



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE DOMESTICACIÓN DE
UN HONGO SILVESTRE CON FINES
ALIMENTICIOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN DESARROLLO RURAL

P R E S E N T A:

FRANCISCO ZULUAGA JIMENEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. MAURA TÉLLEZ TÉLLEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 27 de abril del 2021

PROPUESTA DE DOMESTICACIÓN DE UN HONGO SILVESTRE CON FINES ALIMENTICIOS

Tesis realizada por Francisco Zuluaga Jimenez bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN DESARROLLO RURAL

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: Dra. Maura Téllez Téllez

Codirectora de tesis: Dra. María de Lourdes Acosta Urdapilleta

Revisor:

Revisor: Dra. Gabriela Arellano Marquina

Revisor: M. en C. Juan Flores Sánchez

Revisor: M. en C. Marcela Gladis Solís Reinosá

Revisor: Biol. Néstor Iraí Bautista García

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, por su amor, consejos, apoyo incondicional, por su motivación constante y por toda la confianza que depositaron en mí, gracias a ellos me fue posible culminar este trabajo.

A mi mujer Ceci, quien me apoyo, me motivó, me acompañó y se preocupó en todo momento por mi avance y desarrollo de esta tesis.

A mi hermana por su compañía y su amor.

A la Dra. Maura Téllez Téllez, quien me brindó todo lo necesario para la culminación de este trabajo y por su motivación constante.

A los habitantes de la comunidad de San Juan Tlacotenco, sin su apoyo no se hubiera realizado el presente trabajo.

A Rogelio Cuevas, por su tiempo y por ser mi guía en los recorridos de campo.

A mi amigo Axl, quien prestó oídos a mis trabajos.

A mis compañeras de laboratorio, Marlen, Alma y Anahid, por su apoyo en el laboratorio.

INDICE GENERAL

	Página
Índice de figuras	iii
Índice de cuadros	v
Resumen	vi
1. CAPÍTULO I	1
1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Hipótesis	4
1.5. Objetivos	4
1.6. Materiales y métodos	5
1.6.1. Área de estudio	5
1.6.2. Uso de suelo y clima	5
1.6.3. Entrevistas	6
1.6.4. Recolección e identificación taxonómica	7
1.6.5. Aislamiento	7
1.6.6. Velocidad de crecimiento	8
1.6.7. Obtención de cuerpos fructíferos	8
1.6.7.1. Preparación de inóculo primario y secundario	8
1.6.7.2. Sustratos para la fructificación	9
1.6.7.3. Fructificación	10
2. CAPÍTULO II, MARCO TEÓRICO	12
2.1. Generalidades de hongos	12
2.1.1. Ascomycetes	13
2.1.2. Gasteriomycetes	13
2.1.3. Basidiomycota	13
2.2. Ecología de los hongos	15
2.2.1. Hongos parásitos	15
2.2.2. Hongos simbioses	16

2.2.3. Hongos saprobios	17
2.3. Clasificación taxonómica del género <i>Neolentinus</i>	18
2.4. Los hongos silvestres como alimento	19
2.4.1. Los hongos silvestres comestibles en México	20
2.4.2. Valores nutritivos de los hongos silvestres comestibles	21
2.5. La domesticación de hongos silvestres alimenticios	21
2.6. Antecedentes generales de la domesticación de hongos silvestres alimenticios	22
3. CAPÍTULO III, RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1. Entrevistas: Etnomicología en la comunidad de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	24
3.1.1. Intervalo de edad	25
3.1.2. Ocupación de los recolectores	26
3.1.3. Desde cuándo recolectan y cuántas veces por semana	27
3.1.4. Hongos preferidos, nomenclatura tradicional	28
3.1.5. El hongo Cojcomon	32
3.2. Recolección e identificación taxonómica del hongo Cojcomon ..	34
3.3. Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	35
3.4. Determinación de tipo de pudrición mediante pruebas bioquímicas p-anisidina, o-toluidina y DMP	38
3.5. Velocidad de crecimiento	39
3.6. Obtención de inóculo	41
3.7. Fructificación	42
3.7.1. Fructificación con T1	43
3.7.2. Fructificación con T2	46
IV. CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	49
V. Bibliografía	51
VI. Anexos	55

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Panorama general del área de estudio	5
Figura 2 Ciclo de vida de los basidiomycetes	14
Figura 3 Principales estructuras de los basidiomycetes	15
Figura 4 Cuerpo fructífero de <i>Russula brevipes</i> parasitado por <i>Hypomyces lactifluorum</i>	16
Figura 5 Cuerpo fructífero de <i>Lactarius indigo</i> , hongo ectomicorrízico asociado a bosque de pino y encino	17
Figura 6 Depósitos de Formazán formados por endomicorriza de género <i>Glomus</i> sp. en raíz de clavel	17
Figura 7 Hongos de pudrición parda (<i>Agrocybe aegerita</i>)	18
Figura 8 Recolector de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos ..	25
Figura 9 Edad de los recolectores San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	25
Figura 10 Ocupación de los recolectores de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	26
Figura 11 Fines de la recolección de hongos en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	27
Figura 12 Días por semana que los entrevistados de la comunidad de San Juan Tlacotenco salen a recolectar	28
Figura 13 Edad en la que comenzaron a recolectar los hongueros de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	28
Figura 14 Hongos preferidos por los recolectores de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	29
Figura 15 Cuerpos fructíferos de los hongos de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	31

Figura 16	Tronco de <i>Pinus montezumae</i> , a) Albura, b) Duramen	33
Figura 17	Duramen de <i>Pinus montezumae</i> con presencia de hongos degradadores	33
Figura 18.	Basidiocarpo de <i>Neolentinus ponderosus</i> , se observa el vestigio de velo	35
Figura 19.	Píleo de <i>Neolentinus ponderosus</i>	36
Figura 20.	Láminas de <i>Neolentinus ponderosus</i>	36
Figura 21.	Estípite y píleo de <i>Neolentinus ponderosus</i>	37
Figura 22.	Esporas de <i>Neolentinus ponderosus</i>	37
Figura 23.	Hifas septadas con fíbulas de <i>Neolentinus ponderosus</i>	38
Figura 24.	Pruebas bioquímicas para determinación de enzimas lignolíticas de <i>Neolentinus ponderosus</i>	39
Figura 25.	Pruebas bioquímicas para determinación de enzimas lignolíticas de <i>H. coffeatum</i>	39
Figura 26.	Figura 26. Crecimiento micelial de <i>Neolentinus ponderosus</i> en diferentes medios de cultivo	40
Figura 27.	Colonización de inóculo	41
Figura 28.	Colonización de <i>Neolentinus ponderosus</i> en sustrato F2a..	43
Figura 29.	Módulo de producción de <i>Neolentinus ponderosus</i>	43
Figura 30.	Exudados de <i>Neolentinus ponderosus</i>	44
Figura 31.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i> con T1	45
Figura 32.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i> con T2	47
Figura 33.	Bosques de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.....	65
Figura 34.	El Sr, Rogelio Cuevas, recolector de hongos y guía de campo.....	65
Figura 35.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	66
Figura 36.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	66
Figura 37.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	67
Figura 38.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	67

Figura 39.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	68
Figura 40.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	68
Figura 41.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	69
Figura 42.	Morfología de <i>Neolentinus ponderosus</i>	69

ÍNDICE DE TABLAS

	página	
Tabla 1.	Composición de los medios de cultivo	8
Tabla 2.	Composición de las diferentes formulaciones utilizadas para fructificación	10
Tabla 3.	Ecología de los hongos de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos	31

RESUMEN

Los hongos silvestres comestibles son un recurso natural de gran importancia en muchas comunidades rurales, el país cuenta con una cultura micófila ancestral y hoy en día, México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en cuanto a mayor número de hongos comestibles reportados. El objetivo de este trabajo fue dar una propuesta de alimentación, para ello se tuvo que identificar, aislar, caracterizar, producir inóculos y lograr la fructificación del hongo comestible silvestre *Neolentinus ponderosus*, llamado coloquialmente como “Cojcomon”. El cuerpo fructífero se obtuvo en los bosques de la comunidad de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. El aislamiento se llevó a cabo en medio de cultivo de Papa, Dextrosa y Agar (PDA), se evaluó la velocidad de crecimiento en 4 medios de cultivo: PDA, Harina de maíz, Azúcar y Agar (CMD), Extracto de Malta y agar (EMA) y Extracto de levadura, Aserrín y Agar (LAA). El micelio aislado del cuerpo fructífero de *Neolentinus ponderosus* en general presentó textura algodonosa y color blanco, de los cuatro medios analizados, la mayor Velocidad de crecimiento radial (V_r) fue en el medio CMD (0.019 mm/h) y la menor en el medio LAA (0.011 mm/h). La producción del inóculo primario se hizo en frascos con 50 g y secundario se realizó en bolsa de poliuretano de alta densidad con 200 g de sorgo, los cuales tardaron en colonizar 12 y 20 días respectivamente. Se logró la fructificación mediante la fórmula F2a y bajo dos condiciones (T1 y T2), sin embargo, mediante el Tratamiento 1 (T1), se observó mejor desarrollo del hongo, presenta mejores condiciones de sabor, color y olor. Mediante este tratamiento el hongo es más parecido a cómo crece en su medio natural tanto en consistencia, sabor y colores del estípite, se obtuvo una eficiencia biológica del 14 % y una tasa de producción de 0.28.

Palabras clave: Caracterización micelial, hongo silvestre comestible, *Neolentinus ponderosus*, domesticación, pudrición oscura, micofobia, micofilia, etnomicología, ecología, aislamiento, inóculo, basidiocarpo, micelio, hifa.

CAPÍTULO I

1. Introducción

Desde tiempos remotos, el hombre ha ocupado los hongos como alimento utilizándolos en la dieta como ingrediente principal, complementario e inclusive como condimento. Estos también representan un gran arraigo cultural dentro de muchas comunidades alrededor del mundo, principalmente en donde se desarrollan los hongos en abundancia como bosques húmedos de montaña donde prevalecen árboles de encinos, ailes y coníferas (Herrera et al., 1998). En México, el bosque de pino y encino se encuentra ampliamente distribuido; principalmente en las cadenas Montañosas de la Sierra Madre Oriental, la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre del Sur, la sierra de Chiapas, Oaxaca y Baja California, y varios estudios etnomicológicos han dado a conocer que en distintas comunidades alrededor de estas zonas de gran riqueza biológica y cultural los hongos figuran como un recurso alimentario, económico y cultural importante en la época de lluvias, especialmente en el verano y otoño, aunque hay especies que igualmente aparecen en el invierno e incluso en la primavera (Fuentes, 2014).

Esta actividad se ha realizado desde épocas prehispánicas y está integrada por componentes económicos, sociales, culturales y ecológicos, lo que le otorga el carácter de agroecosistema, ya que consta de elementos ambientales y humanos, que poseen forma, dinámica, función e interrelaciones (Alvarado y Benites, 2009), producto de un proceso evidentemente histórico, cultural y natural (Ruan et al., 2013).

El Morelos no es la excepción, el corredor biológico “Chichinautzin”, se encuentra ubicado en la Sierra Norte del Estado, en la región sur de la Ciudad de México y al sureste del Estado de México. Dicho corredor biológico integra un complejo sistema biocultural, en donde varias comunidades se benefician de ello. Tal es el caso de la comunidad indígena de San Juan Tlacotenco, ubicada en el municipio de Tepoztlán, donde las personas de esta comunidad tienen estrecha relación con el bosque y se da mediante el aprovechamiento de recursos forestales maderables y no

maderables, la recolección de hongos figura dentro de este último. Actividad que tiene lugar durante dos temporadas: primavera y verano (Fuentes, 2014).

En esta comunidad micófila, las personas aprovechan en gran medida las épocas en las que los hongos se presentan, integrando a su dieta el recurso fúngico que el bosque les brinda como ingrediente principal o complementario de sus platillos típicos. Para muchas personas oriundas de este lugar los hongos, no solo representan alimento, sino también una tradición y una fuente de ingresos. Este último representa para las familias una fuente de empleo temporal (ya que este recurso solo se aprovecha por temporada), visto como una actividad extra a sus actividades cotidianas que da un ingreso complementario.

Sin embargo, al ser un recurso silvestre que está limitado por el recurso hídrico de la temporada de lluvias, es estacional; algunas especies solo se presentan en ciertos períodos lo que limita en gran medida los beneficios (alimenticios y económicos) que podría llegar a dar a la comunidad, también está expuesto a problemáticas de índole social; existe una gran degradación de bosques que ha alterado drásticamente al entorno ecológico, social y cultural asociado a ellos. Los hongos silvestres comestibles forman parte de esta riqueza biocultural y se encuentran amenazados por el desconocimiento en las pautas de aprovechamiento sostenible y la creciente demanda por sus propiedades gastronómicas y nutricionales. Por ello la necesidad de buscar alternativas de aprovechamiento, una de ellas la domesticación (Alvarado et al., 2015).

Con el fin de que esta comunidad aproveche sus recursos tan representativos de su cultura de una manera más sostenible y por periodos de tiempo más prolongados que los que se dan de manera natural, en la presente investigación se buscó la domesticación de un hongo silvestre alimenticio con capacidad de producción en planta piloto, siempre considerando los aspectos etnomicológicos de la comunidad. Por esta razón fue importante recuperar sus conocimientos tradicionales para que la propuesta de producción fuera lo más apegado a la realidad que viven los habitantes de la comunidad, respetando sus usos y costumbres.

Esta investigación está compuesta por dos partes; la parte de campo, que implica el estudio etnomicológico, en el que se realizaron entrevistas a los pobladores que se dedican a la recolección de hongos en la comunidad de San Juan Tlacotenco, municipio de Tepoztlán, Morelos, con la finalidad de conocer los hongos que son consumidos en la comunidad, modo de recolección, aspecto cultural, creencias, la ganancia económica por la venta de estos, así como también características sobre su ecología, todo esto para seleccionar un hongo con capacidad de producción. La segunda parte de esta tesis fue en el laboratorio, donde se realizó el trabajo de establecimiento del cultivo en módulo de producción (domesticación), mediante la identificación, el aislamiento, caracterización y su domesticación en planta piloto, con el objetivo de que la comunidad tenga una alternativa de alimentación y obtención de recursos económicos.

1.2. Planteamiento del problema

Para las comunidades micófilas en México, se ha demostrado que el recurso fúngico representa un arraigo cultural significativo por los beneficios que las personas obtienen de él, ya sea por sus propiedades alimenticias o por la venta de estos. Sin embargo, los hongos silvestres comestibles están limitados por la época en la que emergen, ya sea primavera, verano u otoño, cada hongo tiene tiempo de emerger (fenología), que en la mayoría no representa más de dos meses. Lo que es una desventaja, para el aprovechamiento, tanto nutricional como económico.

La comunidad de San Juan Tlacotenco, en el municipio de Tepoztlán en el Estado de Morelos, tiene una gran riqueza en cuanto a conocimientos tradicionales y hongos alimenticios que consumen, conocimiento que no se había explorado hasta ahora, frenando así la posibilidad de aprovechar sosteniblemente este recurso durante un periodo de tiempo más largo o en diferentes épocas del año.

1.3. Justificación

Los hongos comestibles silvestres son un recurso natural no maderable de gran importancia para las comunidades rurales por ser un aporte de nutrientes o una fuente de obtener recursos económicos (venta de cuerpos fructíferos), sin embargo por ser un recurso estacional, el beneficio es por corto tiempo, por los que al establecer el cultivo de un hongo silvestres comestible (considerando aspectos etnomicológicos y ecológicos) la comunidad San Juan Tlacotenco podrá tener alternativa de establecer el cultivo y tener una alternativa de obtención de proteína y de recursos económicos.

1.4. Hipótesis

Se establecerá la domesticación de un hongo comestible silvestre que presente las características ecológicas idóneas.

1.5. Objetivos

Objetivo general:

Establecer una propuesta de domesticación de un hongo silvestre de San Juan Tlacotenco mediante técnicas biotecnológicas.

Objetivos específicos:

- Realizar encuestas a los recolectores de hongos en la comunidad de San Juan Tlacotenco, en el municipio de Tepoztlán, en el estado de Morelos., para obtener datos relevantes en cuanto a preferencias de consumo.
- Seleccionar un hongo tomando en cuenta los aspectos etnomicológicos y ecológicos.
- Aislar e identificar un hongo silvestre comestible.
- Establecer el proceso de domesticación.

1.6. Materiales y métodos

1.6.1. Área de estudio

La recopilación de información Etnomicológica y la recolección del hongo, se realizó en la comunidad de San Juan Tlacotenco que se encuentra ubicada en la parte norte del Estado de Morelos (Figura 1), es una comunidad de origen indígena que pertenece al municipio de Tepoztlán. Colinda con los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Tlalnepantla y en la CD. de México con Milpa Alta.

Se encuentra dentro del Corredor Biológico Chichinautzin (Figura 1), en el Parque Nacional el Tepozteco (PTN), entre las coordenadas GPS; longitud (99.09159421920776), latitud (19.017858749012806) a una altitud de 2500 msnm.

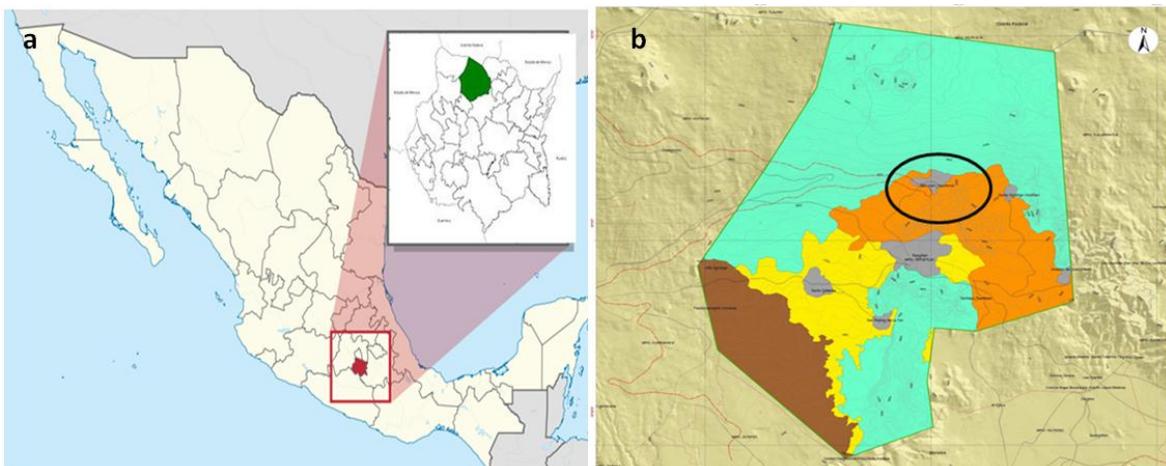


Figura 1. Panorama general del área de estudio, a) Tepoztlán, Morelos, b) Parque Nacional el Tepozteco, donde se delimita la comunidad de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. Fuente: CONANP, 2008.

1.6.2. Uso de suelo y clima

Las unidades de suelo según la categoría de la FAO dentro de los terrenos del PNT son Andosol, Litosol, Feozem, Rendzina, Regosol y Vertisol. El clima es templado subhúmedo (C(w2"')(w)big), con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, con un régimen de lluvias en verano (1200 mm), el más húmedo de los subhúmedos, con

canícula, porcentaje de lluvia invernal menor de cinco milímetros, verano fresco y largo, isotermal y marcha de temperatura tipo ganges.

Es una comunidad que principalmente se dedica a la agricultura, al aprovechamiento de sus bosques y en menor proporción a la ganadería, en la cual el bovino es la especie más explotada. Dentro de sus parcelas siembran nopal, maíz, frijol, flores de corte en su mayoría agapando y alcatraz, y en menor escala siembran frutales; pera, manzana, tejocote, zarzamora y aguacate. Dentro del aprovechamiento de sus recursos naturales de lo que obtienen mayor beneficio es por parte de la cosecha de maderas, plantas aromáticas y medicinales, frutos silvestres, tierra de hoja y recolección de hongos.

1.6.3. Entrevistas

Ya que el número de individuos a estudiar no se conocía y sumado a esto se tenían que entrevistar a personas con ciertos conocimientos específicos que pudieran reconocer los hongos por medio de fotografías y de ser capaces de describir con exactitud datos relevantes sobre sus características morfológicas, fechas de crecimiento y sustratos sobre los que crecen, se optó por un muestreo intencional (Ávila Baray, 2006), utilizando la metodología “Bola de Nieve Lineal”, el cual es un tipo de muestreo no probabilístico que se utiliza cuando los participantes potenciales son difíciles de encontrar o si la muestra está limitada a un subgrupo muy pequeño de la población.

Para la identificación de los hongos se mostraron fotografías a los recolectores para que ellos pudieran reconocer los hongos que mencionaban dentro de las entrevistas.

Posteriormente los datos obtenidos de las encuestas se sometieron a un análisis de contenido para saber, cual hongo presentaba características en cuanto a preferencia y la ecología de los hongos. Los datos se organizaron a manera de que se pudieran analizar mediante la medición de la frecuencia en que los nombres de los hongos aparezcan en los datos arrojados por las encuestas.

Los criterios de selección fueron:

- 1) Condiciones ambientales de crecimiento en campo (ecología), considerando la “saprobia obligada” como la óptima por su mayor adaptabilidad a un sistema de domesticación.
- 2) Nivel de preferencia o aceptación por la población estudiada. Este fue determinado por una frecuencia de mención simple. La aceptabilidad se organizó; de uno a siete como aceptable, de siete a 14 como muy aceptable y de 14 a 22 como altamente aceptable, también se describió su ecología y sustratos/asociación a la cual están ligados.

1.6.4 Recolección e identificación taxonómica

La recolección se realizó en San Juan Tlacotenco. El organismo se extrajo completo (Frutis et al., 1985), se eliminaron todos los restos de suelo y hojarasca adheridos a la superficie del hongo, posteriormente el ejemplar se guardó en papel encerado para su transporte al laboratorio (Honrubia et al., 1993). El ejemplar obtenido se identificó mediante sus características morfológicas (macro y microscópicas), se describió en fresco con ayuda de guías de campo y literatura especializada.

1.6.5. Aislamiento

Se tomó un fragmento de micelio del cuerpo fructífero, se partió por la mitad a manera de que quedara expuesto el tejido interior y así tomar una muestra libre de contaminantes. Se cortó un fragmento longitudinalmente de aproximadamente 2 mm e inmediatamente se depositó en cajas Petri en PDA marca BIOXON, la caja Petri se selló con parafilm y se incubó a 25°C. Una vez crecido el micelio se confirmó que no hubiera presencia de contaminantes y se pasó a medio PDA, para mantener viable la cepa (Carranza, 2006).

Los medios de cultivo utilizados: PDA (Bioxon), EMA (Bioxon), CMD y LAA (Tabla1).

Tabla 1. Composición de los medios de cultivo.

Medio de cultivo	Formulación	%
CMD	Harina de maíz	1.7
	Azúcar	2
	Agar	1.5
LAA	Extracto de levadura	0.2
	Aserrín	3
	Agar	1.5

Fuente: Elaboración propia.

Para confirmar la ecología del hongo, al micelio aislado se realizó pruebas de actividad de una enzimática (Lacasa, lignina peroxidasa) en placa. Se realizaron 3 pruebas sobre medio de cultivo PDA y con los reactivos; 2.6 Dimetoxifenol (DMP), p-anisidina y o-toluidina (Téllez-Téllez- 2012), los cuales demuestran la presencia de zonas de oxidación y de esta manera corroboraran la existencia o ausencia de dicha enzima, se utilizó como control positivo un hongo de pudrición blanca (*Humphreya coffeatum*).

1. 200 ml de PDA-Bioxon y p-anisidina (31.2 mg)
2. 200 ml de PDA-Bioxon y o-toluidina (246.3 mg)
3. 200 ml de PDA-Bioxon y DMP (42.8 mg),

1.6.6. Velocidad de crecimiento

Cada uno de los medios de cultivo se colocaron en cajas Petri (cinco replicas) y se incubaron a 25°C en oscuridad, la velocidad de crecimiento (V_r ; mm/h), se determinó midiendo con un vernier los milímetros avanzados cada 24 h, reportando la media \pm desviación estándar. (Rodríguez, 1996)

1.6.7. Obtención de cuerpos fructíferos

1.6.7.1. Preparación de inóculo primario y secundario

Se hidrató el sorgo sumergiéndolo en agua hirviendo durante 9 min, se eliminó el exceso de humedad, se le agregó 5 g/kg de sustrato óxido de calcio (CaO) y 20 g/kg sulfato de calcio (CaSO₄) (Arana et al., 2014). Posteriormente se colocó en recipientes de vidrio con 50 g de sorgo hidratado en cada uno se esterilizó a 120°C durante 60 min en autoclave y posteriormente bajo condiciones asépticas, en campana de flujo laminar se inoculó con micelio joven tomado de la periferia de la caja Petri cultivado en PDA (Bioxon), tomando un fragmento de aproximadamente 25 mm² y fue depositado en la parte superior del frasco se incubaron a temperatura ambiente en obscuridad hasta invasión total, se realizaron 10 repeticiones (Gaitán et al, 2006).

Para el inóculo secundario se repitió lo anterior en la preparación de la semilla y se depositaron 200 g de sorgo hidratado en bolsa de polietileno de alta densidad, se esterilizó a 120°C durante 60 minutos en autoclave y posteriormente bajo condiciones asépticas, en campana de flujo laminar se le agregó 10 g de inóculo primario, posteriormente se incubaron a temperatura ambiente en obscuridad y se midió el tiempo de colonización (Gaitán et al, 2006). Se realizaron 20 repeticiones.

1.6.7.2 Sustratos para la fructificación

El hongo se llevó a fructificación utilizando como sustrato esquilmos forestales de *Pinus* sp. (aserrín y viruta) como lo recomienda Bran et al., en 2007, salvado de trigo, óxido de calcio (CaO) y sulfato de calcio (CaSO₄). Se realizaron diferentes formulaciones (Tabla 2) y se llevaron a dos condiciones de fructificación. Se humedecieron al 60%, se pusieron en bolsa de poliuretano (20cm x 30cm) de alta densidad depositando ½ Kg de sustrato por bolsa, se esterilizaron a 120°C durante 90 minutos en autoclave y posteriormente bajo condiciones asépticas, en campana de flujo laminar se les agregó aproximadamente 150 gramos de inóculo secundario y se pusieron en oscuridad hasta colonizar completamente.

Tabla 2. Composición de las diferentes formulaciones utilizadas para fructificación.

Formulación	Composición	
F1a	Viruta de pino	95
	Salvado de trigo	5
F1b	Viruta de pino	95
	Salvado de trigo	5
	Oxido de calcio	5g/kg
	Sulfato de calcio	20g/kg
F2a	Viruta de pino	47.5
	Aserrín de pino	47.5
	Salvado de trigo	5
F2b	Viruta de pino	47.5
	Aserrín de pino	47.5
	Salvado de trigo	5
	Oxido de calcio	5g/kg
	Sulfato de calcio	20g/kg
F3a	Aserrín de pino	95
	Salvado de trigo	5
F3b	Aserrín de pino	95
	Salvado de trigo	5
	Oxido de calcio	5g/kg
	Sulfato de calcio	20g/Kg

Fuente: Elaboración propia.

1.6.7.3 Fructificación

Para la fructificación se optó por hacer que el hongo creciera en dos ambientes diferentes T1 y T2, en uno se trató de igualar las condiciones en las que el hongo crece en su medio natural.

T1: Para esta condición de fructificación, se manejó una humedad aproximada del 60%, consiguiendo la hidratación mediante vaporizaciones, evitando agua directa sobre el hongo y con presencia de luz natural. Para evitar que las plagas dañaran los hongos, se ocupó malla antiáfido.

T2: Para la otra condición ambiental se adaptó a las mismas condiciones en las que se produce el hongo *Pleurotus spp.* Temperatura entre 18 y 20°C con un rango de humedad del 80-93% (Fernández, 2004).

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de hongos

Los hongos son organismos provistos de núcleo, carentes de clorofila, que se originan de esporas y se reproducen tanto de forma asexual como sexual. Sus estructuras somáticas son normalmente filamentosas, ramificadas y están rodeadas de paredes celulares que contienen celulosa o quitina (o ambas). La semilla, a partir de la cual se inicia la vida de un hongo, se denomina espora que germina, crece un pequeño filamento (hifa) alrededor del ápice, y con el tiempo incrementa en tamaño y cantidad (ramificación de hifas). Las hifas son estructuras cilíndricas o tubulares, ramificadas en su mayoría, cubiertas por una membrana y pared celular. Al conjunto de las hifas se le denomina micelio. A partir del micelio y a través de un proceso sexual, se forma el carpóforo o cuerpo fructífero, cuando las condiciones ambientales y nutricionales son las idóneas, para generar esporas e iniciar el ciclo (Quiñónez y Garza, 2015). Mismo autor propone la clasificación de los hongos en macromicetos y micromicetos. En estos últimos se incluyen los que se desarrollan en los humanos, animales, suelo, agua y levaduras. Los macromicetos presentan una gran variedad de formas y colores, con una estructura reproductora formada por láminas, poros, esquinas o lisos. En este grupo se encuentra la mayoría de las especies comestibles, tóxicas, alucinógenas y crecen sobre el suelo o mantillo y sobre los troncos de los árboles formando repisas.

Según Herrera & et al (1998) separan los macromicetos por medio de sus características morfológicas visibles en tres principales grupos: Gasteriomycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes.

2.1.1. Ascomycetes

Los **Ascomycetes** se caracterizan por tener un micelio septado (células filamentosas con división) y las ascas son estructuras reproductoras con forma más o menos claviforme a espatulada, las cuales, forman ascosporas correspondientes a las esporas de origen sexual. La reproducción puede ser de dos tipos: asexual por esporas exógenas (conidios o conidiosporas) y sexual, esporas endógenas (ascospora). Al cuerpo fructífero se le llama ascocarpo. Se considera la División Ascomycota como la más grande del reino fungi. Se estiman unas 64 mil especies que se desarrollan en ambientes terrestres y acuáticos en sustratos de madera estiércol, suelo, alimento, material de queratina, etcétera. En este grupo se encuentran hongos en forma de copa, silla de montar, algunos gelatinosos, mohos negros, verde-azules y las levaduras (Quiñónez y Garza, 2015).

2.1.2. Gasteriomycetes

Los Gasteriomycetes son un grupo que forman parte de los Basidiomycetes, diferenciándose por desarrollar cuerpos fructíferos cuya morfología está formada por un peridio (cabeza); en el interior presenta una masa de esporas que en conjunto se le conoce como gelba, mezclados con basidios y filamentos estériles, que permiten la dispersión de las esporas. Algunos son epígeos o hipogeos. Son llamados estrellas de la tierra, nidos de pájaro o huevos, debido a su forma que tiene su cuerpo fructífero (Quiñónez y Garza, 2015).

2.1.3. Basidiomycota

La división Basidiomycota es la más evolucionada y conocida y sobre todo la que más interesa dentro de este trabajo. Los Basidiomycetes son el grupo mayormente representado de los hongos llamados superiores o macromicetos, conocidos como

setas, y generalmente presentan un pie y un sombrero. La reproducción asexual es a través de esporas llamadas conidios; sin embargo, en la reproducción sexual hay plasmogamia (somatogamia o espermatización). En especies de carácter homotálico, una espore produce el micelio dicariótico (Figura 2). Cuando son de carácter heterotálico, el micelio primario sufre somatogamia produciendo hifas dicarióticas que corresponden al micelio secundario. Existe una compatibilidad ya sea de tipo bipolar o terapolar. Estos se caracterizan principalmente por producir de dos a cuatro esporas que se producen en órganos fértiles llamados basidios (Figura 3), que albergan esporas en el exterior sosteniéndose de unas pequeñas estructuras llamadas esterigmas. Los basidios pueden sostener de dos a cuatro esporas. El cuerpo fructífero se le llama basidiocarpio y tiene diferentes formas, colores y tamaño dependiendo la especie (Quiñónez y Garza, 2015).

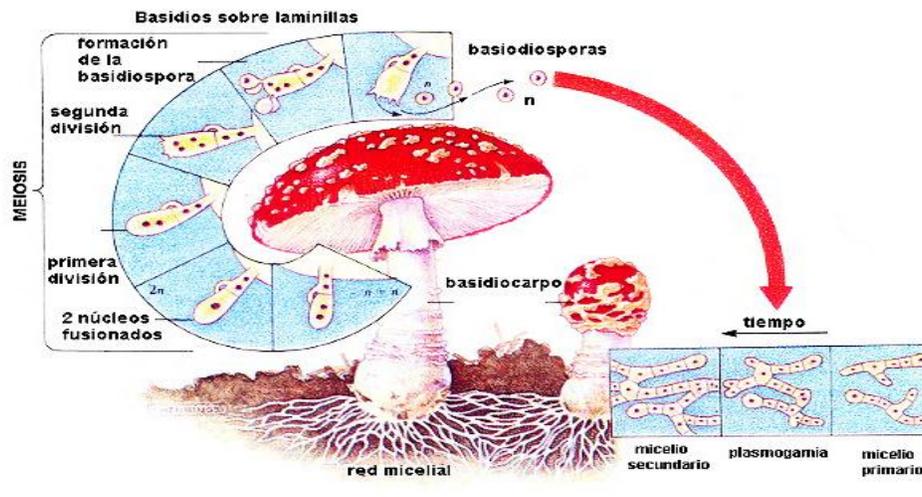


Figura 2. Ciclo de vida de los basidiomicetes. Fuente: <http://www.mailxmail.com>

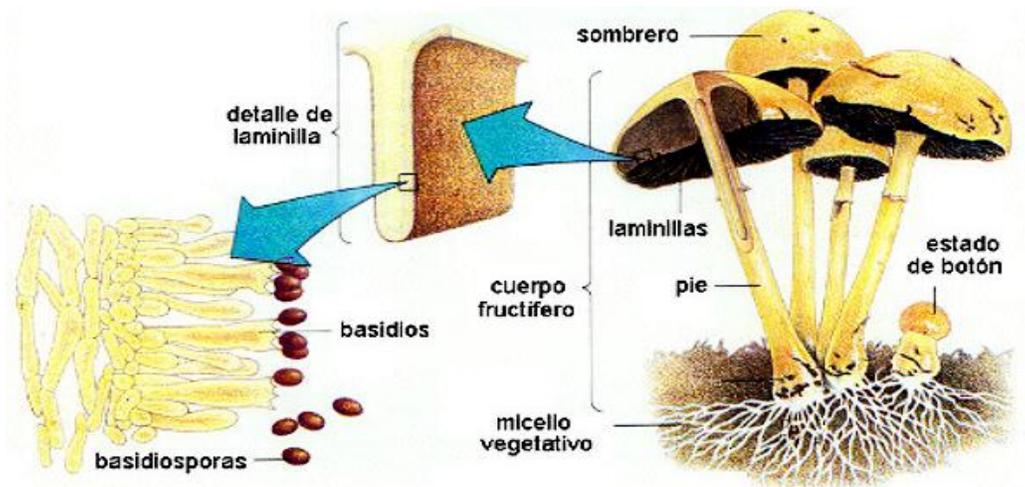


Figura 3. Principales estructuras de los basidiomicetes. Fuente: <http://www.cetaysetas.com>

2.2. Ecología de los hongos

Los hongos son organismos que dependen de la degradación de fuentes de materia orgánica para nutrirse, indispensable para su crecimiento y desarrollo. Por su carácter nutritivo se los puede clasificar como: parásitos, saprobios y simbioses (Leake et al, 2012).

2.2.1. Hongos parásitos

Algunos hongos parásitos dependen de un tejido vivo (huésped) para poder vivir, ya sea animal, vegetal o inclusive otros hongos (Tal es el caso de *Hypomyces lactifluorum* que parasita a *Russula brevipes* (Figura 4). Otros parásitos tienen la capacidad de crecer sobre materia orgánica muerta de manera natural o en medios de cultivo artificiales. Son uno de los organismos que pueden causar enfermedades en plantas y en animales principalmente (Laperriere et al, 2018).



Figura 4. Cuerpo fructífero de *Russula brevipes* parasitado por *Hypomyces lactifluorum*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

2.2.2. Hongos simbiotes

Estos hongos desarrollan una asociación con la mayoría de las plantas, a esta asociación se le denomina micorriza. Andrade (2010) lo describe como un proceso ecológico caracterizado en el que las hifas de al menos una especie de hongo y las raíces secundarias de una o más plantas conforman una estructura a través de la cual, realizan un intercambio de agua, nutrientes y reguladores de crecimientos, por sus estructuras que forman dentro de la raíz se pueden dividir en dos grupos; ectomicorrizas (Figura 5) y endomicorrizas (Figura 6).

Estas se proponen que han existido desde hace unos 400 millones de años en el caso de las endomicorrizas y 80 millones de años en el caso de las ectomicorrizas.



Figura 5. Cuerpo fructífero de *Lactarius indigo*, hongo ectomicorrízico asociado a bosque de pino y encino. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

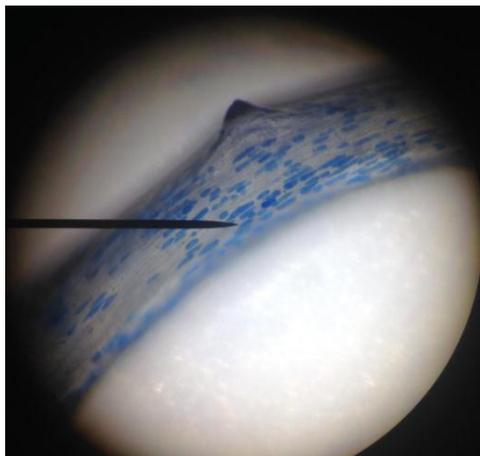


Figura 6. Depósitos de Formazán formados por endomicorrizas de género *Glomus* sp. en raíz de clavel. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2019.

2.2.3. Hongos saprobios

Los hongos saprobios se caracterizan por depender de materia orgánica muerta. Su alimentación se lleva a cabo, mediante la disolución del material que colonizan por medio de liberación de enzimas y posterior absorción de la materia orgánica resultante. Hay hongos que son muy específicos en el sustrato que colonizan, los hay de pudrición blanca, pudrición oscura, coprófagos (crecen sobre estiércol) y pirófitos.

Los hongos degradan la celulosa, lignina, hemicelulosa y compuestos fenólicos mediante complicados mecanismos reacciones fisicoquímicas y bioquímicas, estos segregan a la madera enzimas que degradan la madera y los compuestos fenólicos de ésta causando pudrición en la madera. El ataque enzimático se lleva a cabo por la lignina peroxidasa, manganeso peroxidasa, versátil peroxidasa, peroxidases productoras de H_2O_2 y Lacasas entre otras (Rodríguez, 2006). Los hongos pueden causar dos tipos de pudrición en la madera principalmente:

Pudrición blanca: Los hongos que causan este tipo de pudrición degradan tanto lignina, celulosa y hemicelulosa. Pudrición parda o café (Figura 7): Esta degrada celulosa, sin atacar la lignina, sus enzimas cortan las cadenas de los polisacáridos, haciendo que el grado de polimerización disminuya (Gonzales, 2012).



Figura 7. Hongos de pudrición parda (*Agrocybe aegerita*). Fuente: Fotografía obtenida de <https://www.flickr.com/photos/36973806@N04/4120399096>

2.3. Clasificación taxonómica del género *Neolentinus*

Hawksworth & Whalley, (1985), clasifica taxonómicamente el género de la siguiente manera:

Reino: FUNGI

Phylum: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes

Subclase: Agaricomycetidae

Orden: Polyporales

Familia: *Polyporaceae*

Género: *Neolentinus* Redhead & Ginns, 1985

Anteriormente las especies que conforman el género *Neolentinus* estuvieron incluidas dentro del género *Lentinus*. Sin embargo, en 1985 indicaron que, si bien las especies de *Neolentinus* no tienen diferencias microscópicas con las de *Lentinus*, el primero causa pudrición café en la madera y el segundo causa pudrición blanca y por esta razón se separaron ambos géneros (Redhead et al., 1985).

Según Vlasenko et al. (2019) el género *Neolentinus* cuenta con nueve especies, en los que se encuentran:

- 1) *N. adhaerens*, Redhead & Ginns
- 2) *N. cirrhosus*, Redhead & Ginns
- 3) *N. dactyloides*, Redhead & Ginns
- 4) *N. kauffmanii*, Redhead & Ginns
- 5) *N. pallidus*, Redhead & Ginns
- 6) *N. papuanus*, Redhead & Ginns
- 7) *N. ponderosus*, Redhead & Ginns
- 8) *N. cyathiformis*, Della Magg & Trassin,
- 9) *N. lepideus*, Redhead et Ginns.

2.4. Los hongos silvestres como alimento

Los hongos silvestres comestibles han sido recolectados y consumidos por la gente desde hace miles de años (Boa, 2005). Fueron recolectados en los bosques desde tiempos de la antigua Grecia, siendo más apreciados por personas de alto rango que por la población en general (Buller, 1914).

China aparece preponderantemente en el registro histórico antiguo y moderno de los hongos silvestres comestibles. Los chinos han apreciado muchas especies con el pasar de los siglos, no solo por sus propiedades nutritivas, sino que también por sus propiedades medicinales (Boa, 2005). Hoy estos valores son tan fuertes como lo fueron hace siglos y están confirmados por la gran cantidad de hongos silvestres colectados en bosques y campos que se venden en los mercados de todo el mundo (Wang, 1987). China también es el líder en exportaciones de hongos cultivados.

2.4.1. Los hongos silvestres comestibles en México

Información reciente revela que en México constituye la segunda región biocultural más importante del planeta (Toledo, 2008). En el terreno de la cultura de los hongos comestibles, su estatus la posiciona en uno de los primeros sitios. Boa (2005) reconoció 317 especies de hongos comestibles en México, a partir de entonces las cifras se continúan moviendo, de tal forma que en la actualidad se reconocen 371 especies (Arana et al., 2014), con un incremento promedio de tres especies por año.

En el México antiguo los hongos jugaron un papel importante para las culturas, este rasgo ha quedado plasmado en las numerosas figurillas de piedra y barro, pinturas y frescos en las culturas mesoamericanas (Wasson, 1983). Desde entonces hasta ahora, los hongos comestibles figuran como alimento tradicional de distintos grupos étnicos que los colectan manejan una nomenclatura propia para nombrarlos, basada en la apreciación de su naturaleza (Méndez et al., 2001).

En comunidades micófilas, los hongos silvestres comestibles se comercializan ya sea casa por casa, o en su caso en comunidades más grandes en mercados y/o tianguis, esta práctica se realiza en el seno familiar rural, para la cual involucra conocimientos específicos tradicionales de identificación y hasta de localización, que se transmiten de generación en generación.

2.4.2. Valores nutritivos de los hongos silvestres comestibles

Actualmente los hongos se han considerado un complemento alimenticio de un aceptable valor nutricional, ya que sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, por lo que debe ser incluido en la dieta diaria. Los hongos son ricos en carbohidratos, vitaminas, fibra y minerales, además de que poseen un bajo contenido de grasas, presenta entre el 57 y 61 % de carbohidratos en base a su peso seco, 26 % de proteína y un contenido de fibra del 11.9 %. Contiene vitaminas como; niacina, tiamina (vitamina B1), vitamina B12 y la vitamina C o ácido ascórbico. Además, se le han encontrado minerales como el potasio, fósforo, calcio, entre otros. Su contenido de grasas es de 0.9 a 1.8 % con base en su peso seco y su valor nutricional en relación con otros alimentos (Gaitán et al, 2006).

2.5. La domesticación de hongos silvestres alimenticios

Villarreal (1994), menciona que el 95 % del metabolismo heterotrófico de los bosques es generado por los organismos degradadores, de los cuales, los hongos contribuyen al 90 % del total; además de que las micorrizas contribuyen entre el 63 y 70% de la productividad primaria neta total de algunos bosques de coníferas. Esto concluye que los hongos gobiernan la estabilidad de ecosistemas forestales al degradar moléculas orgánicas en moléculas más simples en estado mineralizado (Méndez et al., 2001). Actualmente no se tienen datos para determinar si el aprovechamiento podría estar poniendo en riesgo el recurso (Marshall et al., 2006). Por tal motivo es de vital importancia aprovechar el recurso de manera sustentable y/o en su caso optar por otras formas de aprovechamiento como la domesticación.

La domesticación es un proceso mediante el cual una especie indómita ya sea animal, planta o microorganismo, es sometida a diferentes procesos mediante los cuales se busca sacar beneficios directos o indirectos, en el caso de los hongos silvestres los beneficios directos serían obtener los basidiocarpos para usarlos como alimento o medicina, y un beneficio indirecto en el caso de los hongos simbiotes o formadores de micorriza sería potencializar la restauración ecológica. Esto lleva

implícito un proceso evolutivo como resultado de la selección y cruzamiento de una especie, así como el manejo de su entorno natural, para la obtención de características deseables, de tal manera que estas modificaciones genéticas sean acumuladas y heredadas a través del tiempo (Solbrig, 2004) para la obtención de fenotipos culturalmente deseados (Abbo et al., 2012).

2.6. Antecedentes generales de la domesticación de hongos silvestres alimenticios

Fuentes (2014) reportó la importancia de los hongos alimenticios silvestres de México en relación a los procesos de recolección y comercialización tradicional, algunas prácticas de preservación y haciendo hincapié en los aspectos culinarios y biotecnológicos donde concluye que existen aproximadamente una docena de hongos silvestres comestibles en el país con importante arraigo cultural y que actualmente cuentan con gran aceptación y consumo entre la población rural de las zonas templadas y tropicales. Gracias a su biología saprobia o facultativa, son candidatos ideales para experimentar y emprender su cultivo a mediana escala, en principio, que permita proporcionar este tipo de alimento en la cantidad deseada, durante cualquier época del año, especialmente en sitios con elevada pobreza y marginación social. Esta variedad incluye los siguientes: *Neolentinus ponderosus*, *Pleurotus albidus*, *Hydnopolyporus*, *Tremellodendron*, *Lentinus crinitus*, *Auricularia* spp., *Schizophyllum commune*, *Pleurotus opuntiae*, *Pleurotus dryinus*, *Polyporus umbellatus*, *Hericium herinaceus*, *Laetiporus sulphureus* y *Pluteus cervinus*.

Con respecto al desarrollo de investigación para la generación de tecnologías para la producción de hongos comestibles, Carreño et al., (2014), realizaron el crecimiento de tres hongos comestibles tropicales en dos medios de cultivo (agar papa dextrosa y agar extracto de malta) y en diferentes residuos agrícolas (fibra de coco, cáscaras de cacao, hojas de plátano y aserrín de cedro), evaluó y caracterizó el crecimiento micelial *in vitro* de *Auricularia fuscosuccinea*, *Oudemansiella canarii* y *Schizophyllum commune*, evaluando su crecimiento en diferentes condiciones de temperatura y humedad. Los hongos crecieron sobre los sustratos analizados,

siendo su uso de suma importancia para contribuir a su reciclaje en Tabasco y que los hongos *A. fuscosuccinea*, *O. canarii* y *S. commune* son recursos fúngicos importantes para el sureste mexicano y distintas zonas tropicales. Por lo que es prioritario incrementar los estudios sobre su manejo, preservación y potencial biotecnológico junto con otros hongos.

Alvarado et al., (2015) concluyeron que el potencial de utilización de diversas especies comestibles como fuente de alimento, ingresos y conservación del entorno ecológico como un factor de transformación en áreas rurales es enorme, sin embargo los estudios ecológicos y biotecnológicos de este importante recurso, a pesar de su gran relevancia se encuentra en etapas muy tempranas, por tal razón hace hincapié en dar impulso a un modelo productivo que favorezca el equilibrio entre conservación y desarrollo, así como la creación de nuevas alternativas productivas que sean competitivas y sostenibles en un esquema de mercado global. Del Valle en 2018, estableció que *Neolentinus ponderosus* crece mejor sobre sustratos con pH neutro pero que no presenta una diferencia significativa si se compara con el crecimiento sobre sustratos un poco ácidos, y que en sustratos alcalinizados se observa una disminución significativa del crecimiento micelial.

En el trabajo de Bran & et al., 2015, se describe la caracterización del crecimiento micelial de *Neolentinus ponderosus*, en la cual obtiene datos relevantes para establecer la domesticación del hongo comestible. Este trabajo lo realiza con dos cepas diferentes de *Neolentinus ponderosus*, los cuales fueron incubados por un periodo de 15 días a 18°C y 26°C con diferentes medios de cultivo. Concluye que los compuestos de los que está hecho el medio de cultivo EMA (Extracto de Malta y Agar) y EMA suplementado con infusión de trigo (EMA-T), favorecen al desarrollo del micelio con un crecimiento de 14.3mm y 19.7mm. En cuanto a la temperatura que elige como favorable para el desarrollo del hongo es la incubación a 26°C, y recomienda que el cultivo se realice bajo estas condiciones.

CAPITULO III

3. Resultados y discusión

3.1. Entrevistas: La etnomicología en la comunidad de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.

Siguiendo la metodología “Bola de nieve lineal” se lograron 26 entrevistas las cuales mostraron datos significativos en cuanto al aprovechamiento de este recurso dentro de la comunidad, cabe resaltar que la metodología nos guio solo con varones.

Para la comunidad, esta actividad representa un conocimiento tradicional, que se ha sido pasado de generación en generación y se ha dado de manera lineal y transversal. Para ellos representa más que un alimento, representa sus tradiciones, sus costumbres y hasta su cosmovisión de muchos aspectos de la naturaleza. La forma de recolecta es variado, van en grupo o en solitario y esto está estrechamente relacionado con la ocupación (Figura 8). La mayoría de los recolectores que van solos son los que se dedican a la agricultura y ganadería, mientras que los que van en compañía de otras personas son los recolectores que se dedican a otras ocupaciones que no son labores de campo, esto es debido a que este grupo no ve la recolección solo como una fuente de alimentos y/o de ingresos, si no también ellos lo ven como recreación.

A comparación de los datos obtenidos por Méndez et al. (2001) en el Valle de Toluca, y Contreras et al. (2018) en el estado de Hidalgo, donde ambos resaltan que, en la recolección de hongos, la participación de la mujer es la más representativa. En el caso de la Comunidad de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos, la mayor participación la tiene el hombre, esto se podría deber a dos cosas; a que la recolección de los basidiocarpos tiene lugar aproximadamente a 4 kilómetros de distancia del centro del pueblo y sumado a esto es un lugar de difícil acceso.



Figura 8. Rogelio cuevas recolector de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

3.1.1 Intervalo de edad

La recolección es realizada por varones, los cuales tienen edades que van desde 22 a los 84 años, siendo el grupo más representativo, el de los 50 a 60 años (34%), seguido por el grupo de 40 a 50 años (23 %) y el grupo representado por los más jóvenes (22 a los 30 años) representó el 4% del total (Figura 9).

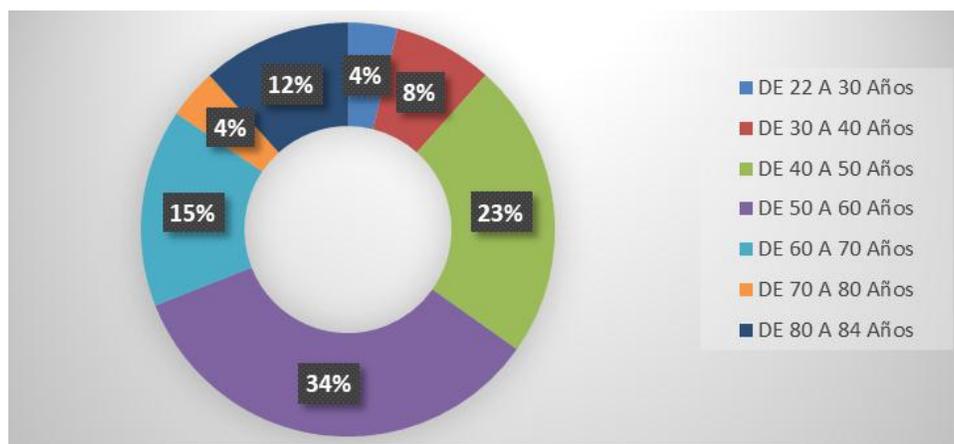


Figura 9. Edad de los recolectores San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos Fuente: Elaboración propia.

Se concuerda con lo reportado por Contreras (2018) que la edad más común de los recolectores va por encima de los 40 años, esto podría ser un síntoma de falta de interés o la migración en busca de mejores oportunidades por parte de la comunidad más joven que puede ocasionar una pérdida gradual del conocimiento tradicional con respecto a este recurso.

3.1.2 Ocupación de los recolectores

La ocupación de las personas también influye en el aprovechamiento, los que más explotan este recurso son las personas dedicadas al campo (Figura 10), los que se dedican a la agricultura y a la ganadería, siendo el 38% y 23% respectivamente. Estos ocupan sus labores de campo con doble propósito, aprovechando el tiempo que dedican a la agricultura o ganadería también para la recolección, mientras los que tienen otras ocupaciones fuera del campo, tales como; comerciantes, terapeutas, brigadistas, artesanos y servidores públicos tienen que dedicar un día para ir a recolectar.

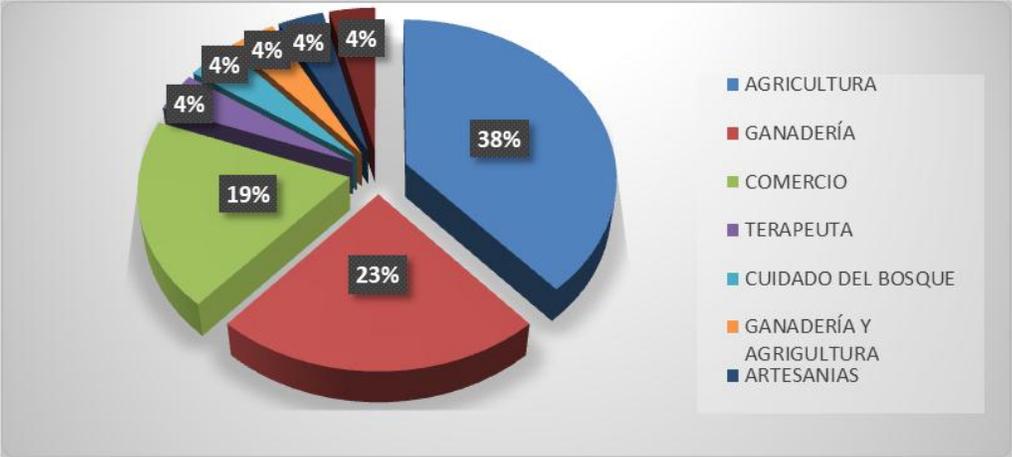


Figura 10. Ocupación de los recolectores de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos en esta investigación concuerdan con lo mencionado por Moreno Fuentes en 2004, donde propone que la recolección de hongos silvestres comestibles en las comunidades de la Alta Tarahumara está estrechamente relacionada con las actividades agrícolas.

3.1.3 Desde cuándo recolectan y cuántas veces por semana

Las entrevistas arrojaron que más de la mitad de los recolectores (54%) van a coleccionar hongos con la finalidad de venderlos, cabe mencionar que esto no es algo fijo, ya que comentan que los hongos que no tienen valor comercial o que no llegan a vender pasan a ser de autoconsumo, el 46 % de los entrevistados mencionaron que únicamente recolectan para autoconsumo (Figura 11). Como se aprecia en la figura 12 más de la mitad de los recolectores van entre uno y tres días a recolectar. También se preguntó a qué edad iniciaron a realizar la recolección, el 58% de los entrevistados comenzaron entre los ocho y los 10 años (Figura 13).

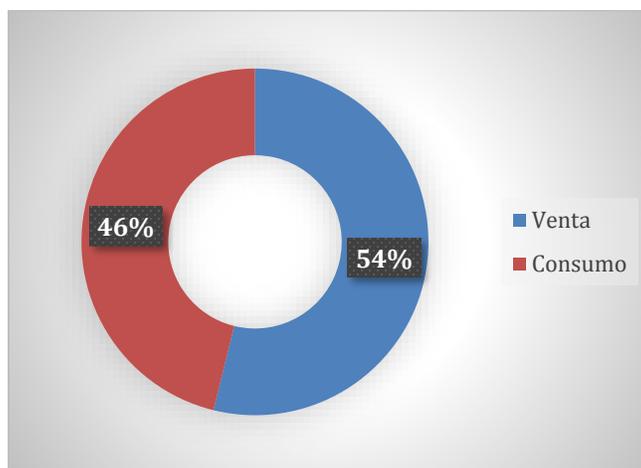
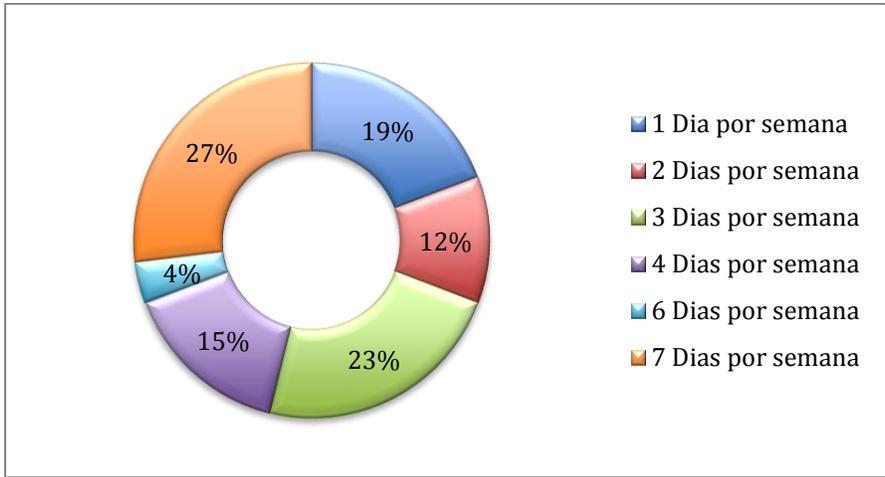


Figura 11. Fines de la recolección de hongos en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Días por semana que los entrevistados de la comunidad de San Juan Tlacotenco salen a recolectar.

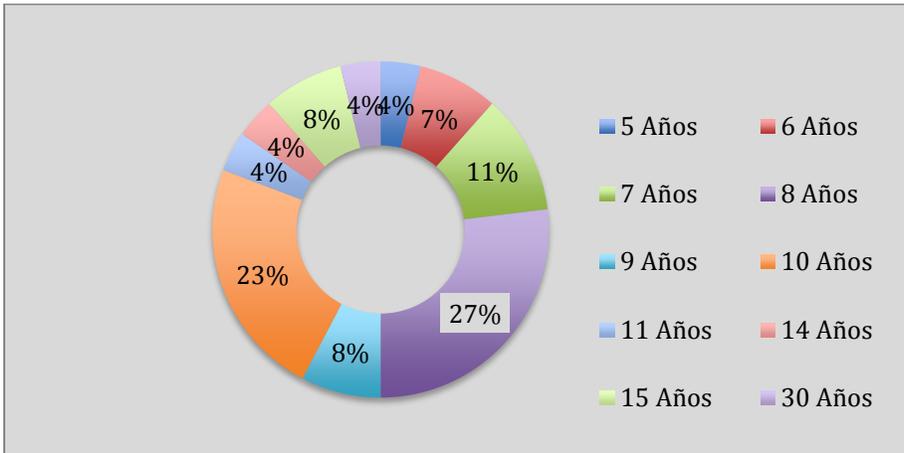


Figura 13. Edad en la que comenzaron a recolectar los hongueros de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Hongos preferidos, nomenclatura tradicional

Se lograron identificar ocho de los hongos alimenticios con más preferencia por parte de los entrevistados. En la figura 14 los hongos se ordenan por su preferencia; la tabla 3 describe la ecología de cada uno de ellos junto con nombres científicos; y en la figura 15 se muestra la morfología de cada uno de ellos. Por su ecología, su preferencia y potencial para cultivo se eligió a *N. ponderosus* para llevarlo a fructificación. Esto concuerda con lo mencionado por Fuentes (2014); describe a este hongo como una especie saprobia de pudrición parda y con potencial para cultivo.

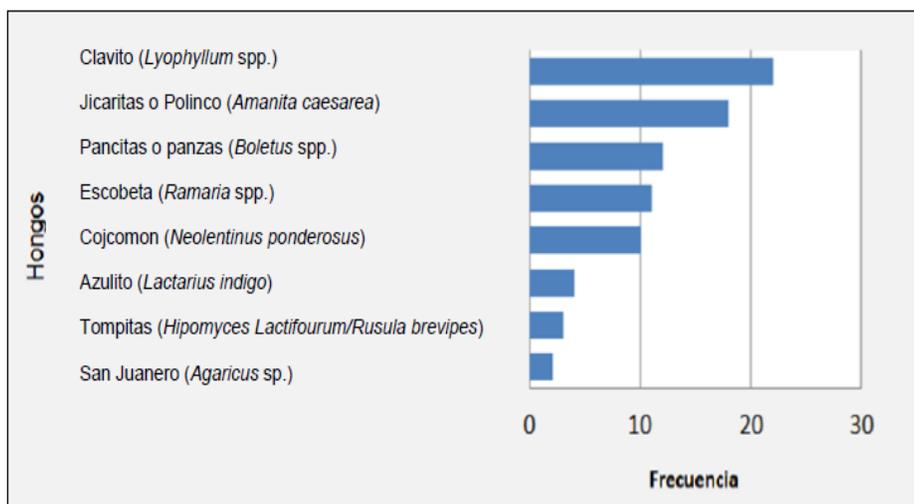


Figura 14. Hongos preferidos por los recolectores de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Ecología de los hongos de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos.

Nombre	Crece sobre/asociado a:
San Juanero (<i>Agaricus sp.</i>)	Saprófitos (Callac 2007)
Trompitas (<i>Hipomyces latiforum/ Russula brevipes</i>)	<i>Acacia, Afzelia, Aldinia, Anisoptera, Anthonota, Aphanocalyx, Berlinia, Brachystegia, Dicymbe, Didolotia, Dipterocarpus, Dryobalanopus, Eperua, Gilbertiodendron, Hopea, Inga, Instia, Isoberlinia, Julbernardia, Macrolobium, Marquesia, Microberlinia, Monopetalanthus, Monotes, Ormosia, Paraberlinia, Paramacrolobium, Pericopsis, Shorea, Tetraberlinia, Uapaca y Vateria. (Alvarado Castillo et al.)</i>
Azulito (<i>Lactarius indigo</i>)	<i>Acacia, Afzelia, Aldinia, Alnus, Anisoptera, Anthonota, Aphanocalyx, Berlinia, Betula, Brachystegia, Corylus, Dicymbe, Didolotia, Dipterocarpus, Dryobalanopus, Eperua, Eucalyptus, Fagus, Gilbertiodendron, Hopea, Inga, Instia, Isoberlinia, Julbernardia, Larix, Macrolobium, Marquesia, Microberlinia, Monopetalanthus, Monotes, Ormosia, Paraberlinia, Paramacrolobium, Pericopsis, Picea, Pinus, Populus, Pseudotsuga, Quercus, Salix, Shorea, Tetraberlinia, Tsuga, Uapaca y Vateria. (Alvarado Castillo et al.)</i>
Cojcomon (<i>Neolentinus ponderosus</i>)	Saprófito (Moreno fuentes et al.)
Escobeta (<i>Ramaria spp.</i>)	<i>Abies, Alnus, Betula, Corylus, Eucalyptus, Fagus, Larix, Picea, Pinus, Populus, Pseudotsuga, Quercus, Salix y Tsuga.</i>
Pancitas o panzas (<i>Boletus sp.</i>)	<i>Abies, Alnus, Anisoptera, Betula, Castaneopsis, Corylus, Dipterocarpus, Dryobalanopus, Eucalyptus, Fagus, Hopea, Larix, Lithocarpus, Marquesia, Monotes, Pasania, Picea, Pinus, Populus, Pseudotsuga, Quercus, Salix, Shorea, Tsuga y Vateria. (Alvarado Castillo et al.)</i>
Jicaritas o Polonco (<i>Amanita caesarea</i>)	<i>Abies, Acacia, Afzelia, Aldinia, Allocasuarina, Alnus, Anisoptera, Anthonota, Aphanocalyx, Berlinia, Betula, Brachystegia, Casuarina, Corylus, Dicymbe, Didolotia, Dipterocarpus, Dryobalanopus, Eperua, Eucalyptus, Fagus, Gilbertiodendron, Hopea, Inga, Instia, Isoberlinia, Julbernardia, Larix, Leptolaena, Macrolobium, Marquesia, Microberlinia, Monopetalanthus, Monotes, Ormosia, Paraberlinia, Paramacrolobium, Pericopsis, Picea, Pinus, Populus, Pseudotsuga, Quercus, Salix, Sarcolaena, Schizolaena, Shorea, Tetraberlinia, Tsuga, Uapaca y Vateria. (Alvarado Castillo et al.)</i>
Clavito (<i>Liophyllum spp.</i>)	Asociado a especies forestales y saprófito

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Cuerpos fructíferos de los hongos de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos a) *Lactarius indigo*, b) *Ramaria* sp., c) *Neolentinus ponderosus*, d) *Boletus* sp., e) *Hypomyces lactiforum*, f) *Amanita caesarea* y g) *Lyophyllum* sp. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

3.1.5 El hongo Cojcomon

El hongo Cojcomon, fue elegido por su aceptabilidad y potencial para domesticación, los otros al presentar una ecología diferente se dificulta el trabajo y los resultados se podrían notar hasta los 4 años. La etnomicología con respecto a este macromiceto tiene cierta peculiaridad, ya que al no crecer en la temporada de lluvias como la mayoría de los hongos lo hacen, las personas lo ven de manera distinta, ellos dicen que tiene un valor significativo ya que es uno de los primeros hongos en degustarse y que presenta sabores característicos. Por su gran tamaño (de hasta 30 cm de diámetro y su singular sabor) las personas lo agregan a su cocina típica como ingrediente principal o complemento para sus guisos, elaborando platillos que van desde tamales, empanizado, hervido con epazote y cebolla, hasta en mole verde y en tamales.

Este hongo por el medio en el que crece se clasifica como saprobio, la nomenclatura tradicional de este hongo está en Nahuatl el cual significa “Hongo de tronco” y crece sobre el duramen de *Pinus montezumae* (Figura 16 y 17), el cual las personas de la comunidad conocen por ocoyolote, cuyo significado según los recolectores de la comunidad es “corazón de ocote” el cual debe tener un grueso considerable para que este hongo brote. Las personas que saben en dónde crece este tipo de hongo son celosos con ello y entre los recolectores o personas en general no comentan nada al respecto, cada recolector tiene sus ocoyolotes en donde crecen sin embargo se logró obtener información útil.



Figura 16. Tronco de *Pinus montezumae*, a) Albura, b) Duramen. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 17. Duramen de *Pinus montezumae* con presencia de hongos degradadores. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

Este hongo de gran tamaño y peso crece entre los meses de marzo y abril (época de estiaje) lo cual, causa una controversia para los recolectores, y al buscar una explicación al porque crece en esta época del año, lo relacionan con fenómenos atmosféricos que tienen lugar en el mes de febrero, según ellos la última precipitación y los rayos de esta, le da la fuerza necesaria para surgir.

Comentan que estos troncos les dura su producción durante años siendo anual su ciclo, un dato curioso que comentan es que cuando llegaba llover y cae agua directa sobre el púleo del hongo, este detiene su crecimiento, su color se tornaba oscuro y empieza el proceso de pudrición. A partir de los testimonios de los recolectores se

obtuvo información relevante como, que el hongo llega a crecer sobre los durmientes del ferrocarril lo cual sugiere una actividad enzimática muy activa.

Los datos obtenidos concuerdan con lo mencionado por Fuentes (2014), donde describe a *Neolentinus ponderosus* como un hongo con potencial de cultivo, que crece en los meses de estiaje y se consume de manera tradicional, y en el año 1996 también reporta que el basidiocarpo tiene que ser cosechado sin haber sido mojado ya que este presenta condiciones desfavorables para su consumo, y que para los indios raramuri *Neolentinus ponderosus* solo es recolectado con fines alimenticios, mientras que en los datos obtenidos de las encuestas en San Juan Tlacotenco éste hongo representa una fuente de ingresos para los recolectores.

Moreno-Fuentes et al., en 1996, reportan por primera vez en México a *N. ponderosus* dando una descripción morfológica completa del hongo encontrado en la sierra sur del estado de Chihuahua. Hongo que los indios raramuri consumen tradicionalmente, dicho acervo está muy marcado en la nomenclatura tradicional; “Kuté-Mo`Kó-a”, lo cual traducido al español significa “comida del tronco” u “Hongo del tocón”. En este estudio también se concuerda con lo mencionado por Gaitan-Hernández R. (2000), donde describe a *N. lepideus* como una especie saprobia con capacidad de crecer sobre durmientes de tren.

3.2 Recolección e identificación taxonómica del hongo Cojcomon

El hongo Cojcomon se recolectó en los bosques de la comunidad de San Juan Tlacotenco, siguiendo las descripciones hechas por de Miller (1965), se identificó como *Neolentinus ponderosus*. Por su gran parecido con *Neolentinus lepideus* es muy común que se le confunda, esto se descartó siguiendo las claves taxonómicas de Redhead & Ginns (1985), en las que hacen una descripción detallada del hongo, *Neolentinus lepideus* es de tamaño menor a *N. ponderosus* y presenta un vestigio de velo el cual *N. ponderosus* tiene ausencia total de dicho velo (Figura 18).



Figura 18. Basidiocarpo de *Neolentinus lepideus*, se observa el vestigio de velo. Fuente: George Dvorsky, 2012.

3.3 Morfología de *Neolentinus ponderosus*

Las características morfológicas macroscópicas (Figura 19, 20 y 21) y microscópicas (Figura 22 y 23) de los especímenes observados coinciden con las reportadas para esta especie. Las características macro y microscópicas concuerda con las descripciones de Moreno-Fuentes et al. (1996), Miller (1965) y Redhead & Ginns (1985).

Píleo: Es de 7-30 cm de ancho, convexo, convirtiéndose en plano-convexo, la superficie seca, color blanco con tonos marrón claro a marrón oscuro, contexto blanco, firme, duro, de hasta 1.5 cm de espesor (Figura 19). Olor suave, picante aromático, sabor suave, sin presencia de anillo (Figura 20 y 21).



Figura 19. Píleo de *Neolentinus ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

Láminas: Adnadas a decurrentes, relativamente amplia, de hasta 1,0 cm, de color crema, llegando a ser de color de marrón claro, bordes serrados a entrecortada (Figura 20).



Figura 20. Láminas de *Neolentinus ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

Estípite: De 6.0-16 cm de largo, 2.5-7.0 cm de espesor, se estrechan gradualmente hacia la base, sólido, duro, en el centro, superficie estriada del ápice, de color crema, la parte inferior con cubierta de color marrón claro, ausente velo parcial (Figura 21).



Figura 21. Estípite y píleo de *Neolentinus ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

Esporas: De 8.5 a 10.0 x 3.5-4.0 micras, estrechamente elípticas en la cara vista, lisa, de pared delgada, impresión de esporas de color blanquecino a crema claro (Figura 22).

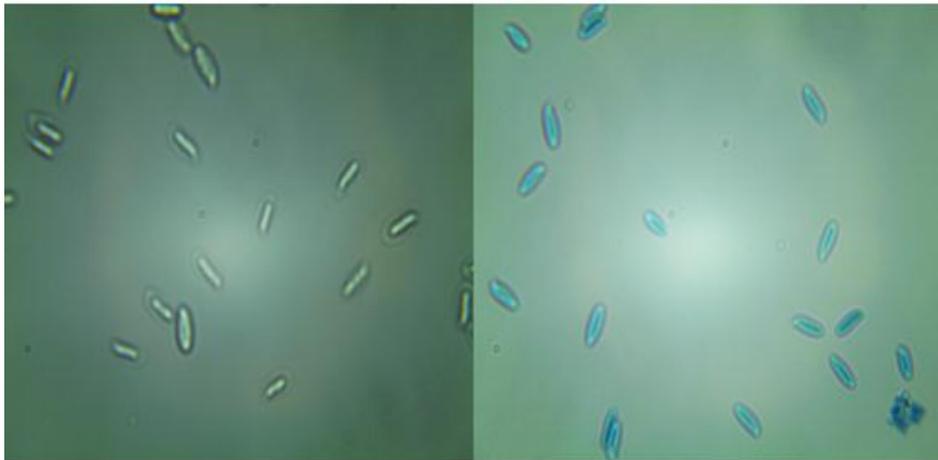


Figura 22. Esporas de *Neolentinus ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

Hifas: Septadas con presencia de fíbulas (Figura 23).

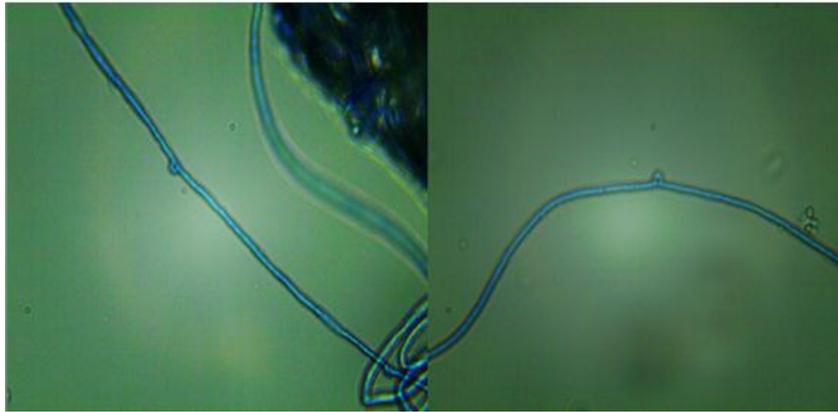


Figura 23. Hifas septadas con fíbulas de *Neolentinus ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

3.4 Determinación de tipo de pudrición mediante pruebas bioquímicas con p -anisidina, DMP y o -toluidina

Neolentinus ponderosus no presentó halos de oxidación (Figura 24) que indicarían la actividad de enzimas lignolíticas utilizando: Para-anisidina (p -anisidina), Orto-toluidina (o -toluidina) y Dimetoxifenol (DMP), a diferencia del control donde se observan notoriamente los halos de oxidación (Figura 25). Con esto se puede asegurar que el hongo causa pudrición oscura en madera, por ende, se clasifica dentro del género *Neolentinus* y no dentro de *Lentinus*. Las pruebas bioquímicas corroboran la ecología del hongo *N. ponderosus* (saprobio de pudrición oscura), tal como lo mencionan Redhead and Ginns (1985) y Miller (1965).

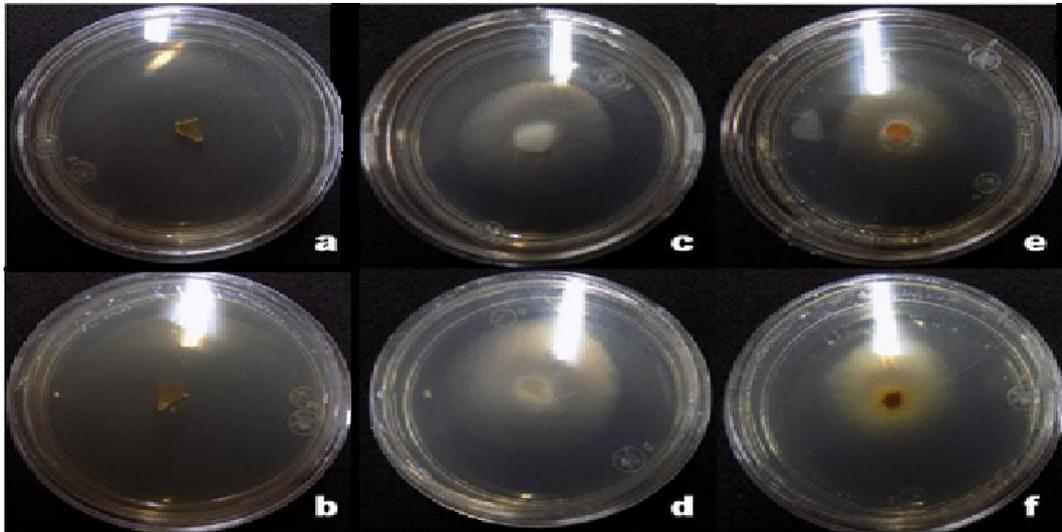


Figura 24. Pruebas bioquímicas para determinación de enzimas lignolíticas de *Neolentinus ponderosus*. a) y b) Prueba con p –anisidina, no presentan halos de oxidación, c) y d) Prueba con DMP, no presenta halos de oxidación, e) y f) Prueba con o- toluidina, no presenta halos de oxidación Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2019.

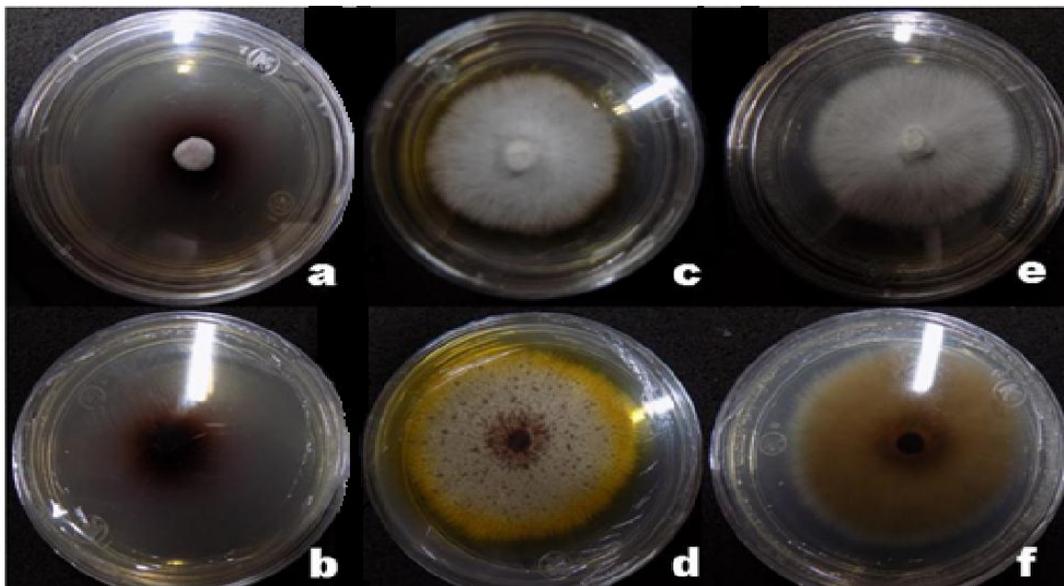


Figura 25. Pruebas bioquímicas para determinación de enzimas lignolíticas de *H. coffeatum* (control), los halos de oxidación son visibles. a) y b) Prueba con p –anisidina, presentan halos de oxidación, c) y d) Prueba con DMP, presenta halos de oxidación, e) y f) Prueba con o- toluidina, presenta halos de oxidación Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2019.

3.5 Velocidad de crecimiento.

Neolentinus ponderosus creció en todos los medios utilizados, en el medio EMA (Bioxon) el micelio fue algodonoso con zona concéntrica de crecimiento, blanco y

borde regular, al reverso de este medio de cultivo se observó una pigmentación amarillenta y presentó un fuerte olor penetrante afrutado; en PDA Bioxon fue aterciopelado, homogéneo, blanco y borde irregular, al reverso de este medio de cultivo se observó una pigmentación amarillenta y presentó un fuerte olor penetrante afrutado; en el medio LAA el micelio fue aterciopelado, homogéneo y borde regular a los 10 días de cultivo, incubadas a 25°C en condiciones de oscuridad, pero en el medio CMD el micelio fue algodonoso, denso, blanco, con agregaciones hifales en la periferia presencia de gotas amarillentas en la parte central a los 20 días de crecimiento (Figura 26), presentó mayor Vr en el medio CMD (0.019 ± 0.002 mm/h), seguido de PDA (0.013 mm/h ± 0.001), EMA (0.012 mm/h ± 0.00) y la velocidad de crecimiento menor fue en LAA (0.011 mm/h ± 0.001).

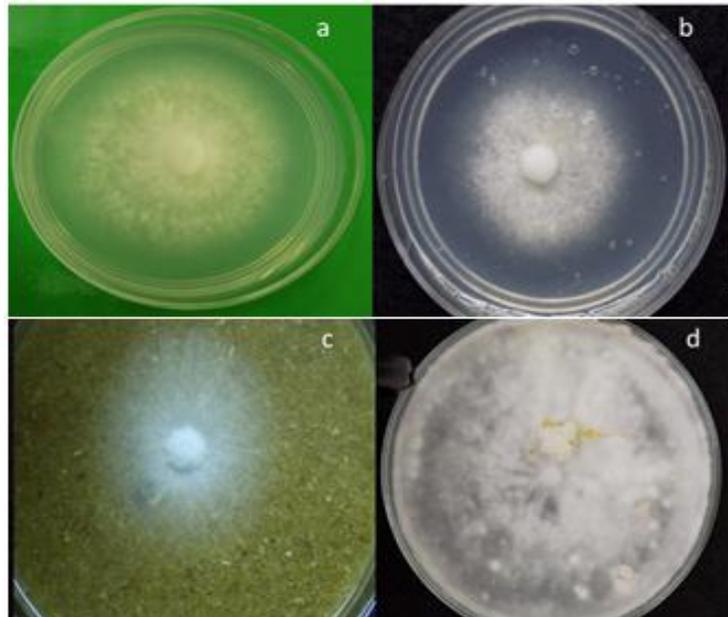


Figura 26. Crecimiento micelial de *Neolentinus ponderosus* en diferentes medios de cultivo. a) EMA (Bioxon), b) PDA (Bioxon), c) LAA y d) CMD. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

Bran et al., 2007, reporta una Vr en medio EMA de 2.6 mm/día como el mejor medio de cultivo, Mahler en 2006, reporta que su mayor Vr en EMA es de 5.11 incubada a 18°C., y otra cepa de *N. ponderosus* incubada en EMA a 26°C., tuvo una Vr de 4.88, lo cual quiere decir que la Vr varía dependiendo cada cepa, en ambos estudios se

reporta una V_r mucho mayor a la presentada en este trabajo. En cuanto a la coloración amarillenta en el reverso de las cajas Petri, mismo autor también reporta esta coloración en todos los medios con Extracto de Malta y Agar (EMA), sin embargo, la coloración amarillenta no se presentó en cepas que contuvieran PDA. Por otro lado, cabe resaltar que no menciona nada con respecto al olor afrutado que presentó a cepa aislada en este trabajo. Esta coloración y el olor afrutado se puede deber a la producción de metabolitos secundarios que segrega el hongo, comparando los datos obtenidos por mismo autor se puede decir que dicha producción de metabolitos secundarios puede variar entre las distintas cepas y entre los medios de cultivo con los que se trabajen.

3.6 Obtención de inóculo

Inóculo primario: Los frascos de 50 g se terminaron de colonizar en un total de 12 días (Figura 27), no se presentó ningún tipo de contaminación y su olor afrutado continuó.

Inóculo Secundario: Las bolsas de poli papel con 200 gramos de sorgo, el hongo invadió totalmente el grano a los 20 días. El micelio crecido en sorgo no es aéreo y presentó el mismo olor fúngico y afrutado (Figura 27).



Figura 27. Colonización de inóculo. a) Inóculo primario, b) Inóculo secundario. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

En comparación con los datos obtenidos por Mahler en 2006, el inóculo que colonizó con mayor rapidez fue en aserrín de pino, invadiendo en un total de 30 días, mientras que Bran et al., en 2007, recomienda como sustrato para inóculo es el aserrín de pino el cual se invadió el sustrato hasta los 44 días incubada a 26°C, mientras que el sustrato que invadió más rápido fue en semilla de trigo con un total de 40 días. La sepa aislada en este trabajo colonizó el inóculo más rápido con una diferencia de 10 días y 24 días respectivamente. Esto se pudo deber a la utilización de inóculo primario, ya que éste al quedar mejor distribuido dentro del inóculo el hongo presentó un crecimiento más homogéneo sobre el sustrato. Se recomienda la utilización de inóculo primario para futuros trabajos.

3.7 Fructificación

De los sustratos utilizados para la fructificación de *Neolentinus ponderosus*, el único que tuvo resultados favorables fue el F2-a (Figura 28), ya que sólo en este sustrato se presentó la fructificación, utilizando este sustrato tardó un lapso de seis días en colonizar completamente y en presentar primordios, los cuales se cosecharon a los ocho días de que aparecieron. De los otros sustratos nunca terminaron de invadir completamente, tardaban mucho en crecer y terminaron por contaminarse transcurrido el mes y medio de la inoculación. Cabe resaltar que los aditamentos que se agregaron a F1-b, F2-b y F3-b presentaban una diferencia significativa en cuanto al tiempo de colonización del sustrato a diferencia de F1-a, F2-a y F3-a. Lo cual quiere decir que la modificación del pH mediante el uso de óxido de calcio (CaO) y sulfato de calcio (CaSO₄) no es favorable para el crecimiento de este hongo.

El manejo del pH concuerda lo reportado por Bran et al., 2015, que establece que la modificación del pH del sustrato no es favorable para el desarrollo de *N. ponderosus*. Estos datos también concuerdan con los datos obtenidos por Del Valle et al en 2018, donde menciona que el crecimiento micelial disminuye a un pH alcalino.

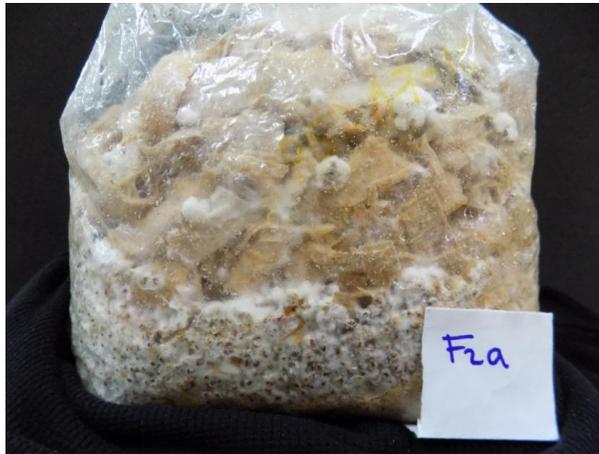


Figura 28. Colonización de *Neolentinus ponderosus* en sustrato F2a. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 29. Módulo de producción de *Neolentinus ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

3.7.1 Fructificación con T1

Mediante el T1, se observó mejor desarrollo del hongo, presenta mejores condiciones de sabor, color y olor. Mediante este tratamiento el hongo es más parecido a cómo crece en su medio natural tanto en consistencia, sabor y colores del estípite, sin embargo, es considerablemente de menor tamaño y peso, sin mencionar su baja productividad: la eficiencia biológica fue de 14 % y una tasa de producción de 0.28. También se observó que varios primordios no lograron fructificar, detenían su crecimiento cuando estaban caracterizando o solo se

quedaban en una masa de hifas sin forma, por otra parte, en varios primordios el hongo secreta un exudado de color ámbar claro (Figura 30), similar al que presenta *Hydnellum peckii*, los cuales también detenían su crecimiento sin caracterizarse completamente y se secaban, esto último sólo se presentó en T1.

Solo se obtuvo una cosecha.

Las características morfológicas de *Neolentinus ponderosus* mediante este tratamiento (Figura 31), fueron las siguientes:

- Píleo: de 6.4 a 1.9 cm de diámetro, de plano a plano convexo, hacia el centro presenta una depresión con escamas colore café, sobre todo en el centro del píleo. Borde entero.
- Estípite: de 4 cm a 10 cm de largo, y de 0.5 a 2.0 cm de grosor, cilíndrico en la base y ligeramente aplanado en la parte superior, sobre todo en la unión con el píleo.
- Himenio: Laminar, laminas juntas entre sí con presencia de lamélulas con color parecido al píleo y al estípite, decurrentes, conado.
- Esporada: color crema
- Olor: fúngico suave, ligeramente a madera y afrutado.
- Sabor: a nuez, en crudo.



Figura 30. Exudados de *Neolentinus ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

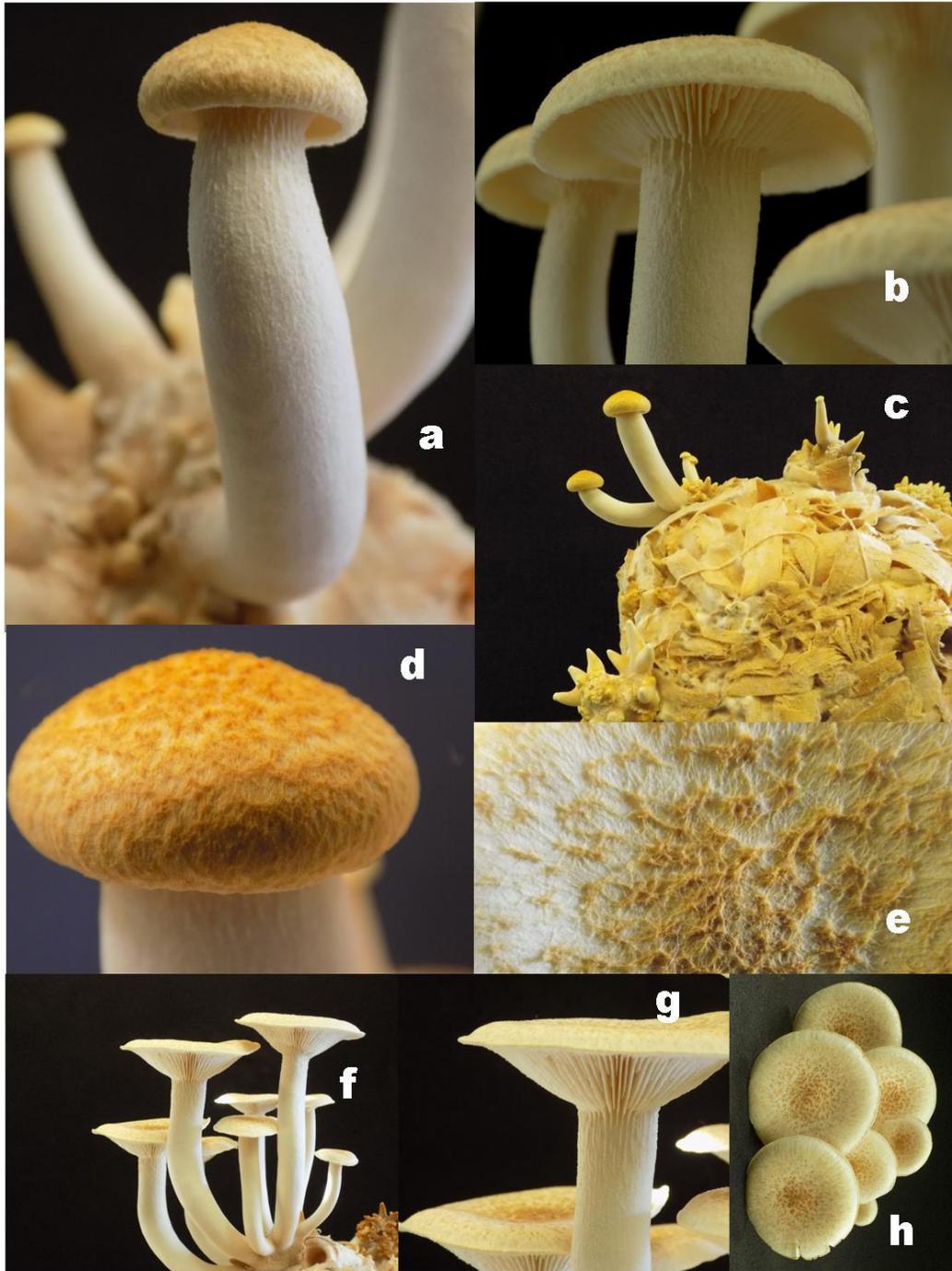


Figura 31. Morfología de *Neolentinus ponderosus* con T1. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

3.7.2 Fructificación con T2

Para T2 las características de sabor, consistencia y color no fueron las mejores, el hongo y presentó una eficiencia biológica de 16% y una tasa de producción 0.30.

Solo se obtuvo una cosecha

Las características morfológicas de *Neolentinus ponderosus* (Figura 32) mediante este tratamiento, fueron las siguientes:

- Píleo: de 6.4 a 1.9 cm de diámetro, deprimido, hacia el centro presenta un ligero mucronado con escamas color café, sobre todo en el centro del píleo. Borde entero.
- Estípite: de 4 cm a 10 cm de largo, y de 0.5 a 2.0 cm de grosor, cilíndrico en la base y ligeramente aplanado en la parte superior, sobre todo en la unión con el píleo. Presenta escamas.
- Himenio: Laminar, laminas juntas entre sí con presencia de lamelulas con color parecido al píleo y al estípite, decurrentes, conado.
- Esporada: color crema
- Olor: fúngico suave, ligeramente a madera y afrutado.
- Sabor: a nuez, acuoso y demasiado fibroso en crudo.



Figura 32. Morfología de *Neolentinus ponderosus* con T2. a) y d) Se muestran las lamélulas, b) Basidiocarpos completos c) y e) Se muestra el píleo y estípite, f) Fisionomía del estípite. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.

Los resultados de Bran et al., en 2007 coincide con los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo, en que se reportó una sola cosecha, por otra parte, en cuanto a la eficiencia biológica los resultados de ambos trabajos difieren mucho, en sus dos cepas estudiadas obtuvo una eficiencia biológica del 29.91% y del 12.84%, mientras que en la presente investigación con el T1 se obtuvo una eficiencia biológica del 14% y con T2 se obtuvo una eficiencia biológica del 16%, En comparación con el tamaño de píleo también difiere mucho en lo obtenido en este trabajo, Bran en 2007 obtuvo un diámetro máximo de píleo de 10 cm, mientras que en este trabajo se obtuvo un máximo de 6.4 en los dos tratamientos. En cuanto a tiempos de fructificación, en el caso de la cepa aislada en este trabajo la colonización y la fructificación se obtuvo en un total de 14 días; ocho días para la colonización del sustrato y 6 para cosechar a partir de la aparición de los primordios, mientras que Bran en 2007 lo obtuvo entre los 48 y los 58 días.

CAPITULO IV

4. Conclusión

Las entrevistas arrojaron que para la comunidad de San Juan Tlacotenco, el hongo conocido por los habitantes como “Cojcomon” tiene una alta aceptabilidad, el cual fue identificado mediante pruebas bioquímicas y características morfológicas como *Neolentinus ponderosus*, presentó potencial para domesticación. Este hongo presenta características especiales para la comunidad ya que es uno de los primeros hongos que brotan, sumado a esto, tiene un acervo cultural muy marcado en las historias, en la gastronomía y principalmente en el nombre que los habitantes de la comunidad le dan.

Se aisló la cepa en PDA y creció mejor sobre el medio de cultivo CMD, aunque no presentó diferencias significativas en cuanto a Vr. La producción de inóculo se logró en un total de 20 días con una cantidad de 200 g y mediante la incorporación de un inóculo primario.

La domesticación de *N. ponderosus* es posible y para su establecimiento se recomienda llevarla a cabo mediante la fórmula F2a (viruta, aserrín y salvado de trigo) y el tratamiento 1 (humedad baja y presencia de luz natural), bajo estas condiciones se obtuvo una eficiencia biológica fue de 14 % y una tasa de producción de 0.28. Utilizando el mismo sustrato con el tratamiento 2 también se dio la fructificación con una eficiencia biológica de 16% y una tasa de producción 0.30, solo que bajo este tratamiento los basidiocarpos son muy diferentes a los ejemplares silvestres, cambia en color y la textura. En ambos casos se obtuvo solo una cosecha.

Por otra parte, los sustratos F1b, F2b y F3b, el micelio se observó tenue, el micelio nunca termino de colonizar el sustrato y nunca presentaron primordios, lo cual quiere decir que la modificación del pH mediante el uso de óxido de calcio (CaO) y sulfato de calcio (CaSO₄) no es favorable para el crecimiento de este hongo.

El conocimiento y práctica relacionados con la utilización sostenible de los hongos en México es un conocimiento tradicional, que debido a la problemática ambiental, y a la relación sociedad-naturaleza que responden a un modelo económico que da prioridad a la explotación ilimitada de los recursos naturales, reconociendo las necesidades constantes de un sociedad que crece en un contexto de globalización y elevado desarrollo, por lo que el conocimiento y aprovechamiento tradicional de los hongos han demostrado ser compatibles con la conservación de los recursos naturales, la recolección de hongos es una actividad considerada como una contribución al desarrollo sustentable, porque no es perjudicial que otros métodos de extracción y contribuir a la subsistencia e ingresos de los hogares rurales, el cual, es estacional (época de lluvia), por lo que es una desventaja, por lo que este tipo de trabajos es de suma importancia, ya que el establecer las técnicas de cultivo de los hongos comestibles silvestres es una gran alternativa de transferencia de tecnología hacia las comunidades que se dedican a la recolección de hongos, para que puedan contar con el recurso durante todo el año.

BIBLIOGRAFÍA V

- Abbo, S., Lev-Yadun, S., & Gopher, A. (2012). Plant domestication and crop evolution in the Near East: on events and processes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31(3), 241-257.
- Alvarado-Castillo, G. & Benítez, G. (2009). El enfoque de agroecosistemas como una forma de intervención científica en la recolección de hongos silvestres comestibles. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(3), 531-539.
- Alvarado-Castillo, G., Mata, G., & Benítez-Badillo, G. (2015). Importancia de la domesticación en la conservación de los hongos silvestres comestibles en México. *Bosque (Valdivia)*, 36(2), 151-161.
- Andrade-Torres, A. (2010). Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. *Revista Ciencias*, 84-90
- Arana-Gabriel, Y., Burrola-Aguilar, C., Garibay-Orijel, R., & Franco-Maass, S. (2014). Obtención de cepas y producción de inóculo de cinco especies de hongos silvestres comestibles de alta montaña en el centro de México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(3), 213-226.
- Ávila Baray, H. L. (2006). Introducción a la metodología de la investigación Edición electrónica. *Texto completo en www.eumed.net/libros/2006c/203*, 54.
- Boa, E. (2005). *HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES, LOS: PERSPECTIVA GLOBAL D* (No. 17). Food & Agriculture Org.
- Buller, A. R. (1914). The fungus lore of the Greeks and Romans. *Transactions of the British Mycological Society*, 5, 21-66
- Bran, M. C., Morales, O., Flores, R., Cáceres, R., & Blanco, R. (2007). Caracterización y producción de cuerpos fructíferos de cepas nativas de *Neolentinus ponderosus* y *N. lepideus* (Inf-2007-019). *Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*.
- Bran, M., Morales, O., Cáceres, R., Blanco, R., & Flores, R. (2015). Caracterización de cepas nativas de *Neolentinus ponderosus* (Miller) Redhead & Ginns. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 18(1).
- Callac, P. (2007). El género *Agaricus*.
- Carranza Díaz, Z. (2006). Selección e identificación de especies de hongos ectomicorrizógenos del Estado de Hidalgo más competentes en medio de cultivo sólido. Tesis de licenciatura. Ingeniería Agroindustrial. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. 94 p.
- Carreño-Ruiz, S. D., Cappello-García, S., Gaitán-Hernández, R., Cifuentes-Blanco, J., & Rosique-Gil, E. (2014). Crecimiento de tres hongos comestibles tropicales en medios de cultivo y residuos agrícolas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(8), 1447-1458.

- CONANP. (2008). Anteproyecto programa de manejo parque nacional El Tepozteco. Recuperado de <http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/Anteproyecto16may08.pdf>
- Contreras Cortés, L. E. U., Vázquez García, A., & Ruan-Soto, F. (2018). Etnomicología y venta de hongos en un mercado del Noroeste del estado de Puebla, México. *Scientia fungorum*, 47, 47-55.
- Del Valle, C. R., de León Ruíz, D., Morales-Esquivel, O., & González, M. D. C. B. (2018). Caracterización del crecimiento micelial de cepas nativas de *Neolentinus ponderosus* y *N. lepideus* en diferentes pH y degradación de madera de Pinus spp. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 28(1), 32-43.
- Fernández Michel, F. (2004). Guía práctica de producción de setas (*Pleurotus Spp.*).
- Frutis, I., Chio, R. E., & Estrada-Torres, A. (1985). Nuevos registros de macromicetos del Estado de México. *Scientia Fungorum*, 3(1), 285-300.
- Fuentes, Á. M. (2014). Un recurso alimentario de los grupos originarios y mestizos de México: los hongos silvestres. In *Anales de Antropología* (Vol. 48, No. 1, pp. 241-272). No longer published by Elsevier.
- Gaitán-Hernández, R. (2000). Obtención de cepas de *Neolentinus suffrutescens* por entrecruzamiento, su caracterización in vitro y producción de cuerpos fructíferos a nivel planta piloto. *Revista Iberoamericana de Micología*, 17, 20-24.
- Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez-Merlo, R., & Mata, G. (2006). Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción. *Instituto de Ecología, AC, Xalapa, México*.
- Gonzales, G. (2012). Patologías Bióticas de la madera. *Universidad del Bio Bio Concepción. Chile*.
- Hawksworth, D. L., & Whalley, A. J. S. (1985). A new species of *Rhopalostroma* with a *Nodulisporium* anamorph from Thailand. *Transactions of the British Mycological Society*, 84(3), 560-562.
- Herrera, T., & Ulloa, M. (1998). *El reino de los hongos: micología básica y aplicada* (No. 589.2 H565r). México, MX: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Honrubia, M., Torres, P., Díaz, G., & Morte, A. (1993). Biotecnología forestal: micorrización y micropropagación. *Murcia: Universidad de Murcia*.
- Laperriere, G., Desgagné-Penix, I., & Germain, H. (2018). DNA distribution pattern and metabolite profile of wild edible lobster mushroom (*Hypomyces lactifluorum/Russula brevipes*). *Genome*, 61(5), 329-336.
- Leake, J. R., Donnelly, D. P., & Boddy, L. (2002). Interactions between ectomycorrhizal and saprotrophic fungi. *Mycorrhizal ecology*, 345-372.
- Mahler, J. (2006). Descripción de las características del cultivo in vitro y producción de inóculo de cuatro cepas nativas de *Neolentinus* spp. *Universidad de San*

- Carlos de Guatemala (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).
- Méndez, R. M., Pérez, L. M. S., & Montes, C. A. C. (2001). Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el Valle de Toluca, México. *CIENCIA ergo-sum*, 8(1), 30-40.
- Marshall, E., Schreckenberk, K., & Newton, A. C. (2006). Comercialización de productos forestales no maderables: Factores que influyen en el éxito. *Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tdomadores de Decisiones. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, UK.*
- Miller Jr, O. K. (1965). Three new species of lignicolous agarics in the *Tricholomataceae*. *Mycologia*, 57(6), 933-945.
- Moreno-Fuentes, A., Cifuentes, J., Bye, R., & Valenzuela, R. (1996). Kute-mo'ko-a: un hongo comestible de los indios rarámuri de México. *Rev. Mex. Mic*, 12, 31-39.
- Moreno-Fuentes, Á., Aguirre-Acosta, E., & Pérez-Ramírez, L. (2004). Conocimiento tradicional y científico de los hongos en el estado de Chihuahua, México. *Etnobiología*, 4(1), 89-117.
- Quiñonez, M., & Garza, F. (2015). Hongos silvestres comestibles de la Sierra Tarahumara de Chihuahua. *Fomix-Conacyt, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.*
- Redhead, S. A. (1985). A reappraisal of agaric genera associated with brown rots of woods. *Trans. Mycol. Soc. Japan*, 26, 349-389.
- Rodríguez Macías, R. (1996). *Caracterización de cepas del hongo comestible Pleurotus spp. en medios de cultivo y su evaluación en substratos lignocelulósicos forrajeros para la producción de carpóforos* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Rodríguez, S. E. (2006). Caracterización molecular de lacasas de *Pleurotus eryngii*: expresión heteróloga de estas enzimas y aplicaciones en la degradación de contaminantes aromática. *Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.*
- Ruan-Soto, F., Caballero, J., Martorell, C., Cifuentes, J., González-Esquinca, A. R., & Garibay-Orijel, R. (2013). Evaluation of the degree of mycophilia-mycophobia among highland and lowland inhabitants from Chiapas, Mexico. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 9(1), 36.
- Solbrig, O. T. (2004). Ventajas y desventajas de la agrobiotecnología. *En: Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto-LC/G. 2227-P-2004-p. 33-69.*
- Téllez-Téllez, M., Diaz-Godinez, G., Aguilar, M. B., Sánchez, C., & Fernández, F. J. (2012). Description of a laccase gene from *Pleurotus ostreatus* expressed under submerged fermentation conditions. *Bioresources*, 7(2), 2038-2050.

- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales* (Vol. 3). Icaria editorial.
- Villarreal Ruíz, L. (1994). *Análisis ecológico-silvícola de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz* (No. 04; TESIS.).
- Vlasenko, V. A., Zmitrovich, I. V., & Vlasenko, A. V. (2019). Unusual monstrose form of *Neolentinus cyathiformis* (Gloeophyllaceae, Basidiomycota) from the Novosibirsk Region (Russia).
- Wang, Y. C. (1987). Mycology in ancient China. *Mycologist*, 1(2), 59-61.
- Wasson, R. G. (1983). *El hongo maravilloso teonanácatl; micolatría en Mesoamérica* (No. 04; E59. R38, W3.).

VI. ANEXOS

Anexo 1. Capítulo de libro, Aportaciones a las Ciencias Alimentarias, 2016

CAPÍTULO 4

Aislamiento y Caracterización In vitro del Hongo Comestible Cojcomon (*Neolentinus ponderosus*)

ISOLATION AND CHARACTERIZATION IN VITRO OF THE EDIBLE FUNGUS COJCOMON (*Neolentinus ponderosus*)

F. Zuluaga-Jimenez¹, G. Díaz-Godínez², Ma de L. Acosta-Urdapilleta¹ y M. Téllez-Téllez^{1*}

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Mor.

²Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Av. Universidad Núm. 1 Col. La Loma Xicohténcatl, Tlaxcala, Tlax.

e-mail: maura.tellez@uaem.mx

Resumen:

Los hongos silvestres comestibles son un recurso natural de gran importancia en algunas comunidades, crecen sobre diversos sustratos y actualmente presentan un enorme interés gastronómico, debido a que son alimentos que pueden ser fácilmente certificados como ecológicos, orgánicos o biológicos y que pueden ser recolectados y procesados para su venta. El objetivo de este trabajo fue aislar, caracterizar y producir inóculos del hongo comestible silvestre (*Neolentinus ponderosus*), llamado por los habitantes de la comunidad como "Cojcomon". Se obtuvo el cuerpo fructífero de los bosques de la comunidad de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán Morelos. El aislamiento se llevó a cabo en PDA, se evaluó la velocidad de crecimiento en 4 medios de cultivo: PDA, CMD, EMA y LAA, después se creció el micelio en sorgo. El micelio asilado del cuerpo fructífero de *Neolentinus ponderosus* en general presentó textura algodonosa y color blanco, de los cuatro medio analizados, la mayor Vr (0.019 mm/h) fue en el medio CMD y la menor en el medio LAA (0.011 mm/h). Se pretende realizar la transferencia de tecnología a la comunidad de donde se obtuvo la muestra biológica para que tengan una alternativa de obtención de alimento.

Palabras clave: Caracterización micelial, hongo silvestre comestible, *Neolentinus ponderosus*.

Abstract:

Edible wild mushrooms are a natural resource of great importance in some communities, which grow on various substrates and today present a huge gastronomic interest, because they are foods that can be easily certified as ecological, organic or biological and they can be collected and processed for sale. The aim of this work was to isolate, characterize and produce seed stock of the wild edible fungus (*Neolentinus ponderosus*), called by the habitants of the community as "Cojcomon". The fruiting body from the forests of the community of San Juan Tlacotenco of Tepoztlan Morelos was obtained. Isolation was made on PDA and growth velocity in 4 culture media (PDA, CMD, EMA and LAA) were evaluated, also the mycelium was grown in sorghum seeds. The mycelium obtained from fruiting body of *Neolentinus ponderosus*, in general showed cottony texture and white color, of the four media analyzed, CMD medium showed the highest Vr (0.019 mm/h) and the LAA had the

* Autor para la correspondencia. E-mail: maura.tellez@uaem.mx

lowest LAA (0.011 mm/h). It is intended to transfer technology to the community from which the biological sample was obtained to have an alternative for obtaining food.

Keywords: Mycelial characterization, Edible wild mushroom, *Neolentinus ponderosus*.

1. Introducción

En México existen varios grupos indígenas y mestizos que tienen un gran conocimiento ancestral asociado al consumo de hongos, dicho conocimiento es de gran importancia ya que mediante este se han podido registrar 371 hongos comestibles con un incremento promedio de cinco hongos por año (Garibay & Ruan, 2014), esta gran diversidad nos posiciona como uno de los países con más variedad de hongos comestibles a nivel mundial. Lo cual resalta el impacto en cuanto a alimentación que tiene este recurso para algunas comunidades de nuestro país. Los hongos silvestres alimenticios que se conocen forman parte de la cultura de alrededor de 20 grupos étnicos y diversos mestizos; entre las entidades más estudiadas hasta ahora, están: Tlaxcala, Michoacán, Jalisco, Chihuahua, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Morelos, estado de México, Cd. De México (antes Distrito Federal), Hidalgo y Puebla (Fuentes, 2013). Dentro del estado de Morelos, en la comunidad de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos, este recurso es muy importante ya que durante los meses que dura la temporada de lluvias (mayo a septiembre) los habitantes se benefician ya sea por la venta o el consumo de los hongos silvestres, impactando de alguna manera u otra a la mayoría de los habitantes de la comunidad. El hongo *Neolentinus ponderosus*, conocido tradicional como Cojcomon (nombre en lengua náhuatl y según los pobladores significa "hongo de tronco"). Se ha reportado que crece sobre troncos podridos de coníferas, especialmente sobre *Pinus ponderosa*. En México, se ha recolectado sobre troncos de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. en los meses de mayo y junio, con un poco de humedad en el suelo. Es un hongo saprobio con capacidad de cultivo, debido a su biología, por lo que en este trabajo se aisló y caracterizó el crecimiento micelial sobre diferentes medios de crecimiento.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

La recolección del hongo que se hizo en la comunidad de San Juan Tlacotenco que se encuentra ubicado en la parte norte del estado de Morelos, es una comunidad de origen indígena que pertenece al municipio de Tepoztlán. Colinda con los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Tlalnepantla y con la comunidad de Milpa Alta perteneciente a la ciudad de México.

2.2 Recolección del basidiocarpo e Identificación

La recolección fue en San Juan Tlacotenco. El organismo se extrajo completo (Frutis *et al.*, 1985). Se eliminaron todos los restos de suelo y hojarasca adheridos a la superficie del hongo, posteriormente el ejemplar se guardó en papel encerado para

su transporte al laboratorio (Honrubia *et al.*, 1993). Los ejemplares obtenidos se identificaron morfológicamente con base a sus características macroscópicas en fresco, con ayuda de guías de campo y literatura especializada.

2.3 Aislamiento

Se tomó un fragmento de micelio del cuerpo fructífero, se partió por la mitad a manera de que quedara expuesto el tejido interior y así tomar la muestra interior libre de contaminantes. Se cortó un fragmento longitudinalmente de aproximadamente 2 mm e inmediatamente se depositó en cajas de Petri con medio de cultivo (agar papa-dextrosa, PDA), la caja Petri se selló y se incubó a 25°C.

2.4 Velocidad de crecimiento

Cada uno de los medios se inocularon en cajas Petri (cinco replicas) y se incubaron a 25°C en oscuridad, la velocidad de crecimiento (Vr; mm/h), se determinó midiendo con un vernier los milímetros avanzados cada 24 h, reportando la media y \pm desviación estandar).

2.4.1 Medios de cultivo

Los medios de cultivo utilizados: PDA, EMA, CMD y LAA (Tabla1).

Tabla 1. Composición de los medios de cultivo.

Medio de cultivo	Formulación	Porcentaje
PDA	Papa	0.4
	Dextrosa	2
	Agar	1.5
EMA	Maltosa	1.3
	Dextrina	0.3
	Glicerol	0.2
	Peptona	0.08
CMD	Agar	1.5
	Harina de maíz	1.7
	Azúcar	2
LAA	Agar	1.5
	Extracto de levadura	0.2
	Aserrín	3

2.5 Crecimiento micelial sobre sorgo.

El sorgo se sumergió en agua caliente, se eliminó el exceso de humedad y se le agregó óxido de calcio (CaO) y sulfato de calcio (CaSO₄), se esterilizó por 90 min. Cada 50 g o 200 g se inocularon con micelio de *Neolentinus ponderosus*.

3. Resultados y Discusión

Las características morfológicas macroscópicas y microscópicas de los especímenes observados coinciden con las reportadas para esta especie (Figura 1). **Pileo:** Es de 7-30 cm de ancho, convexo, convirtiéndose en plano-convexo, la superficie seca, color blanco con tonos marrón claro a marrón oscuro, contexto blanco, firme, duro, de hasta 1.5 cm de espesor. Olor suave, picante aromático, sabor suave. **Laminas:** Adnadas a decurrentes, relativamente amplia, de hasta 1,0 cm, de color crema, llegando a ser de color de marrón claro, bordes serrados a entrecortada. **Estípites:** De 6.0-16 cm de largo, 2.5-7.0 cm de espesor, se estrechan gradualmente hacia la base, sólido, duro, en el centro, superficie estriada del ápice, de color crema, la parte inferior con cubierta de color marrón claro, ausente velo parcial. **Esporas:** De 8.5 a 10.0 x 3.5-4.0 micras, estrechamente elípticas en la cara vista, lisa, de pared delgada (Figura 2), impresión de esporas de color blanquecino a crema claro.



Figura 1. Cuerpo fructífero y aislamiento de *Neolentinus ponderosus*.



Figura 2. Esporas e hifas septadas con fíbulas.

Neolentinus ponderosus creció en todos los medios utilizados, en el medio EMA el micelio fue algodonoso con zona concéntrica de crecimiento, blanco y borde regular, en PDA fue aterciopelado, homogéneo, blanco y borde irregular, en el medio LAA el micelio fue aterciopelado, homogéneo y borde regular a los 10 días de cultivo, incubadas a 25°C en condiciones de oscuridad, pero en el medio CMD el micelio fue algodonoso, denso, blanco, con agregaciones hifales en la periferia presencia

de gotas amarillentas en la parte central a los 20 días de crecimiento (Figura 3), microscópicamente en todos los medios se observó la presencia fibulas (Figura 2), presentó mayor V_r en el medio CMD (0.019 ± 0.002 mm/h), seguido de PDA (0.013 mm/h ± 0.001), EMA (0.012 mm/h ± 0.00) y la velocidad de crecimiento menor fue en LAA (0.011 mm/h ± 0.001).

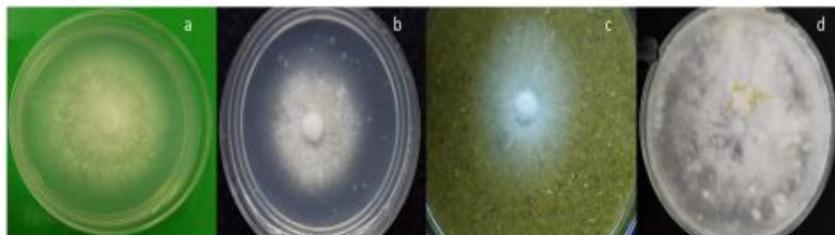


Figura 3. Crecimiento micelial de *Neolentinus ponderosus* en diferentes medio. a) EMA, b) PDA, c) LAA y d) CMD.



Figura 4. Crecimiento micelial de *Neolentinus ponderosus* en semilla de sorgo.

Bran *et al.* (2008) reportaron las características miceliales y microscópicas de *Neolentinus ponderosus*, y coinciden con los resultados reportados en este trabajo, sin embargo el diámetro reportados por los autores fue mayor en EMA fue de 2.6 mm/día y en PDA-T fue de 1.24 mm/día se incubaron a 26°C, por lo que lo autores recomiendan como temperatura óptima de crecimiento 26°C y el medio EMA, por otra parte Palacios (2010) trabajó con tres cepas y reportó que el medio óptimo de crecimiento fue dependiente de la cepa utilizada.

El micelio colonizó en 12 días los 50 g de sorgo y en 20 días los 200 g (Figura 4). Palacios (2010) reportó de las tres cepas utilizadas obtuvo mayor eficiencia biológica en encino (87%) y la menor en pino (25 %) y que ninguna cepa se desarrolló en paja.

4. Conclusión

El hongo presentó características miceliales semejantes a otros hongos comestibles que son utilizados para producción industrial, por lo que *Neolentinus ponderosus* se

puede establecer la técnica de producción y se evalué para la producción de metabolitos secundarios.

Referencias

- Bran, M., Morales, O., Cáceres, R., Blanco, R., & Flores, R. (2015). Caracterización de cepas nativas de *Neolentinus ponderosus* (Miller) Redhead & Ginns. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 4(1), 30-35.
- Frutis, I., Chio, R.E., & Estrada, A. (1985). Nuevos registros de macromicetos del Estado de México.
- Fuentes, Á.M. (2014). Un recurso alimentario de los grupos originarios y mestizos de México: los hongos silvestres. *In Anales de Antropología* 48 (1), 241-272.
- Honrubia, M., Díaz, G., & Morte, A. (1993). Biotecnología forestal: micorrización y micropropagación. (Manual de prácticas). Universidad de Murcia y Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos. Murcia.
- Palacios H.A.R. (2010). Aportaciones para conformar taller de cultivo de hongos comestibles en intemado de niños indígenas de Oaxaca. Tesis Facultad de Ciencias, UNAM. 170 pp.
- Ruan-Soto, F., Caballero, J., Martorell, C., Cifuentes, J., González-Esquinca, A.R., & Garibay-Orijel, R. (2013). Evaluation of the degree of mycophilia-mycophobia among highland and lowland inhabitants from Chiapas, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 1.
- Zamora, J. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista Chilena de Nutrición* 34 (1), 17-26.

Anexo 2. Capítulo de libro en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Morelos. 2020. La biodiversidad en Morelos: Estudio de Estado 2. CONABIO, México.

La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. I

Cultivo del hongo *cojcomon* (*Neolentinus* sp.)

Maura Téllez Téllez, Francisco Zuluaga Jimenez, Ma. de Lourdes Acosta Urdapilleta y Gerardo Díaz Godínez

Introducción

Los hongos silvestres han sido parte de la dieta humana, debido a sus características nutricionales, organolépticas (aquellas que se pueden percibir con los sentidos como textura, sabor, color, olor y forma) y propiedades medicinales. Çağlarımak (2007) señala que los hongos comestibles, silvestres y cultivados, generan un aporte importante de vitaminas, proteínas, carbohidratos, fibra y presentan bajo contenido de grasa. Además, la mayoría de los hongos presentan componentes biológicos activos como los β -glucanos, compuestos fenólicos, carotenoides, polipéptidos, terpenos, los cuales pueden ayudar a mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades (Jegadeesh *et al.* 2014). Por ejemplo, los β -glucanos, que son un tipo de fibra soluble, tienen efectos sobre la glicemia, la inmunidad y los niveles de colesterol (Karácsonyi y Kuniak 1994, Reshetnikov *et al.* 2001).

El uso tradicional y contemporáneo de los hongos comestibles silvestres tiene gran importancia, por sus características de manejo, ya que se pueden deshidratar y almacenarse, lo que los convierte en un alimento de fácil conservación y distribución (Salas *et al.* 2003). En los sitios en donde es tradición el consumo de hongos, se ha tenido la inquietud por cultivar a aquellos que no se podían recoger al pasar la temporada de fructificación. Los primeros indicios de domesticación de hongos fueron en el oriente, principalmente en China y las técnicas de cultivo fueron exportadas y practicadas en otros lugares del mundo (Wang 1987).

El metabolismo de los hongos saprófitos (organismos que se alimentan de materia orgánica en estado de descomposición, por ejemplo árboles muertos), permite que su cultivo controlado pueda efectuarse en distintos

espacios. Sin embargo, se debe de utilizar siempre un sustrato adecuado (principalmente de origen lignocelulósico tales como paja, aserrín, desechos forestales, etc.), estériles o pasteurizados, para que puedan desarrollarse sin que ningún otro hongo o bacteria no deseados crezcan y compitan por los nutrientes.

Descripción del *cojcomon*

El hongo *cojcomon* (*Neolentinus* sp.) es comestible, crece sobre madera en descomposición de coníferas, especialmente sobre varias especies de pino (*Pinus* spp.; Moreno-Fuentes *et al.* 1996, 2004), razón por la cual en Morelos se le ha llamado *cojcomon*, que en la lengua náhuatl significa hongo de tronco. Esta especie es de sabor agradable y se recolecta para autoconsumo. No obstante, en los trabajos de Mora *et al.* (1990), Portugal *et al.* (2010) y Álvarez-Farías *et al.* (2016), dentro de los hongos comestibles que se comercializan en tianguis y mercados del estado, este hongo no se mencionó, por lo que es de suponer que no es motivo de comercio.

Este hongo, presenta el sombrero (pileo) ancho, blanco con escamas con tonos marrón claro a marrón oscuro, superficie seca a húmeda, con láminas adheridas a decurrentes (es decir que bajan hacia el pie, figura 1). En México se recolecta en Chihuahua (Moreno-Fuentes *et al.* 1996, 2004), sobre troncos de pino (*Pinus* spp.) o encino (*Quercus* spp.) en época seca (mayo y junio), con un poco de humedad en el suelo (Moreno-Fuentes *et al.* 1996).

En este estudio de caso, el objetivo fue aislar y cultivar una cepa de *Neolentinus* sp., lo cual, con base en la revisión bibliográfica, representa la primera ocasión en que se busca la domesticación de este hongo en el estado de Morelos.

Téllez-Téllez, M., F. Zuluaga-Jimenez, M.L. Acosta-Urdapilleta y G. Díaz-Godínez. 2020. Cultivo del hongo *cojcomon* (*Neolentinus* sp.). En: *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. I*. CONABIO, México, pp. 410-413.

Propagación

Se obtuvo un cuerpo fructífero de *Neolentinus* sp. (figura 2) que crecía sobre un tocón de pino (*Pinus* sp.) en la comunidad de San Juan Tlacotenco, municipio de Tepoztlán, al norte del estado. Se tomó parte del cuerpo fructífero, se partió por la mitad a manera de que quedara expuesto el interior y así tomar la muestra libre de contaminantes. Se cortó un fragmento longitudinalmente de aproximadamente 2 mm, que se colocó en cajas de Petri con agar dextrosa papa (PDA) y se incubó a 24°C hasta observar crecimiento micelial. Una vez que se obtuvo el micelio libre de contaminantes, se propagó sobre granos de sorgo, para obtener la semilla (el inóculo para el cultivo). Previamente, el grano de sorgo se sumergió en agua caliente, se eliminó el exceso de humedad, se le agregó cal (óxido de calcio, CaO) y yeso (sulfato de calcio, CaSO₄), y se esterilizó a una temperatura de 121°C durante 90 min. Cabe mencionar que la obtención de la semilla es una de las principales etapas del proceso para la obtención de fructificaciones, ya que es cuando se presenta el desarrollo masivo del micelio (Royse 1997).

Para la producción de los cuerpos fructíferos, se utilizó como sustrato viruta de pino humedecida al 70% y esterilizada a 121°C durante 90 min, distribuida en bolsas de polipapel (1 700 g cada una). Posteriormente, se inoculó cada bolsa con 200 g de semilla y se incubaron a 24°C en la oscuridad hasta la invasión total del sustrato para después trasladarla al cuarto de producción, donde se mantuvo con una humedad alrededor de 60-70% hasta la fructificación.

Durante esta fase se evaluó la eficiencia biológica en porcentaje (Tschierpe y Hartmann 1977), que es una medida de producción, en la cual se determina la eficiencia del hongo de convertir el sustrato (obtención de nutrientes) en cuerpos fructíferos respecto del peso seco del sustrato usado y es expresado en porcentaje. También se determinó la tasa de producción (Royse 1997) que es una relación entre la eficiencia biológica y el tiempo en días (transcurridos desde la inoculación hasta la cosecha de cuerpos fructíferos). Finalmente, se caracterizaron morfológicamente los cuerpos fructíferos obtenidos en cultivo.



Figura 1. Cuerpo fructífero cultivado de *Neolentinus* sp. donde se observan las láminas adheridas a decurrentes. Foto: Maura Téllez-Téllez.



Figura 2. Cuerpo fructífero silvestre de *cojamon* (*Neolentinus* sp.). Foto: Maura Téllez-Téllez.

Resultados

El micelio que creció en PDA fue aterciopelado, homogéneo, de color blanco y borde irregular (figura 3). Se obtuvo sólo una cosecha de cuerpos fructíferos, la invasión del sustrato fue en 50 días, la eficiencia biológica fue de 14% y se tuvo una tasa de producción de 0.28.

El diámetro del sombrero (pileo) fue de 7 cm, y el pie (estípite) alcanzó una longitud de 10 cm (figura 4). Los cuerpos fructíferos que se obtuvieron presentaron las características típicas de la especie, sin embargo, las escamas sólo fueron visibles en estado joven ya que al madurar no se observaron.

Das et al. (2015) reportaron que al cultivar *Lentinus squarrosulus* (hongo silvestre comestible) obtuvieron una eficiencia biológica de 21.8 % utilizando paja de arroz como sustrato, que fue parecida a la encontrada en el trabajo aquí descrito. Sin embargo, se trata del primer intento de cultivo realizado en el laboratorio de Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), por lo que se espera optimizar las condiciones de cultivo, con la finalidad de incrementar la eficiencia biológica para que se pueda utilizar como otro hongo de explotación comercial.

Los resultados de este estudio permiten asegurar que la domesticación de este hongo es posible y puede ser una alternativa para implementar su cultivo en huertas domésticas de las comunidades. También es de gran interés el conservar especies comestibles que tienen gran importancia cultural en distintas regiones del país (Moreno-Fuentes et al. 2004).

Conclusiones

Los hongos comestibles nativos se pueden aprovechar para apoyo económico y alimenticio de comunidades rurales, por lo que, si se establece el proceso de cultivo de dichos hongos se realizará la transferencia de tecnología para que los integrantes de las comunidades puedan generar unidades de producción artesanal. Las personas de las comunidades son conocedoras y consumidoras de distintas especies de hongos silvestres, pero desconocen las técnicas de su domesticación, por lo que es importante este tipo de proyectos. También se considera importante analizar los metabolitos de importancia biotecnológica.



Figura 3. Aislamiento micelial sobre PDA de *Neolentinus* sp. Foto: Maura Téllez-Téllez.



Figura 4. Cuerpo fructífero cultivado de *Neolentinus* sp. Foto: Maura Téllez-Téllez.

Es trascendental seguir documentando la riqueza de Morelos, ya que debido al deterioro ambiental, cada vez está más restringido el hábitat de los hongos, por lo que la creación de una colección científica mediante un cepario (colección de microorganismos) permitirá conservar las especies silvestres.

Referencias

- Álvarez-Farías, Z.J., G. Díaz-Godínez, M. Téllez-Téllez et al. 2016. Ethnomycological knowledge of wild edible mushrooms in Tlayacapan, Morelos. *Mycosphere* 7(10):1491-1499.
- Çağlanırmak, N. 2007. The nutrients of exotic mushrooms (*Lentinula edodes* and *Pleurotus* species) and estimated approach to the volatile compounds. *Food Chemistry* 105:1188-1194.
- Das, A.R., M. Borthakur, A.K. Saha et al. 2015. Growth of mycelial biomass and fruit body cultivation of *Lentinus squarrosulus* collected from home garden of *Triplura* in Northeast India. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* 3:17-19.
- Jegadeesh, R., L. Hariprasath, K. Kumaresan y N. Raaman. 2014. In vitro antioxidant and antibacterial activities of fractionized extracts of edible mushroom *Pleurotus djamar* var. *roseus*. *Journal of Academia and Industrial Research* 3:202-208.
- Karicsonyi, Š. y L. Kuniak. 1994. Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*: isolation and structure of pleuran, an alkali-insoluble β -D-glucan. *Carbohydrate Polymers* 24:307-312.
- Mora, V., L. López-Eustaquio, N. Bautista, et al. 1990. Hongos comestibles silvestres que se venden en los principales mercados del Estado de Morelos. *Universidad: Ciencia y Tecnología* (1):21-26.
- Moreno-Fuentes, Á., E. Aguirre-Acosta y L. Pérez-Ramírez. 2004. Conocimiento tradicional y científico de los hongos en el estado de Chihuahua, México. *Étnobiología* 4(1):89-117.
- Moreno-Fuentes, A., J. Cifuentes, R. Bye y R. Valenzuela. 1996. Kutémó'kó-a: Un hongo comestible de los indios Rarámuri de México. *Revista Mexicana de Micología* 12:31-39.
- Portugal, D., L. López-Eustaquio, V.M. Mora y N. Bautista. 2010. Hongos comestibles. En: *Biodiversidad, conservación y manejo en el Corredor Biológico Chichinautzin. Condiciones actuales y perspectivas*. J.R. Bonilla-Barbosa, V. Mora, J. Luna-Figueroa et al. (eds.). Centro de Investigaciones Biológicas-IAEM, Cuernavaca, pp. 223-228.
- Reshetnikov, S.V., S.P. Wasser y K. Tan. 2001. Higher basidiomycetes as a source of antitumor and immunostimulating polysaccharides (review). *International Journal of Medicinal Mushroom* 3:361-394.
- Royse, D.J. 1997. Speciality mushrooms and their cultivation. *Horticultural Reviews* 19:59-97.
- Salas, N., D. Brazan, A. Osorio et al. 2003. Deshidratación de hongos (*Pleurotus ostreatus*). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química* 6(1):55-59.
- Tschierpe, H.J. y K. Hartmann. 1977. A comparison of different growing methods. *Mushroom Journal* 60: 404-416.
- Wang, Y.C. 1987. Mycology in ancient China. *Mycologist* 1(2):59-61.

Anexo 3. Fotografías



Figura 33. Bosque de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán Morelos. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 34. El Sr, Rogelio Cuevas, recolector de hongos y guía de campo. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 35. Basidiocarpo de *N. ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 36. Basidiocarpo de *N. ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 37. Basidiocarpo de *N. ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 38. Basidiocarpo de *N. ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 39. Basidiocarpos de *N. ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 40. Basidiocarpos de *N. ponderosus*. Fuente: Fotografía de Zuluaga-Jimenez, 2016.



Figura 41. Basidiocarpos de *N. ponderosus*



Figura 42. Basidiocarpos de *N. ponderosus*



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural

Cuernavaca Mor. , a 12 de marzo de 2021.



M. EN C. BRENDA BRUG AGUILAR
JEFATURA DEL PE DE INGENIERO EN DESARROLLO RURAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 22 de febrero de 2021, donde se me nombra miembro del jurado calificador del Trabajo de Tesis denominada: **PROPUESTA DE DOMESTICACION DE UN HONGO SILVESTRE CON FINES ALIMENTICIOS.**

Que presenta el **C. FRANCISCO ZULUAGA JIMENEZ**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección de la **DRA. MAURA TÉLLEZ TÉLLEZ**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta

DRA. MAURA TÉLLEZ TÉLLEZ
PROFESORA INVESTIGADORA TIEMPO COMPLETO
Centro de Investigaciones Biológicas UAEM
(Firma electrónica)

C. e. p. Archivo.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209. Tel.
(777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MAURA TELLEZ TELLEZ | Fecha:2021-02-24 17:41:15 | Firmante

j7nknTLxEUVSYVAIul2tGEnPcUZ8MAx9AFINWDDWaUA3HMsDrd6sW86bvDTVpfeDYJw3MotWVv0/PgoQgwaD0lOnTIRN3GDhZRYFa30sZ93hgLQLeI43tLJM0hqOMa2qWBg3JJr1VTijUh5vIjdCslQJwaL+1k6AAoVuQ7j2rl2fflvkJSXkPSFhZpVlbcCllh3ca4acz5amm1lwrzwE5lMaNXu6jA2xrutsJ8JnyKYgmO6yse0nDLAEY3TOYGnbMXmKKbnrxJEltvlgTm/al6G+BO4H7bsGx6WQhWczPSEty2oQjkJfhYhf2/Sv3CpUu3HUhzaeHhmmqQpoTRmVig==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



z2oT6G

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/EJoBpGRXjwigcteOgtY7QUUsNe9hWFb2h>





FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural

Cuernavaca Mor. , a 12 de marzo de 2021.



M. EN C. BRENDA BRUG AGUILAR
JEFATURA DEL PE DE INGENIERO EN DESARROLLO RURAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 22 de febrero de 2021, donde se me nombra miembro del jurado calificador del Trabajo de Tesis denominada: **PROPUESTA DE DOMESTICACION DE UN HONGO SILVESTRE CON FINES ALIMENTICIOS.**

Que presenta el **C. FRANCISCO ZULUAGA JIMENEZ**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección de la **DRA. MAURA TÉLLEZ TÉLLEZ**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta

DRA. GABRIELA ARELLANO MARQUINA

Profesora de Tiempo Completo
Facultad de Ciencias Agropecuarias
(Firma electrónica)

C. e. p. Archivo.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209. Tel.
(777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

GABRIELA ARELLANO MARQUINA | Fecha:2021-02-22 22:56:53 | Firmante

g9wHmVhobvhA72HQApyPzpcopVQnp9GvnMypKRr+iroydNPCloQP7ZHJaiyBZ43dfHIOP77UFME9Oqzwt11ZeeJxjMdvv/wdGhkkFjmLQbVODPguuB8YgLx24dNyO/ZMSdzK2okQ+vKlhV8Q7Yrl6zUZ5uMjq5z3s3NAzHZKhMW2LmPlhIfY6NyMbkGiCI20hKq5m1CiLqLLUXyO8a9CNXy13RL0D2QtaEZrojXsF5rjerh2xRuu6DcHdoNDpwJk3nQn2js++rHlvUcSOEYvc+K70tqWB6yn+G8uiNzKmjVTaHHzAf7guHePHkWMJNhw2IJRFpyD6a+auFYhxaHw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



zFaMwN

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Ajy5ZEgofAS7MFJHG6hDd9OIKcqMfRQe>





FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural

Cuernavaca Mor. , a 12 de marzo de 2021.



M. EN C. BRENDA BRUG AGUILAR
JEFATURA DEL PE DE INGENIERO EN DESARROLLO RURAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 22 de febrero de 2021, donde se me nombra miembro del jurado calificador del Trabajo de Tesis denominada: **PROPUESTA DE DOMESTICACION DE UN HONGO SILVESTRE CON FINES ALIMENTICIOS.**

Que presenta el **C. FRANCISCO ZULUAGA JIMENEZ**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección de la **DRA. MAURA TÉLLEZ TÉLLEZ**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta

M. EN C. JUAN FLORES SÁNCHEZ
Profesor de Tiempo Completo
Facultad de Ciencias Agropecuarias
(Firma electrónica)

C. e. p. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JUAN FLORES SANCHEZ | Fecha:2021-03-12 13:40:29 | Firmante

TZcbSwYNeDMM/dMvndixxoEfe/Xk3sZ+3ankCcgdHK1cW5qiLoFBeZ+f6E3b2NfAGnlqtl/SMn8w3LFnMNbOb/7WWr2gvxEn7BhyUxhELvu1TtsCNw0Po/6vEXCfeHI0EUQACG3M8lOoZGiHGkk4p2DjxEI+2BmPYsDBxqHN8ilchHNyQA0VBEIbjl9Z9QTXhi6kYNN4VF82Q9DpF1x54J5oggYtrfEkUvEbFjfA87hMaanJG5lSgvpwDHTLUYJ9ZcN9bZOOryV+kxotU6A0TJEU5uy/NLzelTHNQOpibolj07oAqILt8uh84052yVRzE4SAuOI4sOizbDRvR3taew==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[yiglcN](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Z18wt5up6zATKYmXwmxapUosMEOmDZxO>





FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural

Cuernavaca Mor. , a 12 de marzo de 2021.



M. EN C. BRENDA BRUG AGUILAR
JEFATURA DEL PE DE INGENIERO EN DESARROLLO RURAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 22 de febrero de 2021, donde se me nombra miembro del jurado calificador del Trabajo de Tesis denominada: **PROPUESTA DE DOMESTICACION DE UN HONGO SILVESTRE CON FINES ALIMENTICIOS.**

Que presenta el **C. FRANCISCO ZULUAGA JIMENEZ**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección de la **DRA. MAURA TÉLLEZ TÉLLEZ**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta

M. EN C. MARCELA GLADYS SOLIS REYNOSO

Profesora de Tiempo Completo
Facultad de Ciencias Agropecuarias
(Firma electrónica)

C. e. p. Archivo.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209. Tel.
(777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MARCELA GLADYS SOLIS REYNOSO | Fecha:2021-03-25 12:46:55 | Firmante

I1S/0Q6qewiUSKIY8lvx0l6c/DFXsTLL8FpeynWdfK5w5v1Fko2+IXHFgD73mr/zKonB3VQHRs1e8QgSfeqmGU2vjgminP3tGrgFdg/a9/TcUO4+wLzlOr3HT/3Fk1FZnrA+gyB6ANa11
iAxLJ8h0NSKEOpLYv1K2SyQ1N+sdVW1kdDHJzeO34fbvOM9Ho7wK8XN6+T4wqeWEwY8N9IRYGe5tHGJbrAcVIXX9p+f5/JtGpsQeu26TgHqPyhuFq8wgYtRf/gGfqSZQdap8/Q
dco4tBb7ovqjMKgnvy4rU1cV8vk1bBkieBRn66H4dXQw7RUPx82p9NaKGZAZmXOvYUg==



Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

[czPuBn](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/WHtCT3QKj1enbSsZ5gZvZ1GaaYV0qVn6>





FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural

Cuernavaca Mor. , a 12 de marzo de 2021.



M. EN C. BRENDA BRUG AGUILAR
JEFATURA DEL PE DE INGENIERO EN DESARROLLO RURAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 22 de febrero de 2021, donde se me nombra miembro del jurado calificador del Trabajo de Tesis denominada: **PROPUESTA DE DOMESTICACION DE UN HONGO SILVESTRE CON FINES ALIMENTICIOS.**

Que presenta el **C. FRANCISCO ZULUAGA JIMENEZ**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección de la **DRA. MAURA TÉLLEZ TÉLLEZ**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta

BIÓL. NÉSTOR IRAÍ BAUTISTA GARCÍA

Técnico Académico
Facultad de Ciencias Agropecuarias
(Firma electrónica)

C. e. p. Archivo.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209. Tel.
(777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

NESTOR IRAI BAUTISTA GARCIA | Fecha:2021-03-11 16:19:20 | Firmante

IYkav56K3PROIFkepeX2KV7TBqC2cVsWg1BtpSHYWIT5hT8DKBhsmSPQzV0bj7NT6yPqWdqkp/q4GyzjKWWQwTrRsbLd2HN1gijRu07ko5/XHnysPALzsHzLF7upeLGbg2fLpu10ziE/XUv2PcvAFIW/nO517MXUBzXN92YIRX7YJQ4t+/Y0FrPC+Xg5Zg6k3S+HVR5/FoxR+8Ix1rYWLRIsY5sDW+VbdPuK3a/KIUAz8MnSFLAiVYyOI2X91PDbaPZTaSjPepDWpqSRD4r1nBbuJBBEFqFJS3eSzhNpHRABBHihALTu5Ydt3y7IHC02WxYI00FLAPUoLGL/WQuA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



k7A39B

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/MELN2zSaP0rAv8Wfr7xXZwJCS1GoIOxA>



