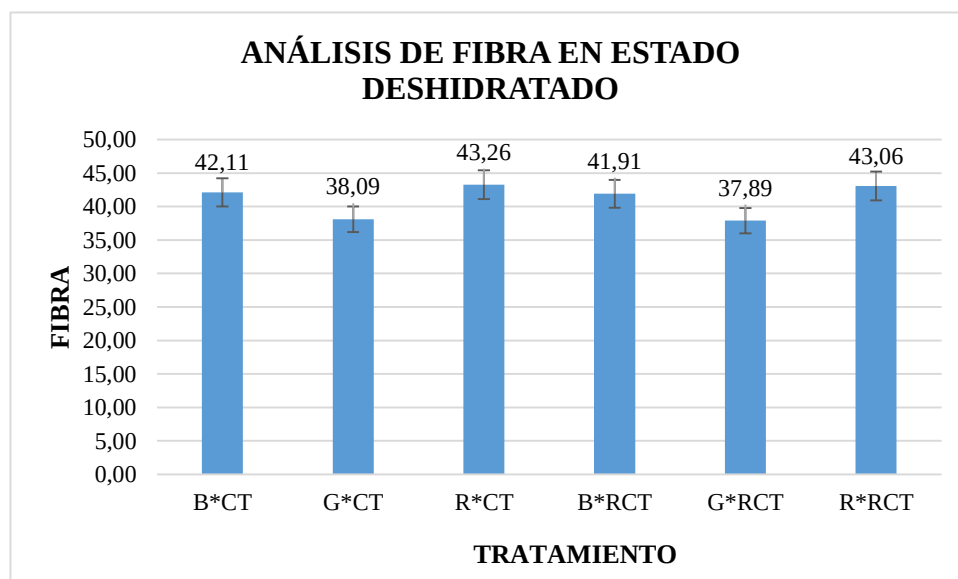


Gráfico 27. Análisis de fibra de hongo en estado deshidratado

Tabla 39. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de fibra en estado deshidratado.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	42,11	A
G*CT	38,09	A
R*CT	43,26	A
B*RCT	41,91	A
G*RCT	37,89	A
R*RCT	43,06	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 43.26% para el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, seguido de 43.06% del tratamiento de hongo Gírgola rosado (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), luego de 42.11% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, el 41.91% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que del tratamiento del hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz es de 38.09% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 37.89%.

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE ENERGÍA

ANÁLISIS DE ENERGÍA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 40. Energía de Hongos Gírgola fresco

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R₁	3,88	3,81	3,68	3,43	3,36	3,23
R₂	3,97	4,01	4,79	3,52	3,56	4,34
R₃	4,26	4,11	4,02	3,81	3,66	3,57

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de energía del hongo Gírgola en estado fresco con $<P 0,0001$, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz. Los resultados se muestran en unidad de kcal/g

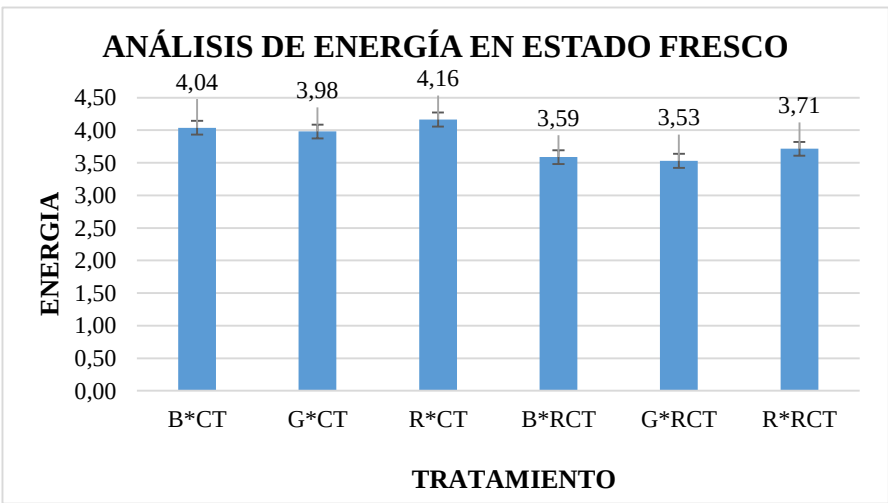


Gráfico 28. Análisis de energía de hongo en estado fresco

Tabla 41. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	4,04	A
G*CT	3,98	A
R*CT	4,16	A
B*RCT	3,59	A
G*RCT	3,53	A
R*RCT	3,71	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 4.16 kcal/g para el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, seguido de 4.04 kcal/g del tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, luego de 3.98 kcal/g para el tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, el 3.71 kcal/g para el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que del tratamiento del hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 3.59 kcal/g y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 3.53 kcal/g.

ANÁLISIS DE ENERGÍA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 42. Energía de Hongos Gírgola deshidratado

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	3,78	3,15	1,95	3,58	2,95	1,75
R ₂	2,33	3,97	3,97	2,13	3,77	3,77
R ₃	4,60	4,16	4,22	4,40	3,96	4,02

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de energía del hongo Gírgola en estado deshidratado con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz.

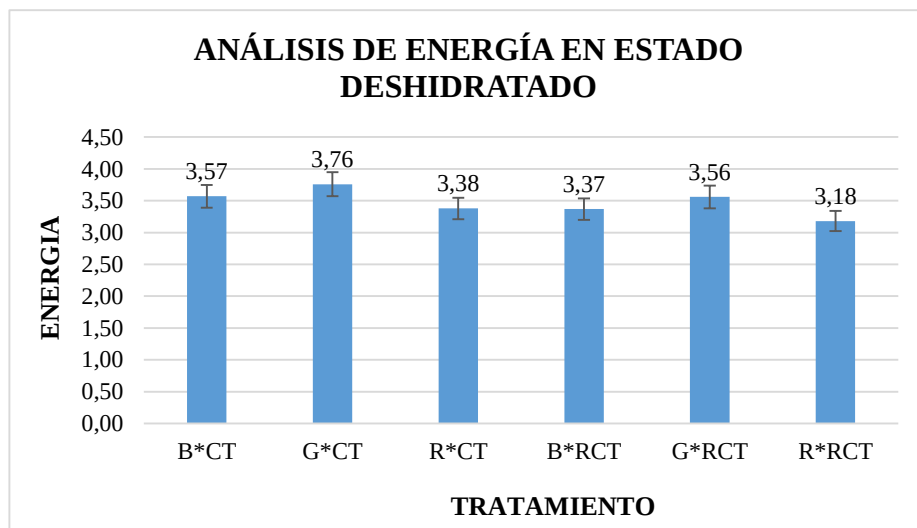


Gráfico 29. Análisis de energía de hongo en estado deshidratado

Tabla 43. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	3,57	A
G*CT	3,76	A
R*CT	3,38	A
B*RCT	3,37	A
G*RCT	3,56	A
R*RCT	3,18	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 3.76 kcal/g para el tratamiento hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, seguido de 3.57 kcal/g del tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, luego de 3.56 kcal/g para el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz, del tratamiento del hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz es de 3.38 kcal/g, mientras que el 3.37 kcal/g para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 3.18 kcal/g.

DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE PROTEÍNA

ANÁLISIS DE PROTEÍNA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO FRESCO

Tabla 44. Proteína de Hongos Gírgola fresco

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	1,18	1,16	1,14	1,16	1,13	1,11
R ₂	1,09	1,08	1,09	1,06	1,05	1,06
R ₃	1,12	1,10	1,12	1,09	1,07	1,09

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

El análisis de proteína del hongo Gírgola en estado fresco con $<P$ 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz

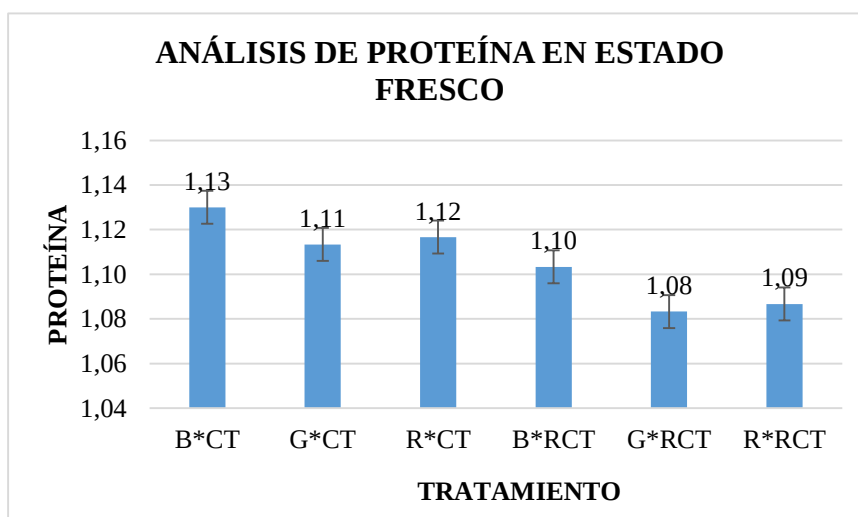


Gráfico 30. Análisis de proteína de hongo en estado fresco

Tabla 45. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	1,13	A
G*CT	1,11	AB
R*CT	1,12	AB
B*RCT	1,10	AB
G*RCT	1,08	B
R*RCT	1,09	B

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 1.13% para el tratamiento hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, seguido de 1.12% del tratamiento de hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, luego de 1.11% para el tratamiento de hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz, el 1.10% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que del tratamiento del hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz es de 1.09% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 1.08%.

ANÁLISIS DE PROTEÍNA DE HONGOS GÍRGOLA EN ESTADO DESHIDRATADO

Tabla 46. Proteína de Hongos Gírgola deshidratado

REP	Sustrato CT			Sustrato RCT		
	Blanco	Gris	Rosado	Blanco	Gris	Rosado
R ₁	5,87	7,20	6,60	5,47	6,80	6,20
R ₂	6,20	5,40	6,20	5,80	5,00	5,80
R ₃	7,10	4,96	7,65	6,70	5,60	7,25

Fuente: Autora
Elaborado: Autora

El análisis de proteína del hongo Gírgola en estado fresco con <P 0,0001, entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz.

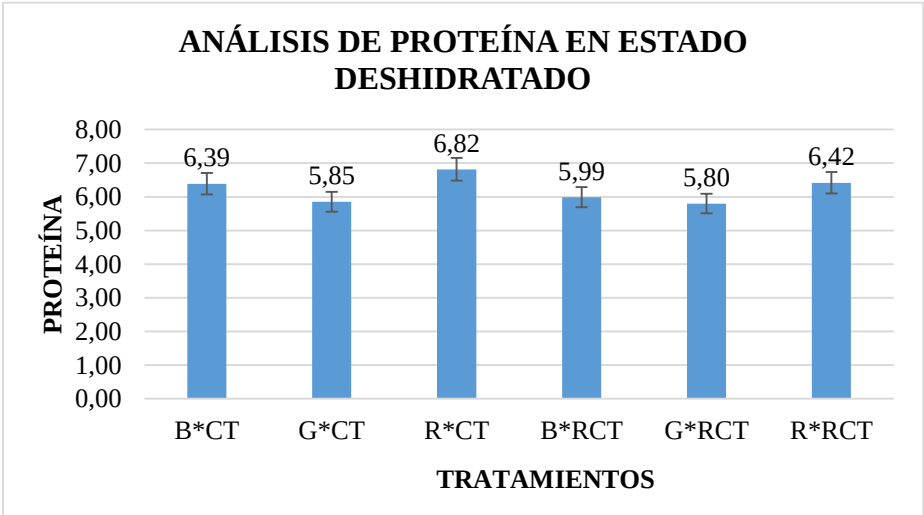


Gráfico 31. Análisis de proteína de hongo en estado deshidratado

Tabla 47. Prueba de rangos múltiples de Tukey del análisis de energía en estado fresco.

Tratamientos	Promedios	Grupos homogéneos
B*CT	6,39	A
G*CT	5,85	A
R*CT	6,82	A
B*RCT	5,99	A
G*RCT	5,80	A
R*RCT	6,42	A

Elaborado: Autora

La prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey, estima un valor superior de 6.82% para el tratamiento hongo Gírgola rosado + cáscara y tusa de maíz, seguido de 6.42% del tratamiento de hongo Gírgola rosado + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), luego de 6.39% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz, el 5.99% para el tratamiento de hongo Gírgola blanco + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz), mientras que del tratamiento del hongo Gírgola gris + cáscara y tusa de maíz es de 5.85% y finalmente el tratamiento de hongo Gírgola gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) es de 5.80%.

Tabla 48. Características bromatológicas de las tres cepas de hongos Gírgolas fresco y deshidratado cultivados en tres sustratos de cosecha

ANÁLISIS SUSTRATOS	HONGO GIRGOLA BLANCO				HONGO GIRGOLA GRIS				HONGO GIRGOLA ROSADO			
	CT		RCT		CT		RCT		CT		RCT	
ESTADO	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D
pH	6,03a	6,40a	4,83c	6,15b,c,d	5,88b	6,30a,b	4,68d	6,05c,d	5,94a,b	6,22a,b,c	4,74c,d	5,97d
HUMEDAD	95,49a,b	8,90a	95,04a,b	8,45a	94,14a,b	10,03a	93,69b	9,58a	97,66a	9,84a	97,21a,b	9,39a
CENIZA	10,71a	8,94a	9,96b	8,19a	9,97b	8,79a	9,22c	8,04a	9,97b	9,97a	9,75b,c	9,22a
MATERIA SECA	85,36d	91,10a	84,11e	89,85a	88,31a	89,97a	87,06b,c	88,72a	87,49a,b	91,37a	86,24c	90,12a
GRASA	0,38a	2,23a	0,36a	1,73a,b	0,45a	1,95a	0,43a	1,45a,b	0,40a	1,02a,b	0,38a	0,52b
FIBRA	5,20b	42,11a	4,90b	41,91a	9,68a	38,09a	9,38a	37,89a	8,63a	43,26a	8,33a	43,06a
ENERGÍA	4,04a	3,57a	3,59a	3,37a	3,98a	3,76a	3,53a	3,56a	4,16a	3,38a	3,71a	3,18a
PROTEÍNA	1,13a	6,39a	1,10a,b	5,99a	1,11a,b	5,85a	1,08b	5,80a	1,12a,b	6,82a	1,09b	6,42a

Fuente: Autora

Elaborado: Autora

CT: Cáscara de maíz y tusa de maíz; **R:** Raquis de banano; **RCT:** Raquis de banano + cáscara de maíz y tusa de maíz; **F:** Fresco; **D:** Deshidratado

En la etapa de FMS en el sustrato de raquis de banano no existió crecimiento en ninguna de las tres cepas de hongos Gírgola, esto se debe a la composición química del mismo, a las condiciones en que se encontraban cuando fueron recogidos para la investigación, tenía contaminación interna, el sustrato generó exceso de líquido durante la fermentación, lo cual no permitió que no existiera colonización del micelio del hongo.

Los análisis realizados en los hongos en estado fresco y deshidratado demuestran diferencia significativa entre los dos estados (fresco y deshidratado), por motivo que en estado fresco se determinan las características bromatológicas de forma general del hongo, mientras que en estado deshidratado se encuentran concentrados todos sus nutrientes y por ese motivo en algunos análisis tiene mayor valor.

El sustrato que obtuvo mejor asimilación del hongo y los mejores resultados de los análisis fue en cáscara + tusa de maíz, por lo contrario, la mezcla de cáscara + tusa de maíz + raquis de banano influyó la presencia del raquis por lo que tuvo menor cantidad de nutrientes como los que se tenía esperado, en comparación con el sustrato de cáscara y tusa de maíz.

4.2. Discusión

Velocidad de crecimiento radial

En el estudio realizado en hongo *Pleurotus ostreatus* se obtuvo una VCR de 0.647 mm h^{-1} , mientras que en hongo *Pleurotus djamor* una VCR de 0.320 mm h^{-1} , ambos con extracto de bagazo de caña según [44]. Otras investigaciones realizadas por [45] Obtuvo una VCR de 0.9621 mm h^{-1} utilizando PDA y 0.9856 mm h^{-1} utilizando el medio de cultivo de Sabouraud, mientras que utilizando cascarilla de arroz se obtuvo una VCR 0.991 mm h^{-1} [46]

Porcentaje de eficiencia biológica (EB)

En los resultados de eficiencia biológica se puede observar que este parámetro varía dependiendo del tipo de sustrato utilizado. En esta investigación se da un reporte de EB entre 35.13 y 50.67%, la mayor EB la obtuvo la cepa Gírgola blanco + cáscara y tusa de maíz. Autores como [21] obtuvieron un EB de 121.7% y 90.2 % con residuo pulpa de café, mientras que utilizando bagazo de caña se obtuvieron resultados de 16.77 y 40.50%.

En las investigaciones de [47] y [48], respectivamente. Otros sustratos como paja de arroz, centeno o avena, además de hojas de plátano, fibra de coco, entre otros, permiten obtener una EB que varía entre 45 y 138% [49], [50].

Biomasa

En los resultados mostrados de la biomasa fúngica determinada en esta investigación, se dio el valor de 0.1662 g g⁻¹ de sustrato seco usando raquis de banano + hongo Gírgola blanco, mientras que el menor valor de biomasa fúngica se dio en el residuo de raquis de banano + hongo Gírgola rosado con un valor de 0.0637 g g⁻¹. En comparación con la investigación de [51] que indica valores de biomasa de 0.056 ± 0.070 en el hongo Gírgola rosado. [48] obtuvo 0.4g de biomasa usando bagazo de caña. La mayor producción de biomasa fue entre 0.1694 a 0.1722 empleando residuos como cascarilla de arroz y cáscara de maracuyá [52], similar a lo de [53] quien registró en la cascarilla de arroz por gramo de sustrato y el menor valor en cáscara de maracuyá con 0.17 y 0.16, respectivamente.

Rendimiento de los hongos Gírgola

Utilizando distintos residuos se obtiene de 2.73 a 4.56% empleando pulpa de café y cascarilla de arroz [54]; frente a un 15% con paja de arroz, y 11% con hojas de plátano [55], y un 0.90% con la aplicación de bagazo de caña de azúcar [47]. Cabe destacar que autores como [56] consideran el rendimiento como la producción de hongos en kg/m². Es así que el rendimiento de producción registrado por [48] fue de 8.90 kg por m². Al utilizar el residuo de cáscara y tusa de maíz + hongo Gírgola blanco se obtuvo el mayor rendimiento con un 14.00%, a diferencia que al utilizar el residuo de raquis de banano + cáscara y tusa de maíz + hongo Gírgola rosado se determinó el menor rendimiento con un 10.27%. Valores que se asemejan a la investigación de [55].

pH

Se pudo evidenciar que al utilizar cáscara y tusa de maíz, el hongo Gírgola blanco en estado deshidratado obtuvo mayor valor que el estado deshidratado, con 6.40 de pH. Similar comportamiento registraron [22], quienes reportaron valores entre 6.69 y 6.98 utilizando residuos de cáscara de dos variedades de fréjol (Gandul y Cuarentón) y pseudotallo de plátano. Diversos autores [30], [56] señalan que un pH inferior a 5 y mayor 7 inhibe el crecimiento de los hongos Gírgola.

Humedad

Los hongos en estado fresco obtuvieron valores altos de humedad, entre 93.69 a 97.66%, superiores a los de [21], al utilizar pulpa de café como sustrato, reportaron 87.36 y 88.11%. Por su parte, [57], estableció un rango de 87 a 87.5% en muestras provenientes de Bangladesh. Contrario a esto, los hongos en estado deshidratado permitieron eliminar la mayor cantidad de agua posible, registrando valores de humedad entre 8.45 a 10.03%, siendo superior frente a los valores de [22], con 2.14 a 6.01% y, cumpliendo con lo establecido en la norma Codex STAN 38-1981, la cual señala que el porcentaje de humedad máximo para hongos deshidratados es del 12% [58].

Ceniza

En la variable ceniza, existió un comportamiento similar con los distintos residuos aplicados en cada estado, observándose valores entre 9.22 a 10.71% para el estado fresco y 8.04 a 9.97% en hongo deshidratado. Estos valores son superiores a los presentados por [59], quien registró 7.23% de cenizas empleando sustrato de café en *P. ostreatus*; sin embargo, se han establecido rangos de cenizas entre 1 a 7% [50], [60]–[62]. El contenido de cenizas dependerá de las características del sustrato utilizado [63].

Materia seca (MS)

En cuanto a la materia seca, los hongos en estado fresco presentaron valores inferiores a los de estado deshidratado, donde al utilizar cáscara y tusa de maíz se obtuvieron hongos con 89.97 a 91.37% de MS, mientras que aplicando raquis de banano con cáscara y tusa de maíz los valores fluctuaron entre 88.72 a 90.12% de MS, comparándose con los de Reinoso Molinero [64], quien registró un valor de 96.74% en MS, utilizando hoja de mazorca de maíz; y siendo superior a los valores de [62], con 17.1%. [65] estableció un valor de MS de 7.80 %, esto permite evidenciar que los valores de MS presente en el *P. ostreatus* dependen de la cantidad de agua inicial que tenga el sustrato utilizado [22].

Grasa

El contenido de grasa en los hongos en estado fresco presentaron menores valores de grasa que los hongos en estado deshidratado, con valores entre 0.36 a 0.45%, se asemejan a los resultados de [59] y [64], quienes presentaron hongos con 1 y 0.41%, respectivamente.

Esto evidencia que los hongos *Gírgola* presentan un contenido bajo en grasa coincidiendo con lo expresado por [66]; sin embargo, [67] indican en su investigación que el porcentaje de grasa va de un rango de 1.98 a 2.19 %. Esta variación dependerá de factores como las características fisicoquímicas de los sustratos de crecimiento utilizados [68], o del estado en que se encuentren al momento de la cosecha [69].

Fibra

Los hongos en estado fresco presentaron menor contenido de fibra, con valores entre 5.20 a 9.68%, frente a los valores de los hongos deshidratados, con 37.89 a 43.26%. Estas diferencias se pueden atribuir a los sustratos de producción utilizados, por tal razón, en la investigación de [70], se registraron valores de 7.5 a 8.7%, en la obtención de *Pleurotus* con bagazo de caña como sustrato, mientras que usando sustrato de café se reportó 11.13% [59]. Magdaleno describe un porcentaje de 1.40% para fibra [65].

Energía

Los valores de energía son similares ambos estados; en el estado fresco, al utilizar hongo rosado con cáscara y tusa de maíz se registró un valor de 4.16 kcal/g, siendo inferior a lo obtenido por [21], con 43.87 y 46.94kcal. [71] estimó alrededor de 35.8509kcal, evidenciando que los hongos *Gírgolas* cuentan con un bajo contenido calórico al presentar menos de 50 kcal por cada 100g de producto fresco [63].

Proteína

El resultado de proteína con mayor porcentaje se dio en la cepa de *Gírgola* blanco + cáscara y tusa de maíz con un 1.13%, mientras que el porcentaje con menor valor de porcentaje fue para la cepa de *Gírgola* gris + (raquis de banano + cáscara y tusa de maíz) con un 1.08%. Estos resultados se comparan a autores como [59] con 30.49%, mientras que [53] reportó de 1.7 a 9.2% con distintos residuos agroindustriales y, [22], valores de 1.13% - 1.61% en estado fresco, mientras que en estado deshidratado tienen 6.39% – 7.57% %. La variación en los resultados puede deberse a factores como el contenido de humedad, temperatura o los nutrientes del sustrato utilizado [72].

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Al cultivar hongos *Gírgola* con distintos sustratos, la mayor velocidad de crecimiento radial fue de 0.9929 mm h^{-1} en la cepa de hongo *Gírgola* gris + cáscara y tusa de maíz + PDA; obteniendo una biomasa de 0.1500 g g^{-1} de sustrato seco, mientras que en la cepa de hongo *Gírgola* blanco + raquis de banano + PDA dio el menor crecimiento con 0.8949 mm h^{-1} con 0.1700 g g^{-1} de sustrato seco de biomasa.
- Se dio el mayor rendimiento de los hongos *Gírgola* en las cosechas del 14.00% en el hongo *Gírgola* blanco + cáscara y tusa de maíz, teniendo una EB de 16.80%, mientras que el menor rendimiento fue de 10.27% en el hongo *Gírgola* rosado + raquis de banano + cáscara y tusa de maíz con una EB de 12.53%.
- Existieron diferencias significativas en las características bromatológicas de hongos *Gírgola*, tanto en estado fresco como deshidratado; excepto en los valores de energía donde el tipo de sustrato aplicado no causó efecto alguno sobre los hongos en ambos estadíos.

5.2. Recomendaciones

- En caso de utilizar raquis de banano en nuevas investigaciones, someterlo a un proceso de deshidratación, debido a que en estado fresco genera exceso de agua en la etapa de fermentación e impide la colonización del micelio en este residuo.
- Realizar nuevas investigaciones probando diferentes medios de cultivo para optimizar tiempos de crecimiento, porque existen sustratos que afectan directamente en la velocidad de crecimiento y producción de biomasa por su composición.
- Controlar la temperatura y condiciones necesarias para la incubación y fructificación de los hongos en los residuos, para que la primera cosecha de los hongos se de en los tiempos estimados y seguir supervisando para las demás cosechas y que los hongos estén en buen estado.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- [1] FAO, FIDA, OPS, WFP, and UNICEF., “Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2020,” in *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, Santiago de Chile, 2020. doi: 10.4060/cb2242es.
- [2] MushWorld, “Manual de cultivador de hongos 1 Cultivo del Hongo Ostra,” *Man. Cultiv. hongos 1*, 2005.
- [3] N. Rodríguez and C. Jaramillo, *Cultivo de hongos comestibles del género Pleurotus sobre residuos agrícolas de la zona cafetera*. 2019. [Online]. Available: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/582/1/027.pdf>
- [4] G. T. Lozada, “Sistema de implementación de cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* a partir de residuos generados de las madereras en el distrito de Villa El Salvador,” Universidad Privada Telesup, 2016. [Online]. Available: <https://repositorio.utesup.edu.pe/bitstream/UTELESUP/686/1/CANCHOS HUAMANI JESUS FERNANDO.pdf>
- [5] INEC, “Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua,” *Inec*, pp. 1–23, 2017, [Online]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf
- [6] J. C. Noa-Carrazana *et al.*, “Obtención de lixiviados de raquis de plátano: Uso potencial en cultivos,” *Cienc. UANL*, pp. 58–62, 2018, [Online]. Available: <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=7887>
- [7] C. Infante, B. Cuadrado, D. De Arco, K. Perez, E. Barrera, and M. San Juan, “Evaluación de tusa y cáscara de maíz como sustratos para el cultivo de *Pleurotus pulmonarius*,” *Cienc. y Tecnol.*, vol. 32, no. 1, pp. 31–46, 2016, [Online]. Available: [file:///C:/Users/User/Downloads/29520-Texto del artículo-83559-1-10-20170620 \(3\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/29520-Texto%20del%20articulo-83559-1-10-20170620(3).pdf)
- [8] Y. C. Vargas and L. P. Pérez, “Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente,” *Rev. Fac. Ciencias Básicas*, vol. 14, pp. 59–72, 2018, doi: 10.18359/rfcb.3108.

- [9] C. Gastronómico, “Kinoko, primer establecimiento productivo de Gírgolas en Córdoba,” 2019. <https://www.circuitogastronomico.com/kinoko-primer-establecimiento-productivo-de-girgolas-en-cordoba/#:~:text=Kinoko es el primer establecimiento,como Gírgola u Hongo Ostra>
- [10] S. Burés, “Manejo de sustratos,” 2019. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/publicacionesdigitales/80373_I_curso_de_gestion_de_viveros_forestales/80373/7_manejo_de_sustratos.pdf
- [11] O. L. C. Benavides, H. E. Ruiz, and D. Araujo, “Eficiencia biológica como variable de bioprocesamiento de residuos lignocelulósicos para la producción del hongo comestible y medicinal (*Pleurotus ostreatus*),” *Vitae*, vol. 23, pp. S518–S521, 2016, Available:https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/4032205721/fmt/pi/rep/NONE?_s=ADkPiRmPeuiD0eS4IzdM7tVB9gM%3D
- [12] M. Sierra-Macías *et al.*, “Hoja de maíz (*Zea mays* L.), Importante actividad en la zona Norte del Estado de Veracruz, México,” pp. 1–7, 2016.
- [13] R. L. Lesme, J. Martillo, and L. Oliva, “Estudio de la gasificación de la tusa del maíz para la generación de electricidad,” vol. 23, no. 3, pp. 1–9, 2020.
- [14] M. Alder and Z. M. Fany, “Gírgolas. Una alternativa de diversificación productiva para los valles Patagónicos,” *Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.*, 2020, [Online]. Available: <https://inta.gob.ar/documentos/girgolas-una-alternativa-de-diversificacion-productiva-para-los-valles-patagonicos#:~:text=Gírgolas%2C una alternativa de diversificación productiva para los valles Patagónicos>
- [15] R. C. Torres, “Exportación de hongos comestibles de la Patagonia,” Universidad Empresarial Siglo 21, 2016. Available: https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/12556/Trabajo_final_de_graduacion_Torres_Romina.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [16] R. I. Etcheverry, “Producción de hongos comestibles en establecimiento de Hernando, provincia de Córdoba,” Universidad Empresarial Siglo 21, 2021.
- [17] L. S.H and L. Vallejos, “Evaluación de un proyecto para la incorporación de cultivo de hongos comestibles en la explotación Agrícola,” 2020. Available: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/21576/TFGVallejos%2C Laura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [18] A. Valera, “Rendimiento del hongo comestible pleurotus ostreatus de residuos agroindustriales de la ciudad de Tacna,” 2019. [Online]. Available: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3728/207_2019_valera_lopez_a_espg_maestria_alimentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [19] F. L. Valdespino, “Aprovechamiento sostenible de hongos comestibles; hacia una seguridad alimentaria,” *Meio Ambient.*, vol. 2, pp. 45–55, 2020, [Online]. Available: <https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/97/82>
- [20] C. I. R. López and A. C. S. Zurita, “Evaluación físicoquímica y microbiológica del Hongo Ostra gris (*Pleurotus ostreatus*) cultivado en la provincia de Pichincha (Tumbaco)- Ecuador,” Universidad de Guayaquil, 2020. [Online]. Available: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51067/1/BCIEQ-T-0568 López Ramírez Cristina Isabel%3B Zurita Sánchez Ana Cristina.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51067/1/BCIEQ-T-0568%20López%20Ramírez%20Cristina%20Isabel%20Zurita%20Sánchez%20Ana%20Cristina.pdf)
- [21] J. I. Nieto-Juárez, Á. D. Cuzcano-Ruiz, and W. A. Reyes-López, “Estudio preliminar de la composición nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado en pulpa de café,” *Rev. la Soc. Química del Perú*, vol. 85, no. 4, pp. 422–431, 2019, doi: 10.37761/rsqp.v85i4.256.
- [22] C. Vallejo, R. Ocampo, W. M. Rodríguez, J. V. Chang, and M. C. Salazar, “Calidad alimenticia del hongo *Pleurotus ostreatus*, fresco y deshidratado, cultivado en tres residuos agrícolas,” *EspamCiencia*, vol. 8, no. 2, pp. 75–83, 2017.
- [23] M. T. Varnero, M. S. Quiroz, and C. H. Álvarez, “Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*),” *Inf. Tecnol.*, vol. 21, no. 2, pp. 13–20, 2010, doi: 10.1612/inf.tecnol.4154it.09.
- [24] G. Maity, P. Maity, S. Khatua, K. Acharya, S. Dalai, and S. Mondal, “Características estructurales y actividad antioxidante de un nuevo galactoglucano del hongo comestible *Pleurotus djamor*,” *Rev. Int. macromoléculas biológicas*, vol. 168, pp. 743–749, 2021, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014181302035056X>
- [25] D. Salmenes, “*Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico,” *Sci. Fungorum*, vol. 46, pp. 73–85, 2017, doi: 10.33885/sf.2017.46.1177.

- [26] F. Atila, “Evaluación de la idoneidad de diversos residuos agrícolas para la productividad de los hongos *Pleurotus djamor*, *Pleurotus citrinopileatus* y *Pleurotus eryngii*,” *Rev. Agric. Exp. Int.*, vol. 17, no. 5, pp. 1–11, 2017, doi: 10.9734/jeai/2017/36346.
- [27] G. Rodríguez and C. Stuardo, *Cultivo de hongos comestibles*, INFOR. Chile, 2021. [Online]. Available: <https://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-hongos-comestibles>
- [28] F. J. A. Gea, “Cultivo de setas *Pleurotus*,” *Tecnol. Aliment.*, vol. 9, pp. 41–48, 2017, [Online]. Available: http://www.dipucuenca.es/web_ant/pdp/secdesrural/cies.htm%5Cnhttp://pagina.jccm.es/agricul/paginas/desarrollorural/investigacion/cies.htm
- [29] Inecol, “Cultivo de hongos comestibles,” 2020. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/484-cultiva-hongos-comestibles#:~:text=Las setas crecen de manera,en desechos de la agroindustria>.
- [30] E. C. L. Ardón, “La producción de los hongos comestibles,” Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018.
- [31] G. E. Rodríguez, D. A. Martínez, M. B. Buglione, M. V. Filippi, and M. S. Agüero, “Cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer sobre orujo de pera: Evaluación de la productividad y composición química del sustrato biodegradado,” *An. Biol.*, no. 40, pp. 21–30, 2018, doi: 10.6018/analesbio.40.03.
- [32] J. Aguilar, “Aprovechamiento de residuos de chocho como sustrato para la obtención de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*,” Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 2020. [Online]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14267/1/236T0493.pdf>
- [33] A. A. Anchundia, “Aprovechamiento de raquis de banano mediante bioestabilización de *trichoderma harzianum* para reducir contaminación de suelos por fertilizantes químicos sintéticos,” Universidad Agraria Del Ecuador, 2020. [Online]. Available: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ANCHUNDIA VELIZ ARIANA ASTRID.1_compressed.pdf

- [34] L. M. C. Barreno and D. A. E. Caiza, “Los productores de maíz y su contribución al desarrollo económico - social de la parroquia Santa Fe provincia Bolívar año 2017.,” Universidad Estatal de Bolívar, 2018. [Online]. Available: [https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/2681/1/INFORME maiz denisse luis listo para el cd.pdf](https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/2681/1/INFORME%20maiz%20denisse%20luis%20listo%20para%20el%20cd.pdf)
- [35] M. J. V. López, “Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), sembrado con labranza mínima en diferentes densidades poblacionales en la zona de Babahoyo,” Universidad Técnica de Babahoyo, 2016. [Online]. Available: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/245/T-UTB-FACIAG-AGROP-000021.02.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- [36] L. A. Q. Hincapié, “Aprovechamiento de la hoja de mazorca y sus propiedades para la reconversión de una nueva materia prima,” Universidad Católica de Pereira, 2018. [Online]. Available: <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5318/4/DDMDI94.pdf>
- [37] C. G. P. Melo, “Evaluación de la colonización del hongo *Pleurotus ostreatus* en sustratos lignocelulósicos,” Fundacion Universidad de America, 2021. [Online]. Available: <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/8665/1/6171075-2021-2-IQ.pdf>
- [38] P. Gañán-Rojo *et al.*, “Celulosa : un polímero de siempre con mucho futuro,” *Rev. Colomb. Mater.*, pp. 1–4, 2017. Available: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/328779>
- [39] L. V. Méndez, “Manual de Análisis de Alimentos,” Universidad Veracruzana, 2020. Available: <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>
- [40] L. C. Mendez, “Extracción de B-glucano de *Pleurotus pulmonarius* deshidratado para la formulación de harinas enriquecidas,” Instituto Tecnológico de Orizaba, 2017.
- [41] S. A. I. Cerron and J. A. V. Junchaya, “Influencia de la temperatura del aire en la velocidad de secado de quinua germinada en un secador de bandejas,” Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019. Available: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5682/informe de tesis.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5682/informe%20de%20tesis.pdf?sequence=1)

- [42] A. L. Gómez and P. Chung, *Guía para la producción de hongos silvestres deshidratados*. 2017.
- [43] NTE INEN-ISO 2171:2013, “NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 2171:2013.” *Serv. Ecuatoriano Norm.*, no. Primera edición, pp. 1–6, 2013, [Online]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_2171_extracto.pdf
- [44] A. A. Peláez, “Producción de enzimas lacasas e isoformas del género *Pleurotus* spp sobre bagazo de caña de azúcar por cultivo sólido,” Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, 2010. [Online]. Available: http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/367/Pelaez_Acer_o_A_DC_Ganaderia_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [45] C. Suárez, “Obtención in Vitro de Micelio de Hongos Comestibles, Shiitake (*Lentinula Edodes*) Y Orellanas (*Pleurotus Ostreatus* y *Pleurotus Pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla,” Universidad Nacional de Colombia, 2010. [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2792/>
- [46] C. D. Coello-Loor, J. H. Avellaneda-Cevallos, A. E. Barrera-Álvarez, M. M. Peña-Galeas, P. F. Yépez Macías, and E. R. Racines-Macías, “Evaluación del crecimiento y producción de biomasa de dos cepas del género *Pleurotus* spp., cultivadas en un medio agar con diferentes sustratos,” *Cienc. y Tecnol.*, vol. 10, no. 2, pp. 33–39, 2017, doi: 10.18779/cyt.v10i2.164.
- [47] K. Díaz, M. Casanova, C. León, L. Gil, C. Bardales, and J. Cabos, “Production of *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 grown on different waste lignocellulosic,” *Scielo Perú*, vol. 26, no. 3, pp. 1177–1148, 2019, [Online]. Available: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n3/a22v26n3.pdf>
- [48] P. Aguinaga, “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,” p. 150, 2012, [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/14623/1/CD-6793.pdf>

- [49] D. Nevárez Quiñones, “Aprovechamiento de residuos agroforestales para el cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus* spp.) (Tesis de Maestría),” p. 119, 2012, [Online]. Available:http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13638/1/Tesis_Nevárez_Quiñones_Daniela.pdf
- [50] G. Oduardo, B. Savón, R. Catalina, and G. Cobas, “Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88302315>,” 2006.
- [51] M. D. L. Acosta-Urdapilleta, M. Téllez-Téllez, E. Villegas, A. Estrada, and G. Díaz-Godínez, “Characterization of five species of *Pleurotus* grown in four culture media,” *Mex. J. Biotechnol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [52] C. Coello-Loor, J. Avellaneda, A. Barrera, M. M. Peña, P. Yépez, and E. Racines, “Evaluación del crecimiento y producción de biomasa de dos cepas del género,” *Cienc. y Tecnol.*, vol. 10, no. 2, pp. 33–39, 2017.
- [53] M. V. Z. D. Armando and R. Garaicoa, “Universidad de Guayaquil Proyecto de Titulación Especial Microbiología Mención Industrial Tema "Cultivo de Hongos *Pleurotus* utilizando como sustrato residuos agrícolas y agroindustriales”, 2017.
- [54] W. F. Ríos-Ruiz, R. A. Valdez-Núñez, and J. P. Jiménez-Flores, “Isolation, propagation and growth of native edible fungi in agroindustrial residues,” *Sci. Agropecu.*, vol. 8, no. 4, pp. 327–335, 2017, doi: 10.17268/sci.agropecu.2017.04.04.
- [55] M. Obodai, J. Cleland-Okine, and K. A. Vowotor, “Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products,” *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 30, no. 3, pp. 146–149, 2003, doi: 10.1007/s10295-002-0021-1.
- [56] J. Sanchez and D. Royse, *La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp.*, 1a edición. México: Ecosur, 2001.
- [57] N. Alam, A. Khan, S. Hossain, R. Amin, and L. A. Khan, “Nutritional Analysis of Dietary Mushroom- *Pleurotus florida* Eger and *Pleurotus sajor-caju* (Fr .) Singer,” *Bangladesh J. Mushroom*, vol. 1, no. 2, pp. 1–7, 2007, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/MdAsaduzzamanKhan/publication/221710165_Nutritional_Analysis_of_Dietary_Mushroom_Pleurotus_florida_Eger_and_Pleurotus_sajorcaju_Fr_Singer/links/545ee7330cf2c1a63bfc226e/Nutritional-Analysis-of-Dietary-Mushroom-Pleu

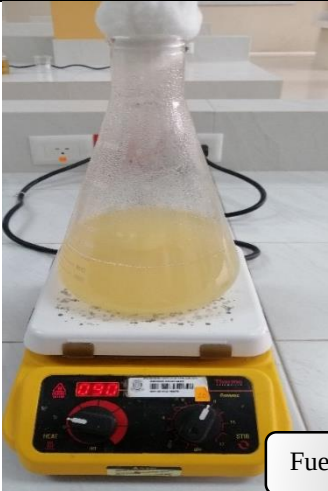
- [58] CODEX, “Norma General Para Los Hongos Comestibles Codex Stan 38-1981,” *Signals*, pp. 1–10, 2013.
- [59] M. C. Alberca, “Productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en sustrato de café y determinación del valor nutricional,” Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/9096>
- [60] I. O. Fasidi and U. U. Ekuere, “Studies on *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer: cultivation, proximate composition and mineral contents of sclerotia,” *Food Chem.*, vol. 48, no. 3, pp. 255–258, 1993, doi: 10.1016/0308-8146(93)90136-4.
- [61] M. Friedman, “Mushroom polysaccharides: Chemistry and antiobesity, antidiabetes, anticancer, and antibiotic properties in cells, rodents, and humans,” *Foods*, vol. 5, no. 4, pp. 1–40, 2016, doi: 10.3390/foods5040080.
- [62] N. Naranjo Jiménez, S. A. Herrera, J. Herrera Corral, J. Antonio, and A. Reyes, “Análisis Proximal de seis especies de hongos silvestres comestibles en la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango,” p. 1, 2013.
- [63] I. Nieto and C. Chegwin, “Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas,” *Rev. Colomb. Biotecnol.*, vol. 12, no. 1, pp. 169–178, 2010.
- [64] L. M. Reinoso, “Valoración nutricional de hongos otras (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus*) inoculados con hojas de mazorca de maíz y cáscara de maní,” Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2015.
- [65] C. Magdaleno, “Coraquetzali magdaleno lópez,” pp. 1–70, 2013.
- [66] Y. P. Rios, “Características nutricionales y gastronómicas de diversas setas de Castilla y León,” Universidad de Valladolid, 2015.
- [67] A. Vega and H. Franco, “Productividad y calidad de los cuerpos fructíferos de los hongos comestibles *Pleurotus pulmonarius* RN2 y P. Djamor RN81 y RN82 cultivados sobre sustratos lignocelulósicos,” *Inf. Tecnol.*, vol. 24, no. 1, pp. 69–78, 2013, doi: 10.4067/S0718-07642013000100009.
- [68] O. L. C. Benavides, “Aprovechamiento de residuos lignocelulosicos para el cultivo de orellnas (*Pleurotus ostreatus*),” Universidad de Nariño, 2013.

- [69] E. Mohamed and F. Farghaly, "Bioactive Compounds of Fresh and Dried *Pleurotus ostreatus* Mushroom," *Int. J. Biotechnol. Wellness Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 4–14, 2014, doi: 10.6000/1927-3037.2014.03.01.2.
- [70] J. A. Pineda-Insuasti *et al.*, "Producción de hongo ostra (*Pleurotus* spp) en bagazo de caña," *ICIDCA. Sobre los Deriv. la Caña azúcar*, vol. 50, no. 1, pp. 50–54, 2016.
- [71] P. Kalač, "Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review," *Food Chem.*, vol. 113, no. 1, pp. 9–16, 2009, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.07.077.
- [72] M. E. Aguilar Gaytán, "Aprovechamiento de cáscaras de pitaya para el crecimiento de setas (*pleurotus ostreatus*) en condiciones de laboratorio," pp. 1–92, 2003, [Online]. Available: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/8685.pdf

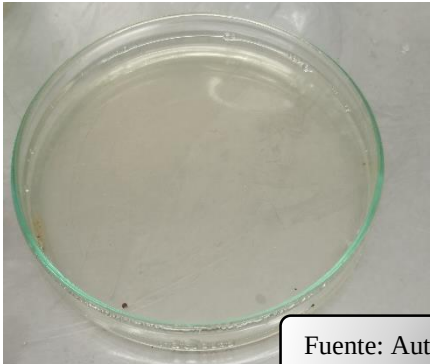
CAPÍTULO VII

ANEXOS

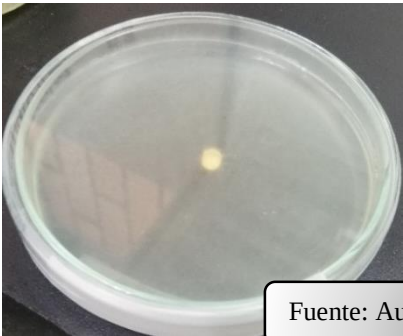
Anexo 1. Cultivo en agar PDA

Agua destilada + PDA	Cultivo de PDA en calentador agitador
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

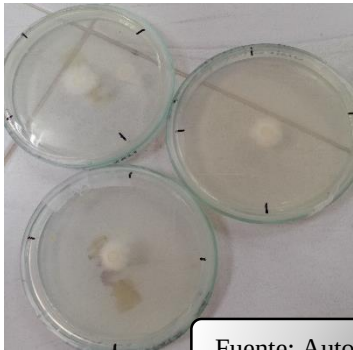
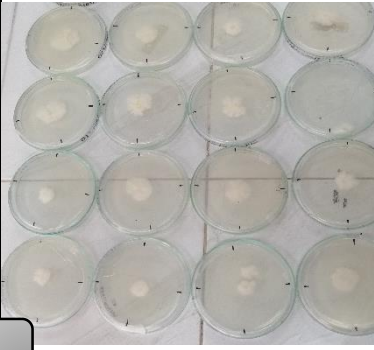
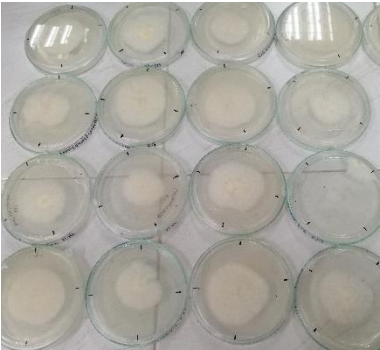
Anexo 2. Llenado de cajas

Llenado de cajas con el cultivo	Caja solidificada con el cultivo
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 3. Inoculación de la cepa

Inoculación de la cepa mediante cepa en caja Petri	Inoculación de la cepa mediante semillas
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

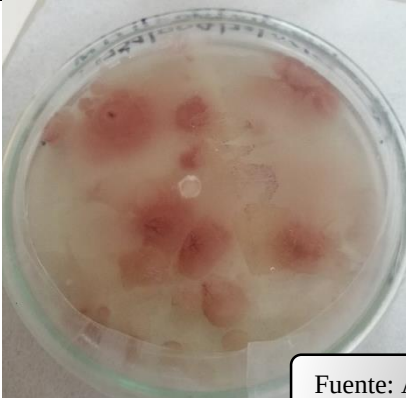
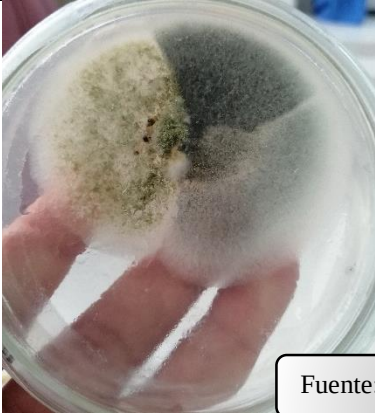
Anexo 4. Crecimiento radial de la cepa

Crecimiento radial de la cepa a las 48 horas	Crecimiento radial de la cepa a las 72 horas	Crecimiento radial de la cepa a las 96 horas
 Fuente: Autora		

Anexo 5. Cajas totalmente colonizadas a las 264 horas

Crecimiento radial de la cepa a las 264 horas
 Fuente: Autora

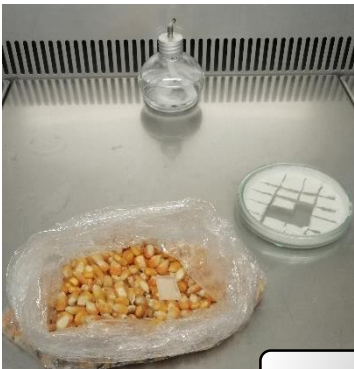
Anexo 6. Contaminación en cajas Petri

Contaminación de cajas Petri por bacterias	Contaminación de cajas Petri por hongos
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 7. Obtención de semillas

Pesado de semillas	Semillas selladas en fundas polietileno y de papel kraft	Esterilización de fundas de semilla
	 Fuente: Autora	

Anexo 8. Inoculación en semillas

Inoculación en semilla mediante cepa en caja Petri	Inoculación en semilla mediante semillas de hongo
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 9. Propagación de hongo en semilla

Fundas de semillas puestas en Incubadora a 29°C	Crecimiento de hongo en semillas	Semilla completamente colonizada
	 Fuente: Autora	

Anexo 10. Extracto de los residuos

Cáscara + tusa de maíz	Raquis de banano	Extracto de los tres sustratos
		
Fuente: Autora		

Anexo 11. Cultivo de extractos + PDA

Extracto de residuo + PDA	Cultivos de extractos	Cultivos de extractos en calentador agitador
		
Fuente: Autora		

Anexo 12. Inoculación de hongos en cultivo de extractos

Inoculación de hongo en extractos	Cultivos de extractos
	
Fuente: Autora	

Anexo 13. Crecimiento radial de cajas Petri

Crecimiento a las 48 horas	Medición de crecimiento	Registro de crecimiento diario
		
Fuente: Autora		

Anexo 14. Inicio de fermentación en medio solido

Picado de sustratos	Cortado de sustrato cáscara de maíz	Pesado de sustratos
		
Fuente: Autora		

Anexo 15. Propagación del hongo en sustratos

Esterilización de sustratos	Semillas inoculadas + sustratos	Inoculación de hongo en sustratos
		
Fuente: Autora		

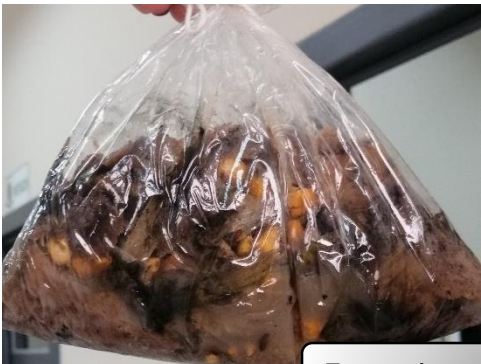
Anexo 16. Fermentación del medio solido en los sustratos en Incubación

Bolsa son sustratos en FMS	Bolsa son sustratos a los 30 días	Bolsas de los sustratos a los 40 días
		
Fuente: Autora	Fuente: Autora	Fuente: Autora

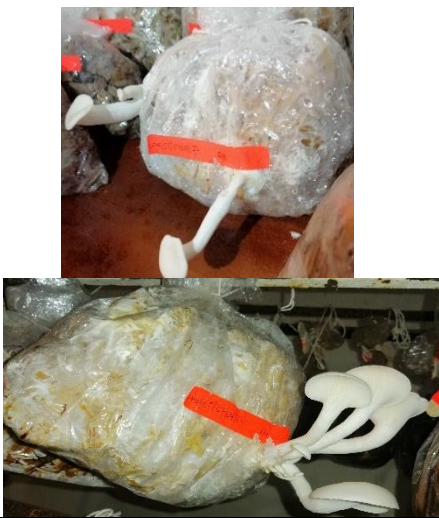
Anexo 17. Sustrato de raquis de banano con exceso de agua

Raquis de banano con agua en la parte inferior de la bolsa	Drenando el exceso de agua en bolsa de raquis de banano
	
Fuente: Autora	Fuente: Autora

Anexo 18. Contaminación en bolsa de raquis de banano

Raquis de banano contaminado	Raquis de banano contaminado y con exceso de agua
	
Fuente: Autora	Fuente: Autora

Anexo 19. Crecimiento de los hongos en los sustratos

30 - 40 días	50 días	55 días
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 20. Fructificación de los hongos en los sustratos

Fructificación de hongos Gírgola a los 60 días		
Hongo Gírgola blanco	Hongo Gírgola gris	Hongo Gírgola blanco
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 21. Deshidratación de los hongos Gírgola

Deshidratación de los hongos Gírgola			
Deshidratador	Hongo Gírgola blanco	Hongo Gírgola gris	Hongo Gírgola rosado
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora	 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 22. Análisis de pH de hongos Gírgola

Análisis de pH	pH-metro + muestra
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 23. Análisis de humedad y ceniza de hongos Gírgola

Análisis de humedad	Muestra calcinada / ceniza
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 24. Análisis de grasa de hongos Gírgola

Análisis de grasa	Analizador de grasa
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

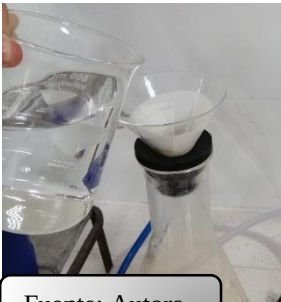
Anexo 25. Análisis de fibra de hongos Gírgola

Análisis de fibra	Determinador de fibra
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 26. Análisis de Energía

Bomba calorimétrica	Titulación	Proceso de titulación
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

Anexo 27. Determinación de biomasa

Micelio + agua destilada	Extracción de agar disuelto	Adición de agua destilada	Micelio restante en estufa
 Fuente: Autora	 Fuente: Autora	 Fuente: Autora	 Fuente: Autora

ANEXOS DE TABLAS DE ANDEVA

Anexo 28. Cuadro de análisis de varianza de Eficiencia biológica

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,75	5	6,35	0,09	0,9920
AF	18,47	2	9,24	0,13	0,8766
BF	12,84	1	12,84	0,19	0,6747
AF*BF	0,44	2	0,22	3,2E-03	0,9968
Error	832,37	12	69,36		
Total	864,12	17			

Anexo 29. Cuadro de análisis de varianza de Velocidad de crecimiento radial VCR

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	11	2,6E-03	15,86	<0,0001
AF	6,1E-04	2	3,1E-04	1,85	0,1784
BF	0,02	3	0,01	43,66	<0,0001
AF*BF	0,01	6	1,1E-03	6,64	0,0003
Error	4,0E-03	24	1,7E-04		
Total	0,03	35			

Anexo 30. Cuadro de análisis de varianza de biomasa

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	11	0,01	886,81	<0,0001
AF	0,06	2	0,03	4682,98	<0,0001
BF	2,2E-03	3	7,4E-04	107,93	<0,0001
AF*BF	4,5E-04	6	7,5E-05	10,86	<0,0001
Error	1,7E-04	24	6,9E-06		
Total	0,07	35			

Anexo 31. Cuadro de análisis de varianza de rendimiento

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,35	5	4,87	0,10	0,9897
AF	12,60	2	6,30	0,13	0,8770
BF	11,47	1	11,47	0,24	0,6318
AF*BF	0,28	2	0,14	3,0E-03	0,9970
Error	569,35	12	47,45		
Total	593,70	17			