



# Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

---

---

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Área Académica de Biología  
Maestría en Ciencias en Biodiversidad y conservación

CONOCIMIENTO TRADICIONAL, AISLAMIENTO, CARACTERIZACIÓN  
Y CULTIVO DE *Sparassis crispa* Wuelfen Fr. 1821 PROVENIENTE DE  
ZACUALTIPÁN, HGO., MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**Maestro en Ciencias en Biodiversidad y Conservación**

P r e s e n t a:

**MIRIAM JIMÉNEZ GONZÁLEZ**

Directora: Dra. Leticia Romero Bautista  
Co Dir. M. en B. Rebeca Ramírez Carrillo

Pachuca de Soto, Hidalgo, 2010

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

ANEXOS

RELACIÓN DE TABLAS, FIGURAS, FOTOGRAFÍAS.

RESUMEN

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. ANTECEDENTES</b>	4
2.1 Los hongos comestibles en México	4
2.2 Características generales de <i>Sparassis crispa</i>	5
2.3 Clasificación taxonómica de <i>S. crispa</i>	7
2.4 Historia del cultivo de hongos en el mundo y en México	8
2.5 Cultivo de <i>Sparassis</i>	13
2.6 Estudios taxonómicos de <i>Sparassis</i>	13
2.7 Nombres populares que ha recibido en México <i>Sparassis</i>	15
2.8 Estudios de propiedades medicinales del género <i>Sparassis</i>	15
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	17
<b>4. OBJETIVOS</b>	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos específicos	19
<b>5. MÉTODO</b>	
5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO	20
5.1.1 Ubicación geográfica	20
5.1.2 Clima	21
5.1.3 Vegetación de Zacualtipán; Hgo.	22
5.1.4 Vegetación de San Agustín Metzquitlán	23
5.2 Trabajo de campo	25
5.2.1 Estudio etnomicológico	25
5.3 Trabajo de laboratorio	29
5.3.1 Descripción macroscópica	29
5.3.2 Aislamiento y reaslamiento de <i>S. crispa</i>	30
5.3.3 Variables evaluadas	32
5.3.4 Preparación de inóculo de grano	35
5.3.5 Preparación de sustratos para fructificación	35
5.3.6 Fructificación	37

	5.3.7 Identificación molecular	38
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b>	39
	6.1 Etnomicológicos	39
	6.1.1 Fenología	40
	6.1.2 Forma de prepararlos	41
	6.1.3 Menciones por intervalo de edad	42
	6.1.4 Conocimiento general de los nombres tradicionales de la región de estudio sobre <i>S. crispa</i>	43
	6.1.5 Reconocimiento de <i>S. crispa</i> en la diferentes comunidades estudiadas	43
	6.1.6 Género	44
	6.1.7 Frío-caliente	45
	6.1.8 Abundancia	46
	6.1.9 Forma de obtención y venta	47
	6.1.10 Asociación	47
	6.2 Resultados taxonómicos	48
	6.2.1 Descripción macroscópica y microscópica de los especímenes recolectados.	48
	6.2.2 Identificación molecular	50
	6.2.3 Aislamiento de cepas y caracterización en medio de cultivo	50
	6.2.4 Evaluación del crecimiento micelial y producción biomasa micelial	52
	6.2.5 Inóculo de grano	53
	6.2.6 Sustrato	54
<b>7.</b>	<b>DISCUSIÓN GENERAL</b>	55
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	62
	8.1 Perspectivas	63
<b>9.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	65
<b>Anexo 1.</b>	Matriz de presencia-ausencia de nombres tradicionales de <i>S. crispa</i> mencionados por parte de los pobladores	
<b>Anexo 2</b>	Matriz de presencia-ausencia de las formas más comunes de preparar <i>S. crispa</i>	
<b>Anexo 3.</b>	Matriz de mención de los nombres comunes por rango de edad	
<b>Anexo 4.</b>	Matriz de presencia-ausencia de donde crece <i>S. crispa</i> que indicaron los pobladores	
<b>Anexo 5.</b>	Resultados de identificación molecular	
<b>Anexo 6.</b>	Resultados de la prueba estadística	
<b>Anexo 7.</b>	Fotografías	

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1.	Listado de investigaciones en el género <i>Sparassis</i> .	8
Tabla 2.	Principales especies de hongos comestibles cultivados mundialmente.	9
Tabla 3.	Especies cultivadas y sustratos utilizados en algunas instituciones en México.	11
Tabla 4.	Composición de los sustratos utilizados en la etapa de fructificación de <i>Sparassis crispa</i> .	37
Tabla 5.	Morfología micelial de las cepas spss 3 y spss 4 en diferentes tratamientos.	51
Tabla 6.	Velocidad de crecimiento micelial en 3 medios de cultivo.	52
Tabla 7.	Determinación de biomasa mg/ml en 3 medios de cultivo.	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 1.	Basidiocarpo de <i>Sparassis crispa</i> proveniente del mercado del Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hgo.	6
Figura 2.	Tronco que presenta pudrición café.	6
Figura 3.	Ubicación del estado de Hidalgo.	20
Figura 4.	Ubicación del Municipio de Zacualtipán de Ángeles en el estado de Hidalgo.	21
Figura 5.	Mapa cartográfico de la distribución de los distintos tipos de vegetación, en el área de estudio. Bosque de <i>Alnus jorullensis</i> , Bosque de <i>Fagus grandifolia</i> var. <i>Mexicana</i> , Bosque de <i>Pinus patula</i> , Bosque de <i>Quercus</i> sp., Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> .	24
Figura 6.	Aplicación de entrevista en Tizapán.	25
Figura 7.	Bosque de <i>Pinus patula</i> de la región de estudio.	25
Figura 8.	Ficha etnomicológica para <i>Sparassis crispa</i> .	26
Figura 9.	Cajas con medios de cultivo EMA, SDA, PDA.	31
Figura 10.	Aislamiento somático de <i>Sparassis crispa</i> .	32
Figura 11.	Proceso para determinación de biomasa	34
Figura 12.	Micelio en crecimiento.	35
Figura 13.	Sistema de vacío para obtener biomasa.	35
Figura 14.	Nombres tradicionales para <i>Sparassis</i>	39

*crispa* referidos por los pobladores de algunas comunidades de Zacualtipán, Hgo.

Figura 15.	Fenología mencionada por los pobladores de las comunidades de Zacualtipán, Hidalgo, México.	40
Figura 16.	Mole de olla preparado con <i>S. crispa</i> .	41
Figura 17.	Mole con especias.	41
Figura 18.	Quesadillas de <i>S. crispa</i> frita con queso.	41
Figura 19.	Mención de nombres tradicionales para <i>S. crispa</i> por rango de edad.	42
Figura 20.	Reconocimiento de <i>S. crispa</i> por parte de los pobladores.	43
Figura 21.	Reconocimiento de <i>S. crispa</i> en las diferentes comunidades de estudio.	44
Figura 22.	Número de menciones de nombres tradicionales entre hombres y mujeres.	45
Figura 23.	Porcentaje de menciones del sistema frío-caliente para <i>S. crispa</i> .	46
Figura 24.	Percepción de los habitantes sobre la abundancia de la especie estudiada.	46
Figura 25.	Recolecta de <i>S. crispa</i> en bosque <i>Pinus patula</i>	47
Figura 26.	Venta de <i>S. crispa</i> en mercado de la región.	47
Figura 27.	Sitios en donde crece <i>S. crispa</i> de acuerdo a los informantes	48
Figura 28.	<i>Sparassis crispa</i> creciendo en la base de <i>Pinus patula</i> .	49
Figura 29.	Fotos microscópicas de (a) hifas, (b) basidio, (c) esporas; de <i>S. crispa</i> teñidas con floxina al 10%, observadas a 100X.	50
Figura 30.	Micelio de la cepa spss3 creciendo en EMA.	51
Figura 31.	Micelio de la cepa spss4 en EMA, SDA y PDA.	51
Figura 32.	Inóculo de grano ( <i>Triticum</i> spp.) en bolsa de polipapel.	53
Figura 33.	Inóculo de grano, invadido por micelio de <i>S. crispa</i> en bolsa de polipropileno-etileno con filtro.	54
Figura 34.	Bolsas de sustrato en cuarto de fructificación.	54

## Resumen

Este trabajo contribuye al estudio etnomicológico de *Sparassis crispa*, y el desarrollo de la tecnología para su cultivo.

Para obtener la información etnomicológica se utilizaron entrevistas estructuradas, semiestructuradas, por medio de una ficha que permitió obtener la información y entrevistas abiertas. Se realizaron 8 salidas a la zona de estudio, donde se aplicaron 156 entrevistas a los habitantes de seis comunidades, (Atopixco, El Reparó, La Mojonera, Tizapán, Tlahuelompa y en el mercado de la cabecera municipal). Se realizaron recorridos en los diferentes tipos de vegetación, en temporada de lluvias con el fin de recolectar y detectar los sitios donde se desarrolla *S. crispa* de 2008-2010 también se visitó el mercado de la cabecera municipal donde se realiza su venta. Así mismo, se identificaron las especies de *Pinus* en las que se encuentra creciendo *S. crispa*. Este estudio se basó en la preferencia de los pobladores por esta especie *S. crispa* la cual crece en los bosques de los alrededores.

Se obtuvieron 20 nombres tradicionales diferentes. Donde destacan: “cabeza de negro”, “pancita de venado”, seguido de, “pancita” y “escobeta”, entre otros nombres. Los pobladores de las comunidades entrevistadas, le dan el nombre por la forma del basidioma principalmente. La época donde se puede encontrar son los meses de junio-agosto, julio-agosto, las mujeres tuvieron mayor conocimiento sobre la especie, es percibido como un hongo de abundancia escasa, casi siempre es recolectado y llevado a vender al mercado, crece sobre la base de *Pinus patula*.

Y para su cultivo se realizó aislamiento somático El mejor medio para su desarrollo micelial fue EMA en la cepa spss 3 y para la cepa spss 4 fue PDA y SDA y para la producción de biomasa (mg/ml) en la cepa spss 4 fue SDA y PDA. Para la producción de inóculo de grano se ocupó trigo y las mejores bolsas fueron las de polipropileno etileno con filtro y para la inducción de cuerpos fructíferos se probaron cuatro combinaciones distintas, sin embargo no se obtuvieron basidiomas.

## 1. INTRODUCCIÓN

El saber tradicional es el conocimiento práctico de etnias o comunidades locales, de su propia percepción del entorno; es el fundamento y base metodológica de sus conocimientos, que a su vez se basa en experiencias acumuladas y seleccionadas durante miles de años, que debe ser interpretado bajo un enfoque multidisciplinario (Estrada-Torres, 1989).

El hombre clasifica los elementos del medio que lo rodea de acuerdo con el uso que les da y los efectos que tienen sobre sus actividades. De esta forma reestablecen categorías antropocéntricas o de uso, que nada o poco tienen que ver con las relaciones morfológicas o de origen de los organismos (Estrada-Torres, 1989).

El consumo de los hongos con fines culinarios, es uno de los usos de este grupo de organismos y el más utilizado. Se calcula que son más de 200 especies comestibles las que se consumen en México, todas ellas con una rica nomenclatura popular que los identifica donde los géneros más representativos son *Agaricus*, *Russula*, *Boletus*, *Amanita* y *Lactarius* (Villarreal y Pérez- Moreno, 1989; Guzmán, 1997).

Los hongos comestibles silvestres, particularmente forman parte de la diversidad biológica y cultural de México, ya que han constituido parte importante de una estrategia tradicional de subsistencia (Villarreal y Pérez-Moreno, 1989). En una buena parte del territorio, son una fuerte tradición culinaria que está siendo aprovechada y enfocada a la experimentación en el cultivo de hongos silvestres saprobios consumidos por las comunidades donde se desarrollan. Por todo lo anterior, existe una necesidad de descubrir esa amplia gama de productos silvestres y someterlos al proceso micotecnológico para beneficiarnos con su aprovechamiento (Romero, 2005).

El cultivo de los hongos representa una industria biotecnológica económicamente importante que se ha expandido marcadamente en todo el mundo durante las últimas décadas (Valencia del Toro, 2002).

La producción comercial de los hongos en México es una actividad importante para el desarrollo económico, social y ecológico del país. Por lo que esta práctica ha resultado una buena alternativa para la agricultura, lográndose obtener resultados de producción en poco espacio, en un tiempo relativamente corto y con la posibilidad de producir alimentos de alto valor nutritivo empleando residuos agrícolas como sustratos (Martínez-Carrera *et al.*, 1993 y Valencia del Toro, 2002).

El interés por cultivar especies fúngicas se basa principalmente en sus características comestibles, pero el potencial medicinal está siendo investigado, por lo actualmente los hongos son utilizados en la producción comercial de alimentos y fármacos.

La producción comercial de hongos comestibles cultivados es una actividad relevante. Actualmente, la producción comercial de hongos comestibles se ha estimado en 47, 468 toneladas anuales, incluyendo el champiñón (*Agaricus*: 95.3%), las setas (*Pleurotus*: 4.6%), y el shiitake (*Lentinula*: 0.1%). Su valor económico supera los 200 millones de dólares anuales, generando alrededor de 25,000 empleos directos e indirectos (Mayett y Martínez-Carrera, 2010).

Y nuestro país es el mayor productor de Latinoamérica y ocupa el 16º lugar a nivel mundial (Martínez-Carrera, 2002).



*Sparassis crispa* es una especie silvestre que se desarrolla en diferentes partes del mundo, sobre todo en bosques de coníferas y es recolectada con fines culinarios; en México está reportada en algunos estados del país, e Hidalgo no es la excepción. El objetivo de este trabajo fue contribuir al estudio etnomicológico, así como desarrollar la tecnología para su cultivo.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Los hongos comestibles en México

De acuerdo con Guzmán (2001), el uso de los hongos en México está muy arraigado, debido a las ricas tradiciones que hay en el país desde hace más de 500 años. Al estudiar los códices de las diferentes culturas y los escritos de la época de la colonia, se encuentran numerosas referencias sobre el conocimiento y uso de los hongos en la época prehispánica (Códices Magliabecchiano y Florentino y la Historia de las Cosas de la Nueva España), donde se describe el uso de los hongos comestibles y enteógenos; Fray Alonso de Molina en 1571 y Simeón en 1885, presentaron una rica información sobre los nombres de los hongos en diccionarios de la lengua náhuatl. Reko en 1945 y 1949, relataron el uso de diversos hongos entre los Zapotecos y Chinantecos, respectivamente, entre otros trabajos que aportan información sobre el uso de los hongos.

El conocimiento tradicional que las diversas etnias tienen sobre los hongos les ha permitido catalogarlos en el sistema de clasificación de los alimentos frío-caliente (Zamora-Martínez, 1998) que son categorías opuestas y complementarias que regulan estados del cuerpo humano y de sus componentes así como aspectos diversos del hábitat y de la vida cotidiana del hombre. Dichos aspectos: son alimentación, enfermedades y remedios, ciclo de vida y reproducción, fenómenos naturales y colores de los objetos. Las categorías no se refieren necesariamente a la temperatura real de las cosas. La disertación que hace parte de la cosmovisión prehispánica, donde el cosmos se encontraba dividido por un plano horizontal que separaba al gran padre, el cielo y el sol, de la gran madre tierra; el primero abarcaba todo lo caliente y la segunda (que incluía las lluvias y los aires) era concebida como fría. En la mayoría de los estudios hechos sobre la

medicina popular mexicana se identifica este binomio como una herramienta teórica usada por los curanderos. Los datos de la literatura etnográfica actual señalan que esta dicotomía en el entorno natural del hombre sigue vigente (Mata-Pinzón *et al.*, 1994).

Además la riqueza cultural y biológica del territorio está representada por una población integrada por comunidades mestizas y poco más de 50 etnias que poseen un amplio conocimiento tradicional sobre el uso de la flora y fauna, así como de los organismos fúngicos. Estos últimos destacan como uno de los más diversos por lo que existe la preocupación por la pérdida de esta riqueza y un gran interés de los investigadores (Estrada-Torres, 1989).

## **2.2 Características generales de *Sparassis crispa***

*Sparassis crispa*, pertenece al grupo de los hongos poliporoides que son principalmente xilófagos y se caracterizan por presentar un himenio con poros de formas variables, que van desde circulares hasta irpiciformes y en algunos géneros de laminares a laberintiformes; pueden ser anuales, bianuales o perennes, se unen al sustrato en forma resupinada, sésil, efuso, reflejada o estipitada, su consistencia varía desde subcarnosa a leñosa y crecen solitarios o gregarios (Ryvarden, 1991).

Desde el punto de vista biológico, los poliporoides desempeñan un papel importante en la naturaleza, pues la mayoría de ellos descomponen la madera de árboles vivos o muertos, de ahí su importancia económica y la degradación de madera muerta participan en los ciclos bio-geoquímicos de algunos elementos como carbono, oxígeno y nitrógeno al reciclar los nutrientes de éstos y otros elementos del suelo (Raymundo y Valenzuela, 2003).

Las especies del género *Sparassis* se reportan creciendo en los bosques templados y asociados con diferentes taxones de plantas hospederas (Zheng *et al.*, 2004). Los miembros de este género tienen un basidiocarpo conspicuo como coliflor de color blanco crema o amarillo de tamaño y forma variable (Figura 1) (Desjardin *et al.*, 2004). Así mismo se conoce que las especies de este género producen una pudrición café de la madera (Figura 2) (Ryvarden, 1991), la cual es el resultado de la degradación de la celulosa y hemicelulosa por parte del hongo, este actúa en pocas ocasiones sobre la lignina; debido a la rápida pérdida de celulosa, la madera pierde resistencia y como sus paredes celulares quedan compuestas principalmente de lignina, ésta se torna oscura y se rompe fácilmente en forma de ladrillos (Mester *et al.*, 2004).



**Figura 1.** Basidiocarpo de *Sparassis crispa* proveniente del mercado del Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hgo.



**Figura 2.** Tronco que presenta pudrición café.

### 2.3 Clasificación taxonómica de *S. crispa*

Se ha basado principalmente en la morfología del basidiocarpo, tamaño de las basidiosporas y tipo de planta hospedera (Wang *et al.*, 2004). Y su clasificación de acuerdo con Kirk *et al.*, 2008 es la siguiente:

Reino: Fungi

Phylum: Basidiomycota

Orden: Polyporales

Familia: Sparassidaceae

Género-especie: *Sparassis crispa*.

***Sparassis crispa*** (Wulfen) Fr., Syst. mycol. (Lundae) 1: 465 (1821)

=***Clavaria crispa*** Wulfen, in Jacquin, Miscell. austriac. 2: 100 (1781).

=***Clavaria crispa*** (Scop.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 19: 331 (1910).

=***Manina crispa*** Scop., Diss. sci. nat., Edn 1 2: 99 (1772).

=***Masseola crispa*** (Wulfen) Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 2: 859 (1891).

=***Sparassis crispa*** (Wulfen) Fr., Syst. mycol. (Lundae) 1: 465 (1821) var. *crispa*

=***Sparassis radicata*** Weir, Phytopathology 7: 166 (1917).

Según Kirk *et al.*, 2008 se han registrado 17 especies del género: *S. brevipes* (Krombh); *S. crispa* (Wulfen) Fr; *S. crispa* var. *crispa* (Wulfen) Fr; *S. crispa* var. *laminosa* Fr. Qué!; *S. cystidiosa* Desjardin & Zheng Wang; *S. foliacea* (St.-Amans) Fr; *S. herbstii* Peck; *S. kazachstanica* Schwarzman; *S. laminosa* Fr; *S. latifolia* Y.C. Dai & Zheng Wang; *S. minoensis* Blanco-Dios & Zheng Wang; *S. nemecii* Pilát & Veselý., *S. radicata* Weir; *S. ramosa* Schaeff; *S. simplex* D.A. Reid *S. spathulata* Schwein; *S. tremelloides* Berk.

Por otra parte son pocos los estudios que existen sobre *Sparassis* (tabla 1).

**Tabla 1.** Listado de investigaciones en el género *Sparassis*.

Nombre	Lugar	Uso	Tipo de estudio	Hábitat	Autor
<i>Sparassis cystidiosa</i>	Thailandia	No reporta uso	Taxonómico y molecular	Bosque mesófilo de montaña	Desjardin <i>et al.</i> , 2004.
<i>S. latifolia</i>	China	No reporta uso	Taxonómico	Bosque de coníferas	Dai <i>et al.</i> , 2006.
<i>S. brevipes</i>	Alemania	No reporta uso	Taxonómico	Bosque de coníferas	Dai <i>et al.</i> , 2006.
<i>S. crispa</i>	China y Japón	Culinario	Taxonómico	Bosque de coníferas	Dai <i>et al.</i> , 2006.
<i>S. miniensis</i>	Galicia, España	No reporta uso	Taxonómico y molecular	Bosque de <i>Pinus pinaster</i>	Blanco-Dios <i>et al.</i> , 2006.
<i>S. crispa</i>	Lahore, Pakistán	No reporta uso	Taxonómico	Árbol de <i>Melia azadarachta</i>	Nasim <i>et al.</i> , 2007.
<i>S. radicata</i>	Arizona	No reporta uso	Taxonómico	Bosque de coníferas	Martin y Gilbertson, 1978.
<i>S. crispa</i>	Zacualtipán, Hgo; e Ixtlán, Xiaciu, La Trinidad y Calpulalpan, Oaxaca; México	Culinario	Etnomicológico y taxonómico	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	Zamora-Martínez <i>et al.</i> , 2000. Y Garibay-Orijel, 2009.

## 2.4 Historia del cultivo de hongos en el mundo y en México

Según los registros históricos, la primer especie que se logró cultivar a nivel mundial fue *Auricularia auricula* ((L.) Underw) en el año 600 d. C. (Chang, 1993), siendo los países de oriente los primeros en desarrollar algunas técnicas de cultivo para los hongos comestibles. Desde hace por lo menos dos milenios, los chinos y japoneses comenzaron con el cultivo de otras especies como shiitake (*Lentinula edodes*) (Berk.) Pegler, *Volvariella volvacea* (Bull.) Singer, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Tremella*

*fuciformis* Hooker's, *Hericium erinaceum* (Bull.) Pers, *Pholiota* (Fr.) P. Kumm y *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray (Chang y Miles, 2004).

A principios del siglo XX se inició el cultivo de especies como *Pleurotus ostreatus* el cual era recolectado y consumido en Europa, con la finalidad de obtener un alimento rico en proteínas (Romero, 2002).

Actualmente la producción mundial supera los siete millones de toneladas de hongos comestibles cultivados frescos por año, con valor económico superior a los treinta billones de dólares, la tasa promedio de incremento anual en la producción supera 11%. El champiñón ó *Agaricus bisporus* es el más importante con una producción superior a los dos millones de toneladas anuales, seguido por shiitake ó *Lentinula edodes* con más de un millón y medio de toneladas (Martínez-Carrera *et al.*, 2007); así mismo el número de especies que se cultivan actualmente, también se ha incrementado (Tabla 2).

**Tabla 2.** Principales especies de hongos comestibles cultivados mundialmente (Royse, 2003)

Especies	
<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Flamulina velutipes</i>
<i>Lentinula edodes</i>	<i>Tremella fuciformis</i>
<i>Pleurotus</i> spp.	<i>Hypsizygus marmoreus</i>
<i>Auricularia</i> spp.	<i>Pholiota nameko</i>
<i>Volvariella volvacea</i>	<i>Grifola frondosa</i>

El cultivo de hongos comestibles en nuestro país por primera vez tuvo lugar en 1933, en un rancho cercano a Texcoco, Estado de México (Martínez-Carrera *et al.*, 1991), iniciándose primeramente con el champiñón (*Agaricus* spp.) y posteriormente con la introducción de la seta (*Pleurotus* spp.). Actualmente se están empezando a cultivar

especies como *Lentinula edodes* (shiitake), *Volvariella volvacea*, *Griffola frondosa* y *Ganoderma* spp., entre otras.

En América Latina y particularmente en México, el cultivo ha sido considerado, como una tecnología poco desarrollada, a pesar de que en la región existe una gran potencialidad para cultivar hongos por la gran tradición de su consumo (Romero, 2002).

En México existen diferentes instituciones que se han abocado al estudio de diferentes aspectos de investigación de los hongos comestibles. Se espera que dichos grupos tengan un gran avance y se consoliden entre 5 y 10 años, para poder contribuir científica y tecnológicamente al desarrollo de la producción rural y comercial (Martínez-Carrera *et al.*, 2000) (Tabla 3).



**Tabla 3.** Especies cultivadas y sustratos utilizados en algunas instituciones en México

<b>Especie</b>	<b>Autor</b>	<b>Institución</b>	<b>Sustrato utilizado</b>
<i>Pleurotus</i> spp., <i>Lentinula edodes</i>	Mata y Salmenes, 2003	INECOL	Pulpa de café y bagazo de caña de azúcar
<i>P. ostreatus</i> y <i>P. pulmonaris</i>	Cayetano y Bernabé, 2008	UAG	Tallos secos de Jamaica, paja de arroz, pseudo-tallo con hojas frescas de plátano
<i>Psilocybe barrerae</i> , <i>Grifola frondosa</i> , <i>Pycnoporus sanguineus</i> , <i>Trametes versicolor</i>	Montiel <i>et al.</i> , 2008, Rendón-Ramírez <i>et al.</i> , 2010, Montiel-Peña <i>et al.</i> , 2010, García-Zavala <i>et al.</i> , 2010	UAEMor	Arena más composta, rastrojo de maíz más olote de maíz, aserrín pino, encino, cedro.
<i>P. ostreatus</i> y <i>P. opuntiae</i> , <i>L. edodes</i> y <i>Polyporus alveolaris</i>	Romero, 2002, Dorado-Santana <i>et al.</i> , 2007, Cortez-Martínez <i>et al.</i> , 2007	UAEH	Paja de cebada, Paja de avena
<i>L. edodes</i> , <i>P. eryngii</i>	Curiel-Pérez <i>et al.</i> , 2010, Márquez-Mota <i>et al.</i> , 2010	UNAM	Cascarilla de algodón, aserrín de encino.
<i>P. spp</i> cepas híbridas coloridas	Valencia del Toro <i>et al.</i> , 2007	IPN-UNAM	Paja de trigo
<i>P. djamor</i> y <i>P. ostreatus</i>	Ancona-Méndez <i>et al.</i> , 2007	UAY	Bagazo de henequén
<i>L. edodes</i> y <i>Ganoderma</i>	Vázquez <i>et al.</i> , 2009	UABC	Aserrín pino, hojas de palma, yuca.
<i>Neolentinus</i> sp., <i>P. djamor</i> , <i>L. edodes</i>	Jiménez-Jiménez <i>et al.</i> , 2009	ITVO	Bagazo de maguey mezcalero, olote, aserrín
<i>Volvariella volvacea</i> , <i>Pleurotus</i> spp.	Ruelas Medina <i>et al.</i> , 2009	U d G	Bagazo de maguey tequilero.
<i>P. ostreatus</i> , <i>P. djamor</i>	López-Cortez <i>et al.</i> , 2009	Colegio de la frontera sur (Tapachula)	Pasto.
<i>P. ostreatus</i>	Belmont y Bautista, 2010	UT Tabasco	Residuos del cultivo de maíz

Diez por ciento del territorio mexicano se dedica a la producción agrícola (Toledo y Ordoñez, 1998). Se relaciona directamente con la agricultura del maíz, calabaza, chile y jitomate que fueron los primeros alimentos del mexicano ya que crecían de forma silvestre. Por su resistencia a condiciones variables, el maíz pudo ser cultivado junto con el frijol y la calabaza, así surge un tipo de agricultura que estaba destinada a alimentar a la población.

Los cultivos de frutas, verduras y granos que abastecen a las grandes ciudades se concentran sobretodo en las selvas altas templadas del centro del país (Challenger, 1998).

Cerca del 28% de la fuerza de trabajo mexicana se dedica a la agricultura y un número sustancial de trabajadores laboran en propiedades ejidales o comunales. La producción está sujeta a grandes variaciones en los regímenes de lluvia, por lo que, a grandes rasgos, debe considerarse a la República Mexicana como un país semiárido. No obstante, no sólo genera los productos para la mayoría de sus necesidades básicas, sino que también exporta parte de su producción. En la década de los 90's los principales productos agropecuarios de México fueron: maíz (13,5 ton), trigo (4,1 ton), cebada (584,000 ton), arroz (354,000 ton), frijol o judía (1,4 ton), papas (999,000 ton), café (299,000 ton), algodón (202,000 ton), caña de azúcar (36,7 ton), frutas y verduras, así como ganado (SAGAR, 2000).

La importancia ecológica del cultivo de hongos radica en la utilización y reciclaje de más de 474,000 toneladas anuales de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales (Martínez-Carrera *et al.*, 2007) y en el estado de Hidalgo se generan grandes cantidades de desechos lignocelulósicos contenidos en residuos tales como cebada y trigo principalmente; estos materiales constituyen excelentes sustratos para la producción de hongos. Todos estos residuos son un recurso renovable que representa materia prima para la producción de alimento humano, animal y energía. Gran parte de la lignocelulosa disponible, es de bajo valor y es subutilizada, sin embargo, es la generada por la producción agrícola y forestal (Lu *et al.*, 1988).

## 2.5 Cultivo de *Sparassis*

Las especies del género *Sparassis* muestran una amplia variación morfológica, y se encuentran distribuidas principalmente en los bosques de coníferas; producen pudrición café de la madera, por lo que la madera pierde resistencia.

Existen pocos trabajos sobre su cultivo, Stamets (2000) recolectó y cultivó *Sparassis crispa* y ha utilizado distintos medios de cultivo sólidos con suplementos como sustrato para la fructificación como aserrín de roble con cascarilla de algodón principalmente y también recomienda usar bolsas de plástico colocadas en forma horizontal.

Horie *et al.*, (2008) realizaron el cultivo de *S. crispa* y el componente principal del sustrato fue aserrín de pino rojo de Japón mezclado con cereales ajustado a un 60% de humedad incubado a 22°C por 4 semanas en obscuridad.

*S. crispa* es un hongo de interés particular por sus propiedades comestibles y medicinales (capacidad anti-cancerígena) por lo que recientemente se ha despertado el interés por su cultivo (Harada *et al.*, 2002, 2003 y 2005).

## 2.6 Estudios taxonómicos de *Sparassis*

Burdsall, (1988) realizó un estudio de ocho especímenes del género *Sparassis*, el cual se basó principalmente en caracteres micro y macromorfológicos, para resolver problemas taxonómicos y de nomenclatura. Como resultado concluyó que existen dos especies en Norteamérica y Europa *Sparassis crispa* y *S. spathulata* y algunos otros nombres son sinonimias. *Sparassis crispa* = *S. radicata* y *S. Spathulata* = *Stereum caroliniense*, *Sparassis herbstii*, *S. laminosa*, *S. nemecij*, *S. simplex*.

Blanco-Dios *et al.* (2006) realizaron la descripción de una nueva especie del género *Sparassis*: *S. minensis* considerando datos morfológicos, moleculares (nuLsu, rDNA, ITS y rbp2) y características como la presencia o muy poca presencia de fíbulas con lo que representa la estimación de la posición filogenética de algunas especies de dicho género y también su distribución geográfica. Por lo que *S. minensis*, *S. brevipes* son grupos hermanos de especies de Europa y por medio del cladograma se observó que presentan una estrecha relación con *S. spathulata* de Norteamérica.

Desjardin *et al.*, (2004) describieron una nueva especie del género *Sparassis* (*Sparassis cystidiosa*), la cual fue recolectada de bosque mesófilo de montaña en el norte de Tailandia e identificada usando caracteres morfológicos y moleculares (secuencia del ADN). Este estudio sustenta que es un grupo hermano de las demás especies de *Sparassis*.

Dai *et al.*, 2006, realizaron un estudio para conocer las relaciones filogenéticas de *Sparassis* y emplearon la técnica de biología molecular, para lo cual usaron dos tipos de genes uno nuclear y mitocondrial, así mismo, describieron a *Sparassis latifolia* sp. nov., basado en caracteres morfológicos, ecológicos, geográficos y moleculares los cuales sustentan, claras diferencias con las otras especies ya descritas, el espécimen fue recolectado, de un bosque boreal de coníferas en China.

Nasim *et al.*, 2007, reportaron *Sparassis crispa* por primera vez para en Pakistán, creciendo en la base del árbol *Melia azadarachta*, basidioma grande 20 cm, esporas elípticas, lisas y no amiloides 5-7 x 3-5  $\mu\text{m}$ .

Así mismo, Martin y Gilbertson, 1978, realizaron un estudio sobre las especies que causan la pudrición café en árboles en Arizona y reportaron a *Sparassis radicata* en 30% de los árboles.

## **2.7 Nombres populares que ha recibido en México *Sparassis***

Para México Guzmán, (1997) reporta los nombres tradicionales “redaño” para *S. crispa* y “cabeza de negro”, “totomachnanácatl” y “panza de venado” para *S. radicata* y *S. crispa*.

Garibay-Orijel, (2009) reportó “cabeza de león” y “coliflor” como nombres comunes de *S. crispa* para la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

En el año 2000 Zamora-Martínez y colaboradores reportaron tres nombres tradicionales en la región de Zacualtipán; Hgo. para *S. crispa*: “cabeza de negro”, “hortencia” y “panza de venado”, con una fenología de junio-agosto, se consume guisado y en mole; así mismo los autores lo reportan creciendo en bosque de *Pinus-Quercus* y *Fagus*.

Varela y Cifuentes, (1979) reportaron a *S. radicata* creciendo en Bosque mesófilo de montaña en el municipio de Tlanchinol; Hgo.

## **2.8 Propiedades medicinales del género *Sparassis*.**

La búsqueda de alternativas a la severa deforestación ha provocado que numerosas investigaciones se centren en el estudio del potencial utilitario que ofrecen los hongos comestibles, medicinales y psicotrópicos. Tal es el caso de *S. crispa* el cual es un hongo que ha presentado un reciente interés de los investigadores debido a las propiedades que presenta hasta el momento, por lo se ha estudiado desde distintos

puntos de vista como el taxonómico, químico, molecular y micotecnológico. (Harada *et al.*, 2002; Romero, 2002 y Jiménez, 2008).

Cabe mencionar que los estudios sobre las propiedades medicinales son pocos y recientes. Harada *et al.* (2002, 2003 y 2005) realizaron pruebas, para la respuesta hematopoyética por  $\beta$ -glucano SCG en ciclotostamida inducida en leucopenia en ratones. Ellos obtuvieron una respuesta positiva ya que la actividad hematopoyética aumentó, por lo que su estudio confirmó la efectividad el uso de *S. crispa* en el tratamiento de cáncer. Posteriormente investigaron la respuesta hematopoyética en combinación con IFA (Soy Isoflavoenes aglycones) y observaron que la administración oral de IFA en combinación con SCG aumenta sinérgicamente el número de células blancas en la sangre.

Kawagishi *et al.*, (2007) aislaron dos componentes, proteínicos los cuales son componentes nuevos de *S. crispa* que inhibieron la síntesis de melanina.

Horie *et al.*, (2008) realizaron un análisis de las proteínas presentes en *Sparassis crispa* y *Hericium erinaceum*, por medio de electroforesis, encontrando 21 proteínas en común, por lo que, este estudio proporciona evidencia de la presencia de un gran número de proteínas en el cuerpo fructífero de ambos macromicetes.

### 3. Justificación

Los hongos son un componente importante de la biodiversidad, esenciales para la supervivencia de otros organismos, crucial en los procesos ecológicos globales y del desarrollo sustentable. Una fuente de novedosos componentes bioactivos, de agentes biocontroladores, de patógenos de plantas, para el tratamiento de enfermedades humanas y una parte significativa de la cultura (Hawksworth, 2002). El reciente interés mundial y los nuevos registros de la biodiversidad del entorno son incompletos y la extinción masiva de taxa en muchos ecosistemas, avanza de manera muy acelerada (Wilson, 1988).

El consumo de alimentos naturales no sólo de buen sabor, sino también inocuos, nutritivos y con propiedades benéficas para la salud, representa la gran tendencia mundial de la alimentación humana en el siglo XXI (Martínez-Carrera *et al.*, 2007).

El cultivo de los hongos comestibles ha adquirido en el mundo gran relevancia social, económica y ecológica; se trata de procesos biotecnológicos aplicados que pueden desarrollarse a pequeña y gran escala para producir alimento de buena calidad nutritiva y con propiedades medicinales como es el caso de *Sparassis crispa* que de acuerdo a la literatura presenta propiedades anticancerígenas (Mora y Martínez-Carrera, 2007; Harada *et al.*, 2002, 2003 y 2005), así mismo, esta especie ha sido considerada como sustentable, debido a que conserva los nutrimentos de su entrono, al disminuir la necesidad de expansión de áreas agrícolas, asegurando así la permanencia de la flora silvestre. Puede ser un componente que contribuye a la rehabilitación de suelos; ya que los sustratos usados para cultivar hongos generalmente provienen de desechos, tales como pajas, aserrín, bagazo, etc. (Romero, 2002). Además el sustrato degradado residual, puede tener

diversas aplicaciones bastante prometedoras: abono orgánico para la industria hortícola y de la floricultura, nematicida y bioremedación (Mora y Martínez-Carrera, 2007).

El interés por desarrollar una técnica de producción de *S. crispa* desde la obtención de la cepa hasta la producción de cuerpo fructífero se basa en el criterio de preferencia de los pobladores de la región de Zacualtipán, Hgo. por su sabor, presenta una gran versatilidad para preparar platillos típicos, es atractivo visualmente ya que presenta un tamaño considerable de hasta 60 cm.

Representa un recurso de gran valor económico ya que casi siempre es vendida en el mercado de la cabecera municipal. Además de que se han empezado a realizar estudios sobre sus propiedades medicinales.

Y cabe resaltar que es el primer trabajo en México sobre esta especie, tanto en el aspecto etnomicológico, como en el desarrollo de una técnica para su cultivo.



#### 4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el conocimiento tradicional de la especie *Sparassis crispa* proveniente de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo., México, mediante entrevistas estructuradas, así como desarrollar la tecnología para su cultivo para evidenciar su importancia cultural y económica.

##### 4.1 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar morfológicamente y con biología molecular los especímenes provenientes de la región de Zacualtipán y San Agustín Metzquitlán, Hidalgo, México.
2. Resaltar la importancia de *S. crispa* en estas regiones.
3. Contribuir al conocimiento tradicional de *S. crispa*.
4. Aislar, caracterizar y evaluar el desarrollo micelial (biomasa y diámetro) de dos cepas, de *Sparassis* sp. provenientes de los tipos de vegetación de la región: Bosque de *Pinus*, Bosque de *Pinus-Fagus* y Bosque de *Pinus-Quercus*.
5. Evaluar el crecimiento micelial en semillas de trigo (*Triticum* sp.) para la preparación del inóculo.
6. Evaluación de diferentes sustratos para su fructificación.

## 5. Método

### 5.1 ÁREA DE ESTUDIO

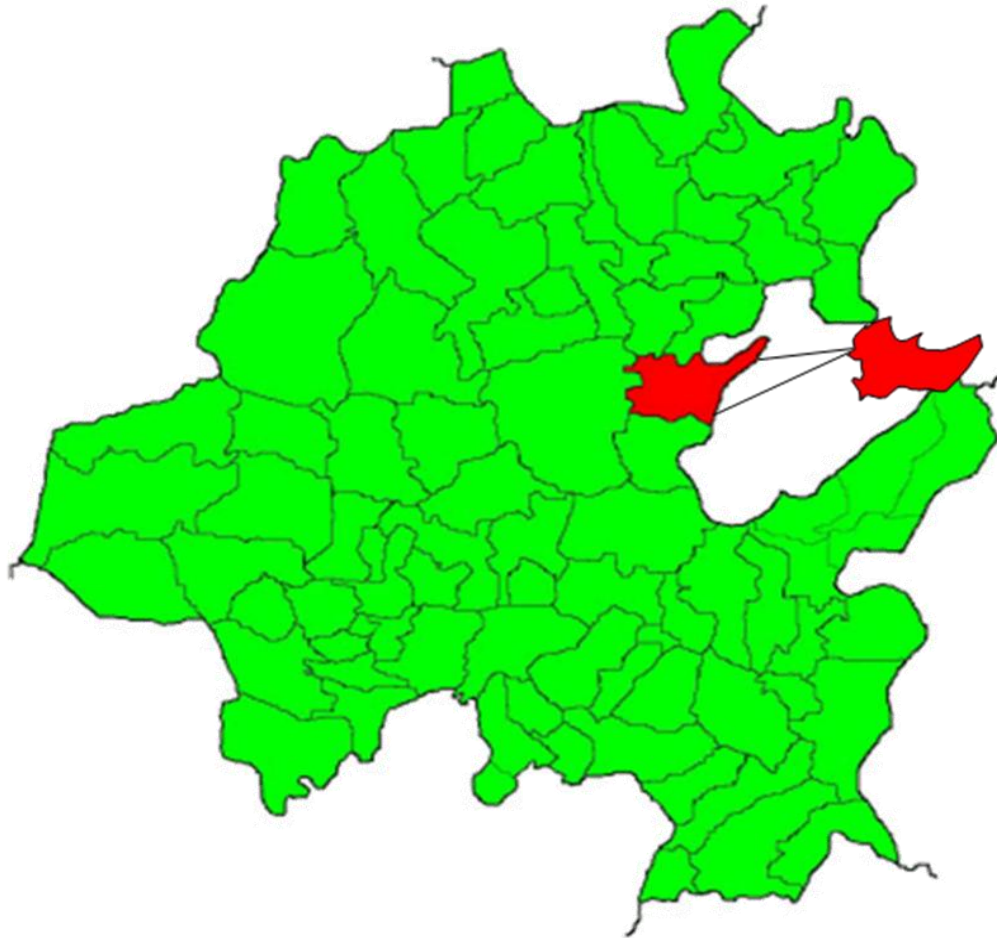
#### 5.1.1 Ubicación geográfica

El estado de Hidalgo forma parte de la República Mexicana y se localiza entre los 19° 35' 52" y 21° 25' 00" de latitud norte y los 97° 51' 51" de latitud oeste. Limita al norte con San Luis Potosí, al noreste y este con Veracruz, al este y sureste con Puebla, al sur con Tlaxcala y Estado de México y al oeste con Querétaro (Luna-Vega y Alcántara-Ayala, 2001) (Figura 3).



**Figura 3.** Ubicación del estado de Hidalgo.

El municipio de Zacualtipán está enclavado en la Sierra Madre Oriental y subprovincia Sierra de Zacualtipán, se encuentra a una altitud de 1980 m. Se caracteriza por tener un relieve accidentado con pendientes mayores a 45% (Pérez-Rodríguez, 1999) (Figura 4).



**Figura 4.** Ubicación del Municipio de Zacualtipán de Ángeles en el estado de Hidalgo

El material litológico predominante son rocas volcánicas terciarias y cuaternarias y los suelos predominantes son andisol vítrico y húmico, según la clasificación de la FAO, UNESCO. La altitud varía de 1900 a 2200 m (Godínez-Ibarra *et al.*, 2007).

### **5.1.2 Clima**

En Zacualtipán se tiene un clima C (fm)b(i')g, templado húmedo con lluvias todo el año. La temperatura media anual entre 12-18 °C, la temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22 °C, y la del mes más frío entre -3 y 18 °C, con verano fresco y

largo, con poca oscilación térmica (5 y 7 °C). La precipitación promedio anual es de 1316.2 mm y la temperatura promedio de 14.6 °C. Las lluvias ocurren todo el año, sin presencia de canícula. El mes más húmedo es septiembre y el mes más seco es diciembre (Pavón y Meza-Sánchez, 2009). Las neblinas se presentan durante todo el año y en promedio el número de días nublados es de 174 (Godínez-Ibarra *et al.*, 2007)

### 5.1.3 Vegetación de Zacualtipán; Hgo.

Los bosques mesófilos de montaña del estado de Hidalgo se caracterizan por ser fisonómicamente densos y multiestratificados; pueden tener dos o tres estratos arbóreos, uno alto, uno medio y uno bajo (Luna-Vega y Alcántara-Ayala, 2001).

En la comunidad de Tlahuelompa se presenta la vegetación como un mosaico con diferente composición y dominancia. Árboles de más de 20 m de altura *Liquidámbar macrophylla*, *Pinus patula*, *Quercus affinis*, *Q. eugeniifolia*, árboles medianos *Clethra alcoceri* *C. mexicana* y *Styrax glabrescens*, bajos *Cornus discifloras* y *Zanthoxylum xicense* (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001).

Tizapán presenta en el dosel alto árboles de 20-30 m: *Liquidambar macrophylla*, *Quercus affinis* *Q. eugenifolia*, *Q. germana* y *Q. satorii*. En el estrato medio prevalecen *Clethra mexicana* y *Cleyera theaeoides* y en el bajo *Occotea effusa* y *Turpunia occidentalis*. En el estrato herbáceo son frecuentes *Lophosoria quadripinnata*, plántulas de *Clethra* sp. y *Melastomaceae* (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001).

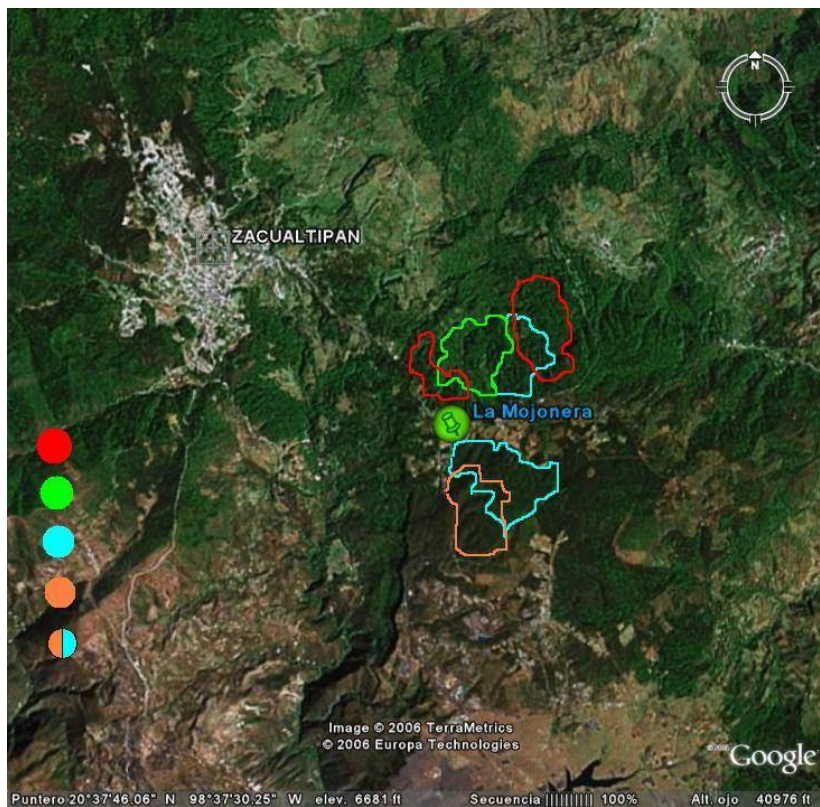
La comunidad de la Mojonera alberga un manchón de bosque de *Fagus grandifolia* var. *mexicana* más importante, estrato alto 25-40 m que presenta árboles de *Quercus eugenifolia*, *Q. satorii* y *Q. trinitatis*; algunas zonas expuestas de *Pinus patula*, *Liquidambar*

*macrophyla* muy escaso. Un estrato mediano árboles de las especies: *Clethra mexicana*, *Magnolia schiedeana*, *Ostrya virginiana*. Estrato bajo *Befaria laevis*, *Cleyera theaeoides*, *Ocotea klotzschiana* y *Turpinia occidentalis*. Y un estrato arbustivo pobre *Eupatorium* sp.

Las herbáceas son pocas y están representadas por algunas especies de *Miconia* y helechos. Las epifitas están representadas por la familia Piperaceae y Orchideaceae (*Rhynchoglossum rossii*). El suelo es rico en materia orgánica y hojarasca de *Fagus* principalmente (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001) (Figura 5).

#### **5.1.4 Vegetación de San Agustín Metzquitlán**

En esta región, podemos encontrar la flora formada por matorrales inermes y espinosos como son *Agave lechuguilla*, *Briellia*, así como *Opuntia* spp. etc. Dentro de los árboles podemos encontrar *Pinus* spp., *Quercus* spp. y *Salix*.



**Figura 5.** Mapa cartográfico de la distribución de los distintos tipos de vegetación, en el área de estudio. Bosque de *Alnus jorullensis*, Bosque de *Fagus grandifolia* var. *Mexicana*, Bosque de *Pinus patula*, Bosque de *Quercus* sp., Bosque de *Pinus-Quercus*. Tomado de Rodríguez-Ramírez, 2007.



## 5.2 Trabajo de campo

Se realizaron 8 salidas a la zona de estudio, donde se aplicaron 156 entrevistas al 25% de los habitantes de cinco comunidades, fueron Atopixco 30 entrevistas, El Reparó 10, La Mojonera 26, Tizapán 35 y Tlahuelompa 32, así como 23 en el mercado de la cabecera municipal (Figuras 6 y 7).





**Figura 6.** Aplicación de entrevista en Tizapán

**Figura 7.** Bosque de *Pinus patula* de la región de estudio

### 5.2.1 Estudio etnomicológico

Se basó en la preferencia de los pobladores por *S. crispa* la cual crece en los bosques de los alrededores. Para obtener la información etnomicológica se realizaron entrevistas estructuradas, semiestructuradas y abiertas por medio de ficha la cual se muestra en la figura 8 que permitió obtener la información. Como apoyo visual se utilizó una fotografía de la especie.

	<p align="center"><b>Universidad Autónoma de Estado del Estado de Hidalgo</b> <b>Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería</b> <b>Área Académica de Biología</b> <b>Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación</b></p>	
<b><i>Sparassis crispa</i></b>		
Nombre de informante: _____		
Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: F M		
Dir. / Com. _____		
Entidad: Hidalgo Municipio: Zacualtipán		
Origen: _____		
Cuánto tiempo radicando en la comunidad: _____		
Nom. Cient. _____		
Nombres comunes: _____		
Cat. Antrop. Com-med-enteo-comb-hornato-cosmetico-jug-ferm-forr-herr-pig-tóx-vest		
Fenología: E F M A M J J A S O N D		
Asociación: _____		
Hábito de vida: Terr. Lig. Hum, Cop. Ot.		
Preserv. _____		
Prep. _____		
Venta? Precio \$ _____ Autoc. _____		
De dónde lo trae? _____		
Abundancia: mucho moderado escaso		
Frío caliente		
Observaciones:		

**Figura 8.** Ficha etnomicológica para *Sparassis crispa*.



### **a) Grado de preferencia**

El grado de preferencia se presenta como una modificación a la propuesta de Cotton (1997), a través de matrices. Se realizó un listado de todos los informantes y de los nombres tradicionales asignados por ellos mismos para *S. crispa*, por lo que se llenó la matriz presencia (1) o ausencia (0), así como del número de nombres tradicionales mencionaban por informante (anexo 1).

### **b) Datos generales de los informantes**

Se tomó nota del género, edad así como el origen y otros datos de cada uno de los informantes que se presenta en la figura 8.

### **c) Fenología**

En la entrevistas realizadas, se obtuvo información del período de fructificación de *S. crispa* percibida por los informantes, es decir, el mes o período de aparición, por lo que se agruparon, de acuerdo con las respuestas.

### **d) Forma de cocinarlos**

Con la ayuda de las matrices de presencia (1) ausencia (0) se obtuvieron las formas más comunes de preparar la especie estudiada así como los ingredientes que se ocupan de acuerdo a las menciones de los informantes (anexo 2).

#### **e) Intervalo de edad**

De acuerdo a la edad se obtuvieron los distintos nombres comunes que se le da a *S. crispa* (anexo3).

#### **f) Género**

Se realizó el conteo de mujeres y hombres entrevistados en cada una de las comunidades, del cual se obtuvieron las menciones de los nombres tradicionales.

#### **g) Criterio frío-caliente**

En la entrevista se obtuvo la percepción de los informantes sobre el sistema de clasificación de los alimentos frío-caliente y se tomó en cuenta las menciones para los criterios: frío, caliente y no sabe.

#### **h) Abundancia**

En la entrevista estructurada realizada a los informantes, se preguntó la percepción acerca de la abundancia de la especie referida bajo los criterios: poco, regular y mucha.

#### **i) Forma de obtención y venta**

En las entrevistas se preguntó cómo obtienen el cuerpo fructífero para su consumo, con las posibles opciones: sólo para autoconsumo (recoleta directa), para autoconsumo, venta, regalados y sólo para venta.

#### **j) Asociación**

Se realizó una matriz de presencia-ausencia (anexo 4) sobre la percepción de los informantes acerca de la asociación vegetal es decir donde crece *S. crispa*.

## **k) Recolección del material biológico**

Se realizaron recorridos en los diferentes tipos de vegetación, en temporada de lluvias con el fin de recolectar y detectar los sitios donde se desarrolla *S. crispa* durante los años 2008 a 2010 y se visitó el mercado de la cabecera municipal donde se realiza su venta. Así mismo, se identificaron las especies de *Pinus* en las que se encuentre creciendo *S. crispa*.

## **5.3 Trabajo de laboratorio**

### **5.3.1 Descripción macroscópica**

Se consideraron las características morfológicas en fresco (tamaño, forma, color etc.) con ayuda de una tarjeta de caracterización. La determinación de color se realizó comparando el ejemplar con la guía de colores (Kornerup y Wanscher, 1978); se efectuó el registro fotográfico de campo y científico.

#### **a) Secado de los ejemplares**

Los ejemplares recolectados se colocaron en una secadora a una temperatura de 60°C durante 12-24 horas, hasta obtener una consistencia quebradiza o de galleta, posteriormente se caracterizaron microscópicamente.

#### **b) Obtención de la esporada**

Se colocó el carpóforo directamente sobre una hoja de color negro (lóbulos en contacto con el papel). Se dejó entre 12-24 horas en la secadora y se retiró la hoja y el carpóforo, actualmente se encuentra en refrigeración a 4°C (en una bolsa de celofán) para su preservación.

### **c) Descripción microscópica**

Para la determinación de los caracteres microscópicos se siguió la metodología de Largent *et al.*, (1973) que considera a las esporas, basidios, sistema hifal, entre otras

### **5.3.2 Aislamiento y reaslamiento de *S. crispa***

#### **a) Preparación de medios de cultivo**

Se prepararon 250 ml de los siguientes medios:

- ✓ Agar Extracto de Malta (EMA)
- ✓ Agar Papa Dextrosa (PDA)
- ✓ Agar Dextrosa Sabouraud (SDA)
- ✓ Agar Agua (AA)

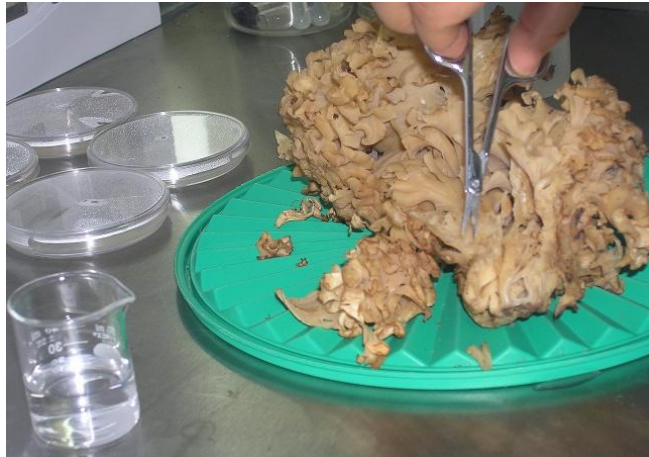
Se esterilizó en la autoclave a 121°C y 15 libras de presión durante 30 min. Se dosificaron 14 ml del medio estéril en cajas de Petri desechables y estériles, se dejaron solidificar todos los medios se utilizaron para evaluar la propagación micelial de cepas obtenidas de los basidiomas de *S. crispa* (Figura 9).



**Figura 9.** Cajas con medios de cultivo EMA, SDA, PDA.

### **b) Aislamiento somático**

El sitio del basidioma más adecuado para aislar *Sparassis*, es la parte superior del estípite, ya que es la parte más carnosa (Stamets, 2000). Por lo que, se llevó a la campana de flujo laminar, donde se partió por la mitad y con la ayuda de tijeras (previamente inmersas en alcohol, flameadas y enfriadas), se extrajeron pequeños trozos de la parte más carnosa (Figura 10) y se colocaron en 4 puntos equidistantes en cajas de Petri con cada uno de los medios probados: (EMA), (PDA), (SDA) y (AA) previamente gelificados; y se obtuvieron las cepas spss1, spss 2, spss 3 y spss 4. Las cajas se incubaron a una temperatura de 24°C y sin luz, durante 4-5 días, para la propagación micelial.



**Figura 10.** Aislamiento somático de *S. crispa*.

### **c) Reaislamiento**

Una vez que las cajas fueron invadidas por el micelio de *S. crispa*. y con la ayuda de una aguja de disección (previamente estéril), se cortaron 4 trozos pequeños y se colocaron nuevamente en puntos equidistantes en caja de Petri con EMA y se dejó incubar a 24°C durante 7 días. Las cajas con crecimiento micelial se utilizaron para caracterizar a las cepas en términos de crecimiento micelial y producción de biomasa, así como para preparar inóculo de grano Sobal *et al.*, (1989).

### **5.3.3 Variables evaluadas**

#### **a) Caracterización de las cepas en términos de su crecimiento micelial**

Se prepararon 250 ml de cada medio (EMA, PDA, SDA) se llenaron 10 cajas de Petri con 14 ml de cada medio y se dejaron gelificar. Se inoculó un disco de 8 mm de diámetro con la ayuda de una punta de micro-pipeta estéril, extraído de micelio de *S. crispa* y se colocó en el centro de la caja y se incubaron a 24°C. El diámetro del

crecimiento micelial se midió cada tercer día durante 12 días. Para identificar donde se obtuvo mayor crecimiento se realizó un análisis de varianza (de un factor y la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 0.05). El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS versión 17.0 para Windows.

#### **b) Determinación de la biomasa micelial**

Una vez que se midió el diámetro final del micelio y se observaron las características morfológicas de las cepas, se determinó la biomasa utilizando la técnica de Ramírez-Carrillo y para el análisis estadístico de los resultados se utilizaron las mismas pruebas previamente descritas (análisis de varianza y prueba de Duncan) (figura 11, 12 y 13).

**Figura 11.-** Proceso para determinación de biomasa

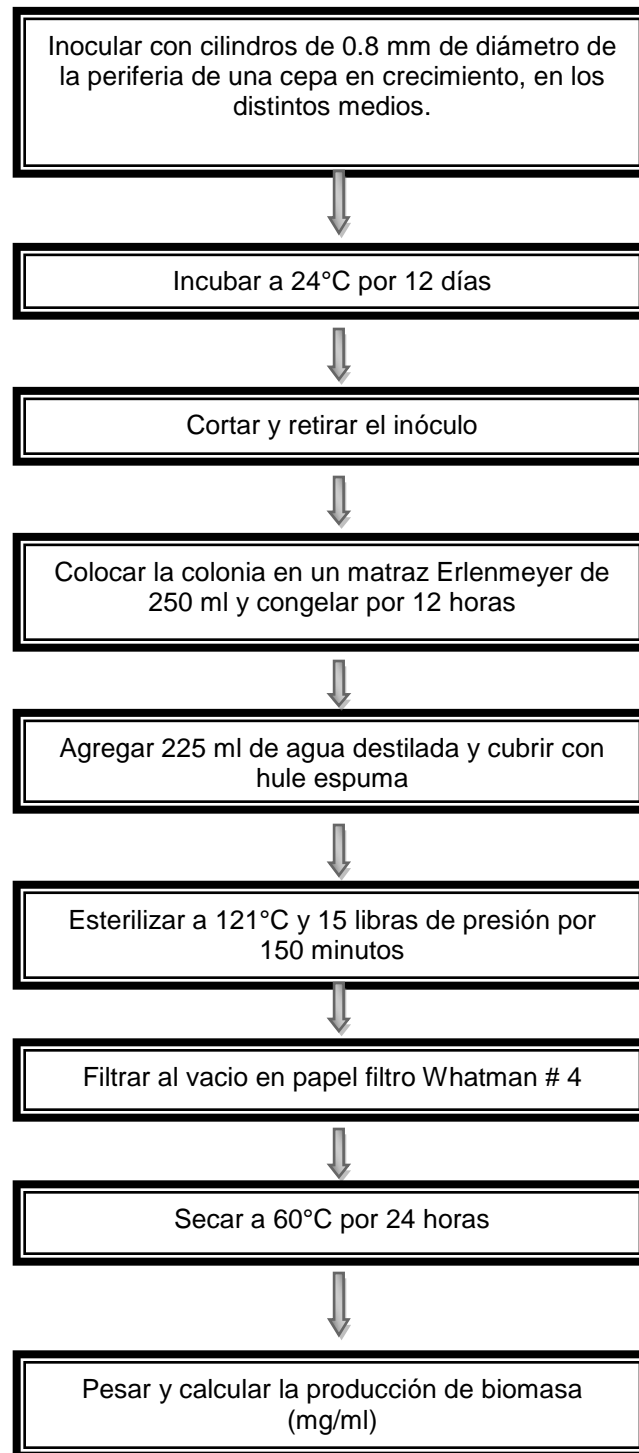






Figura 12. Micelio en crecimiento.



Figura 13. Sistema de vacío para filtrar el micelio en la determinación de biomasa.

### 5.3.4 Preparación de inóculo de grano

Para la preparación del inóculo se utilizaron granos de trigo (lavado y libre de impurezas). Estos se sometieron a una cocción en agua a temperatura de ebullición durante 30-45 minutos. Después de este tiempo se drenó el agua y el grano se enfrió al chorro de agua para detener la cocción. Una vez frío el grano se pesó y mezcló con:  $\text{CaSO}_4$  al 1.3% y  $\text{CaCO}_3$  al 0.3% en base húmeda.

Con la mezcla anterior se colocaron entre 1 a 1.2 kg en bolsa de polipapel. A continuación las bolsas con grano se esterilizaron en la autoclave (2 h, 121°C y 15 lbs/in<sup>2</sup>). Una vez frío el grano se inoculó con el micelio previamente propagado en medio EMA. Las bolsas inoculadas se incubaron a 24°C en condiciones de oscuridad durante 2 semanas.

### 5.3.5 Preparación de sustratos para la fructificación de las cepas.

Para preparar el sustrato, se hidrataron los componentes durante 24 horas. En la tabla 4 se presentan las combinaciones de los diferentes sustratos para cada uno para la fructificación de *S. crispa*.

Posteriormente se drenó el exceso de agua; se pesó la cantidad establecida y se mezclaron en forma homogénea. La humedad se ajustó al 60% aproximadamente. Una vez obtenida la mezcla se colocaron 1.5 kg. en bolsas de polipapel (25x35 cm). Posteriormente se esterilizó el sustrato a 121°C y 15 lbs. de presión durante dos horas.

#### **a) Tindalización**

Este tratamiento térmico consistió en una doble esterilización del sustrato. Para ello una vez que el sustrato fue empacado en las bolsas de polipropileno se esterilizó durante dos horas a 121°C y 15 lbs., se dejó enfriar, y se incubó a 24°C durante 24-48 horas. Posteriormente se verificó que no hubiera crecimiento de algún contaminante (en caso de contaminación el sustrato se desecho) y se volvió a esterilizar bajo las mismas condiciones.

#### **b) Inoculación e incubación**

Una vez frío el sustrato se inoculó al 5% y 10% con el inóculo de grano de la cepa de *S. crispa* (spss3). Las bolsas ya inoculadas se llevaron al cuarto de incubación y se colocaron en un anaquel y las condiciones fueron: obscuridad total, temperatura de 24°C y se incubaron entre 1 a 3 meses.

Sustratos empleados para la fructificación de *Sparassis crispa* se evaluaron las siguientes formulaciones con 8 replicas cada una.

**Tabla 4.** Composición de los sustratos utilizados en la etapa de fructificación de *Sparassis crispa*

Componentes	% de contenido
<b>Primer experimento</b>	
Aserrín de encino	50%
Cascarilla de algodón	36%
Mijo	6%
Sorgo	6%
Ácido cítrico	0.5%
Sulfato de amonio	0.5%
Benlate	1%
<b>Segundo experimento</b>	
Aserrín de pino	49%
Aserrín de encino blanco	49%
Ácido cítrico	0.5%
Sulfato de amonio	0.5%
Benlate	1%
<b>Tercer experimento</b>	
Aserrín de pino	49%
Cascarilla de algodón	49%
Ácido cítrico	0.5%
Sulfato de amonio	0.5%
Benlate	1%
<b>Cuarto experimento</b>	
Trigo	50%
Sorgo	36%
Mijo	12%
Ácido cítrico	0.5%
Sulfato de amonio	0.5%
Benlate	0.5%

### 5.3.6 Fructificación

Una vez que las bolsas mostraron una invasión total y/o hasta un 80% de crecimiento micelial se descubrió la parte superior de las bolsas y se trasladaron al cuarto de fructificación, donde las condiciones ambientales fueron: riegos regulares (4 veces por día durante 15 minutos), ventilación con aire húmedo e iluminación continua.

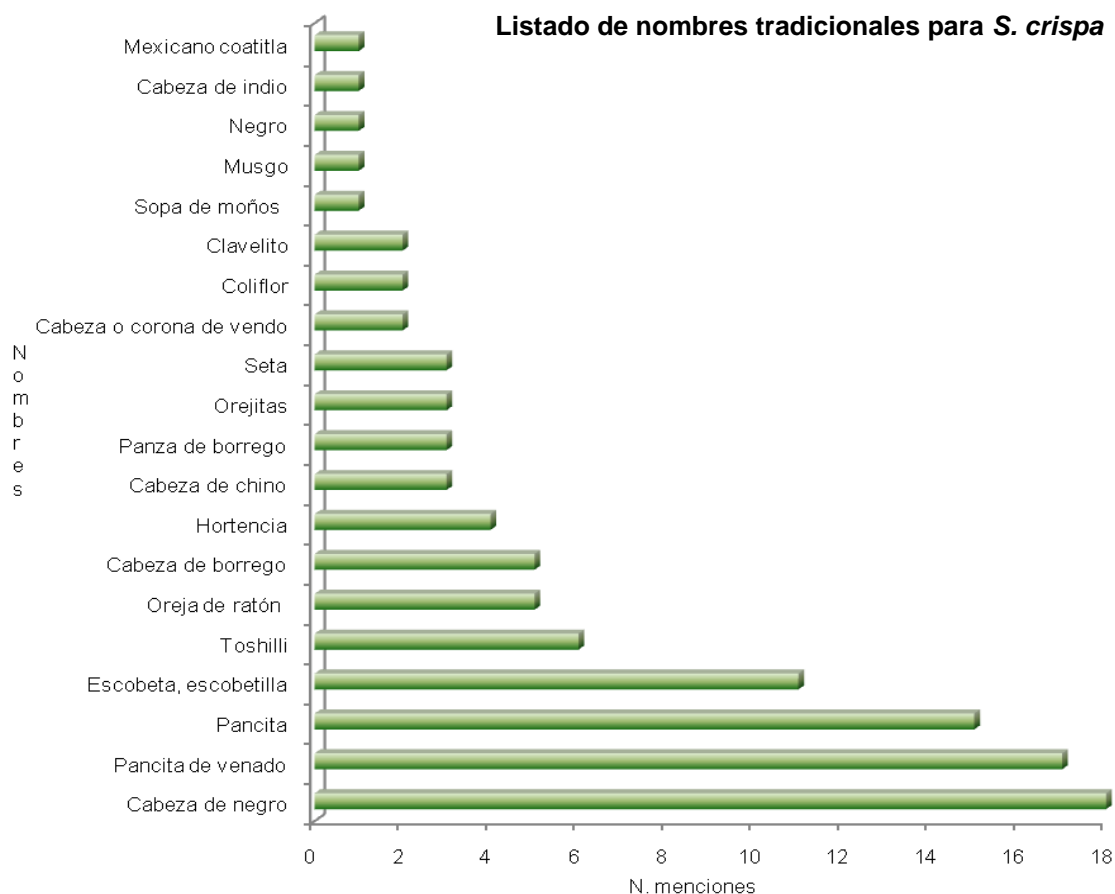
### 5.3.7 Identificación molecular

La identificación fue realizada por Dr. Armando Arias en la Universidad de Guadalajara bajo el siguiente procedimiento: ruptura de la pared celular, y la membrana celular, liberación DNA, separación de proteínas, precipitación DNA y eliminación de otros compuestos celulares. Por último disolvió el DNA en agua, para hacer PCR y secuenciación, RFLPs de la región ITS-5.8S y secuenciación de los dominios D1/D2 del 26S, ambos ribosomales (anexo 5 tabla de resultados).

## 6. Resultados

### 6.1 Resultados etnomicológicos

Se obtuvieron 20 nombres tradicionales diferentes (Figura 14), donde destacan: “cabeza de negro” con 18 menciones, “pancita de venado” con 17, “pancita” con 15, “escobeta” con 11, así como “oreja de ratón”, “clavelito”, “cabeza de borrego” y “toshillis” entre otros nombres. Los pobladores de las comunidades entrevistadas, le dan el nombre considerando la forma y apariencia del basidioma principalmente.

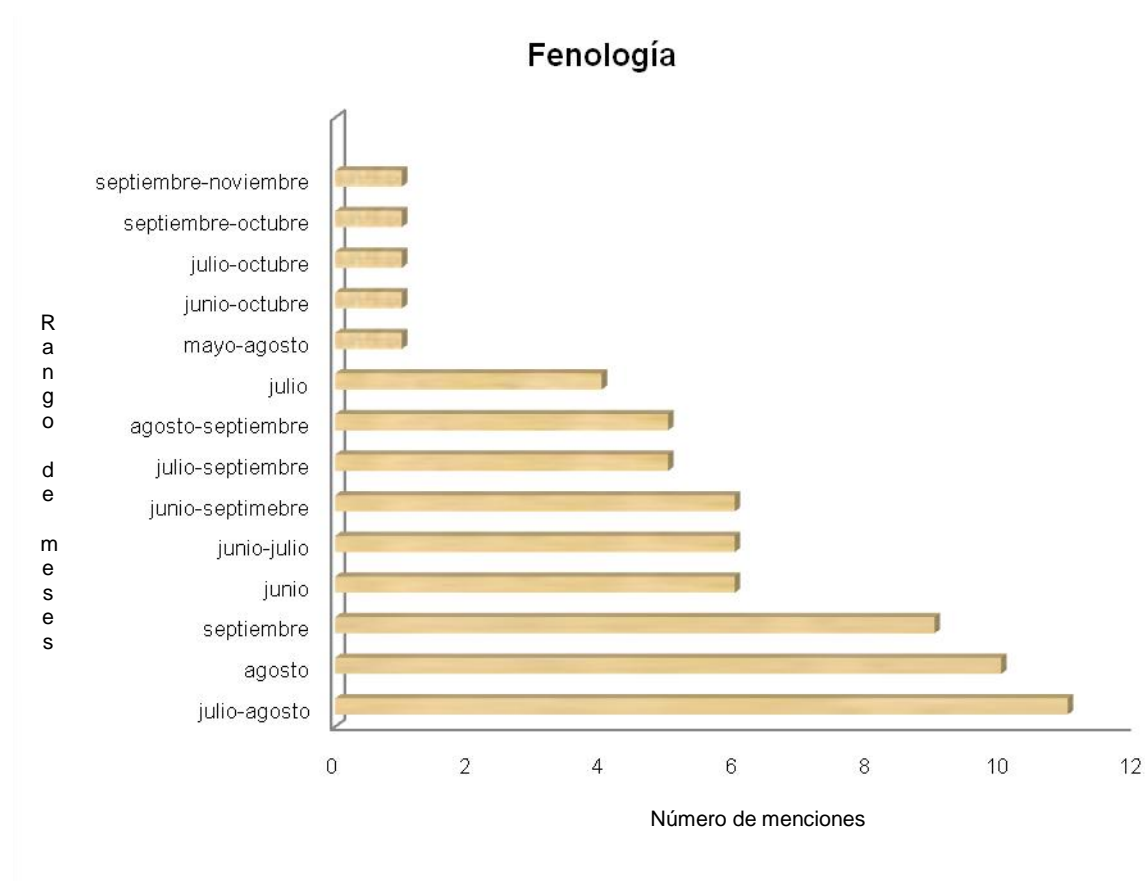


**Figura 14.** Nombres tradicionales para *S. crispa* referidos por los pobladores de algunas comunidades de Zacualtipán, Hgo.

### 6.1.1 Fenología

En cuanto a atributos ecológicos como la fenología, la mayoría de los informantes señalaron como los meses más importantes para la aparición de *Sparassis crispa* el período entre junio-agosto y julio-agosto, con el mismo número de menciones.

Cabe mencionar que los otros meses también fueron señalados, dada la característica del clima de la zona cuya humedad se mantiene casi todo el año (Figura 15).



**Figura 15.** Fenología mencionada por los pobladores de las comunidades de Zacualtipán, Hidalgo, México.

### 6.1.2 Forma de prepararlos

Se obtuvieron 14 formas diferentes de preparación, resaltando hervido, mole de olla, caldo (preparado con cebolla, ajo y jitomate) y mole con especias (Figuras 16, 17 y 18). De igual forma una vida de anaquel de hasta 30 días

Así mismo, cabe destacar algunos platillos típicos de la región, como frito, a la mexicana, tamales, quesadillas y en salsa verde, entre otros. La comunidad que mencionó más diversidad de platillos fue Atopixco, seguido de La Mojonera y el Reparo.



**Figura 16.** Mole de olla preparado con *S. crispa*.



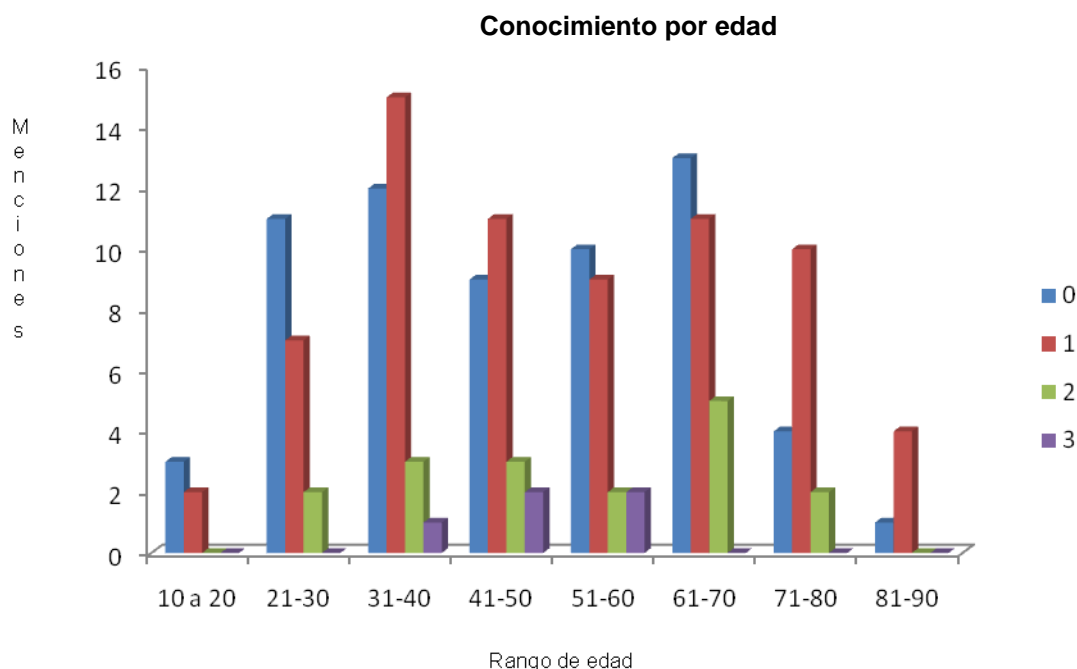
**Figura 17.** Mole con especias.



**Figura 18.** Quesadillas de *S. crispa* frita con queso.

### 6.1.3 Menciones por intervalo de edad

En las seis comunidades entrevistadas se encontró que en todos los rangos de edad establecidos, hubo informantes que no refirieron ningún nombre tradicional para *S. crispa* a pesar de reconocerlo destacándose los siguientes rangos: 61-70 (13 informantes), 31-40 (12 informantes), 21-30 (11 informantes); en cambio los de 31-40 (15 informantes), 41-50 (11 informantes), 61-70 (11 informantes), lo reconocieron con un nombre común; así mismo los de 61-70 (5 informantes), 31-40 (3 informantes), 41-50 (3 informantes) le asignaron dos nombres tradicionales y los de 41-50 (2 informantes), 51-60 (2 informantes) mencionaron tres nombres (Figura 19).

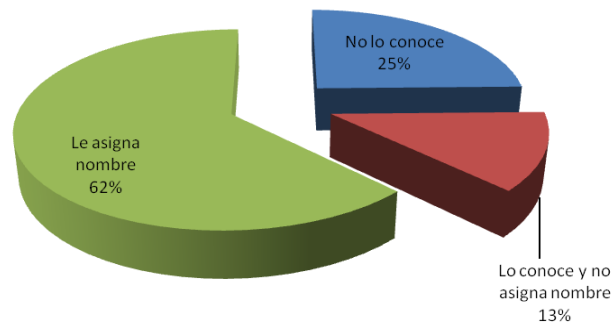


**Figura 19.** Mención de nombres tradicionales para *S. crispa* por rango de edad.



#### 6.1.4 Conocimiento general de los nombres tradicionales de *S. crispa* en la región de estudio

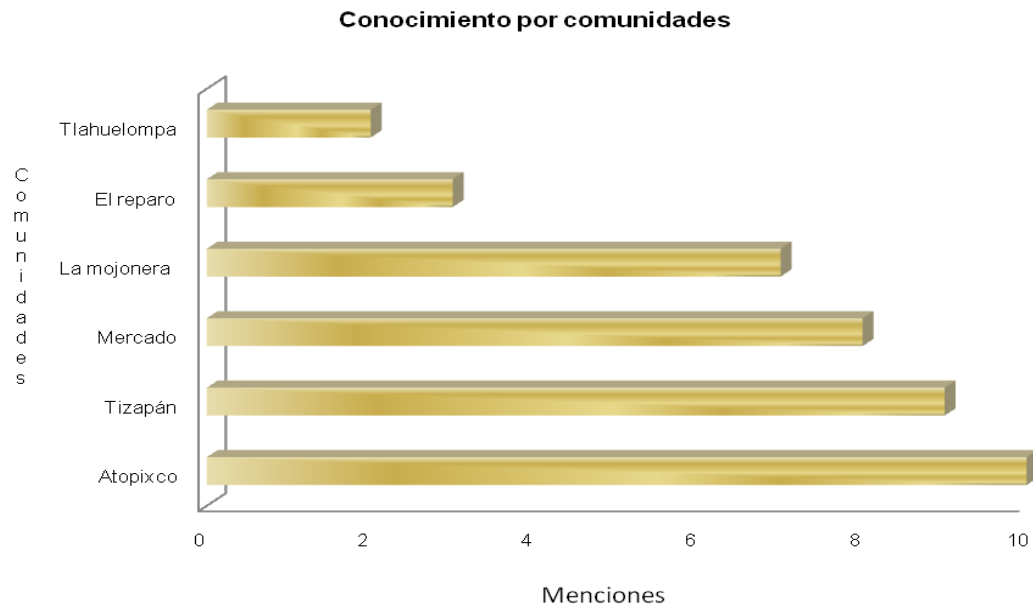
Cabe señalar que del total de los informantes (156), el 75% de la población lo conoce, de éste porcentaje el 62% le asigna un nombre tradicional y el 13% lo conoce pero no le da nombre y el 25% no lo conoce (Figura 20).



**Figura 20.** Reconocimiento de *S. crispa* por parte de los pobladores.

#### 6.1.5 Reconocimiento de *S. crispa* en la diferentes comunidades estudiadas

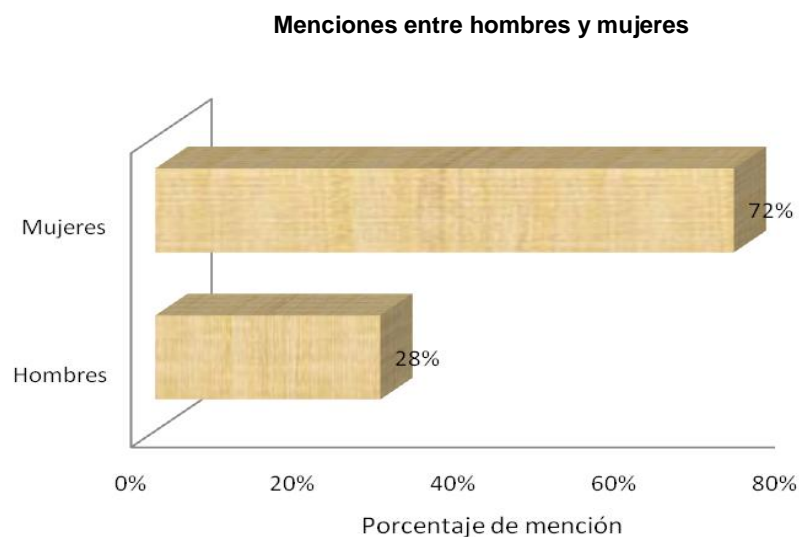
En general la población de Atopixco fue la que en su mayoría reconoció a *S. crispa*, seguido de Tizapán y el mercado, y la población de Tlahuelompa es la que menos reconoce a la especie (Figura 21).



**Figura 21.** Reconocimiento de *S. crispa* en las diferentes comunidades de estudio.

### 6.1.6 Género

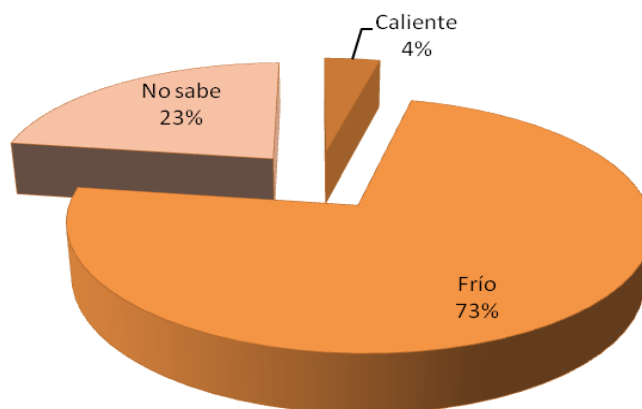
El número de menciones entre hombres y mujeres mostró una diferencia, aunque no se entrevistó al mismo número de hombres y mujeres; las mujeres presentaron un mayor porcentaje de menciones 72% y los hombres 28% (Figura 22).



**Figura 22.** Menciones de nombres tradicionales entre hombres y mujeres.

### 6.1.7 Frío-caliente

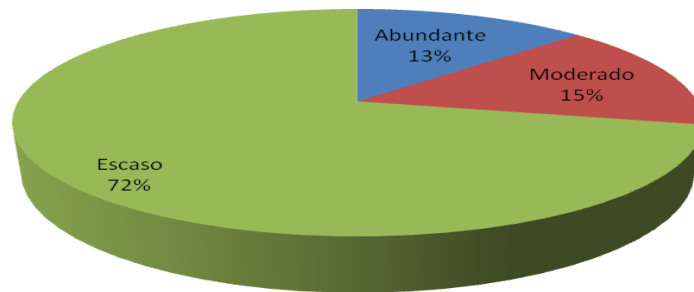
Desde la época de la conquista los seres humanos tiene la percepción de que algunos alimentos son fríos o calientes, para el caso de *S. crispa*, el 73% de los informantes lo consideró frío ya que mencionan que son de la tierra y que nacen con la lluvia, seguido del 23% que no saben y la minoría 4% que es caliente (Figura 23).



**Figura 23.** Porcentaje de menciones del sistema frío-caliente para *S. crispa*.

### 6.1.8 Abundancia

Según la información obtenida la mayoría de los informantes percibe a *S. crispa* como un hongo escaso, seguido de moderado y sólo una minoría considera que es abundante (Figura 24), esto coincide con el hecho de que el bosque donde crece se encuentra sometido a fuertes presiones antropocéntricas.



**Figura 24.** Percepción de los habitantes sobre la abundancia de la especie estudiada.

### 6.1.9 Forma de obtención y venta

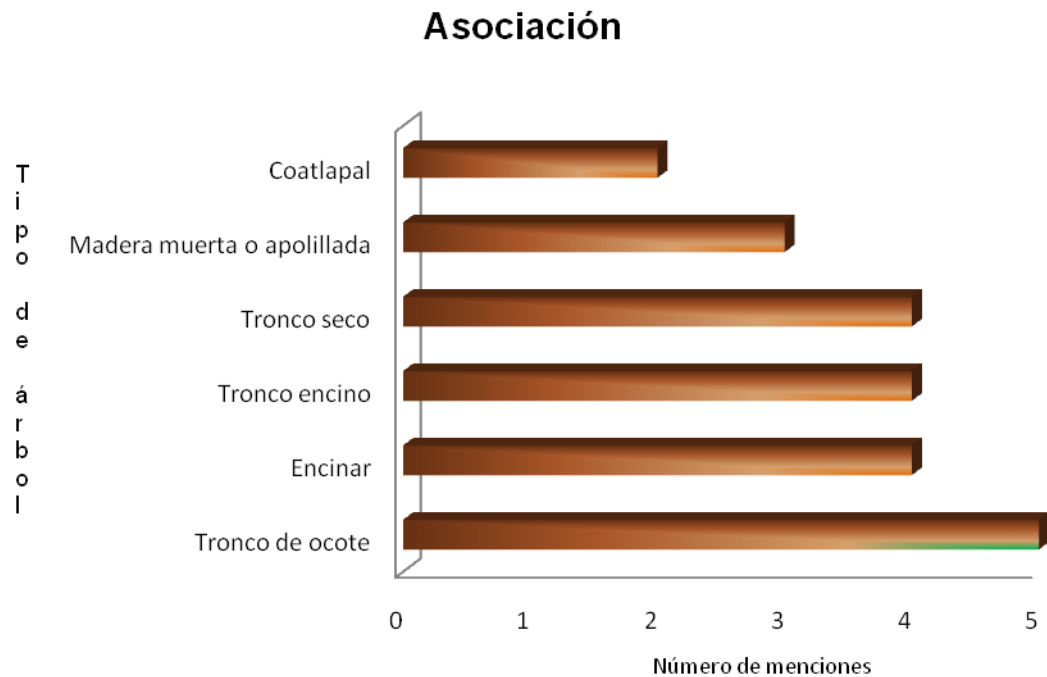
En la región estudiada *S. crispa* se obtiene de la recolecta directa en campo (Figura 25), el cual según la información obtenida algunas veces lo ocupan para autoconsumo, pero en la mayoría de los casos es utilizado para venderlo en el mercado de la cabecera municipal (Figura 26) con un precio \$10 a 100 y casi siempre es vendido racimo completo aunque algunas veces es vendido a la mitad, debido al tamaño considerable que llega a presentar (60 cm).



**Figura 25.** Recolecta de *S. crispa* en bosque *Pinus patula*    **Figura 26.** Venta de *S. crispa* en mercado de la región.

#### 6.1.10 Asociación

Los entrevistados percibieron el tronco de ocote (*Pinus patula*) como el árbol donde se desarrolla *S. crispa*, seguido de encinar (*Quercus* spp.), lo que coincide con la literatura ya que se reporta creciendo principalmente en los bosques de coníferas (Stamets, 2000) (Figura 27).



**Figura 27.** Sitios en donde crece *S. crispa* de acuerdo a los informantes

## 6.2 Resultados taxonómicos

### 6.2.1 Descripción macroscópica y microscópica de los especímenes recolectados.

Se realizaron cortes en la parte superior del lóbulo del basidioma, se tiñeron las preparaciones con floxina, para observar las estructuras microscópicas como las esporas, basidios y sistema hifal para poder llevar a cabo su identificación midiendo las estructuras y comparándolo con la clave taxonómica (Phillips, 1991).

#### *Sparassis crispa*

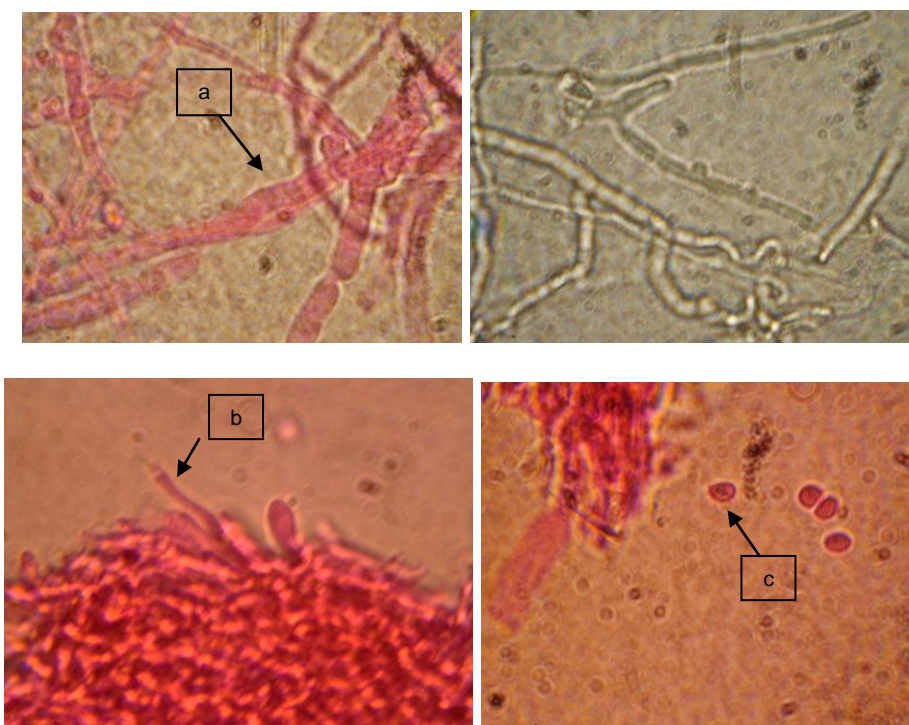
Basidioma: en forma de coliflor, cada lóbulo es ondulado, tamaño del hongo completo (largo x ancho) 150 mm x 210 mm, tamaño de los lóbulos 72 mm x 30 mm, color

en el centro del lóbulo amarillo pálido (2-A-2), en la superficie amarillo grisáceo (4-B-3), en la orilla de los lóbulos café mostaza (5-E-6) . No presenta ornamentación en la superficie, completamente liso y húmeda. Sabor: harina, olor: salchicha cruda (Figura 28).

Esporas de forma elíptica lisas hialina e inamiloides de 6-7x 3  $\mu$ m. Hifas generativas de pared delgada a gruesa con septo simple, no se observó la presencia de fíbulas (Figura 29). Hábitat: se obtuvo el ejemplar en mercado, se mencionó que estaba creciendo sobre la base de pino, así como en bosque de *Pinus patula*. Observaciones: material estudiado proviene de Zacualtipán, Hidalgo. Jiménez-González 01 y foto Jiménez-González 01.



**Figura 28.-** *Sparassis crispa* creciendo en la base de *Pinus patula*.



**Figura 29.** Fotos microscópicas de (a) hifas, (b) basidio, (c) esporas; de *S. crispa* teñidas con floxina al 10%, observadas a 100X.

### 6.2.2 Identificación molecular

La cepa tiene un 100% de similitud con la secuencia de *S. crispa* strain TENN44575/ss28, y se cubre el 99% de la secuencia. De acuerdo con la identificación realizada por Dr. Armando Arias García de la Universidad de Guadalajara (anexo 7).

### 6.2.3 Aislamiento de cepas y caracterización en medio de cultivo

De los aislamientos se obtuvieron las cepas: spss 3 y spss 4; las cuales se encuentran depositados en el cepario de la facultad de química laboratorio 324 UNAM. Así como los esporomas secos se depositaron en la micoteca de la UAEH



Posteriormente se resembraron en los medios de EMA, PDA y SDA; se incubaron a 24°C durante 4 días donde se obtuvo la invasión total de la caja con el micelio. En la tabla 5 se presentan las características de las cepas spss 3 en EMA y spss 4 en EMA, PDA y SDA

La morfología micelial presentó color blanco, una textura algodonosa, con una densidad abundante y con micelio aéreo para la cepa spss3, no así para la cepa spss 4 que dependiendo del medio de cultivo su abundancia fue variable y no presentó micelio aéreo (Tabla 5) (Figuras 30 y 31).

**Tabla 5.** Morfología micelial de las cepas spss 3 y spss 4 en diferentes tratamientos.

Cepa/medio	Color	Textura	Densidad	Micelio aéreo
spss 3/ EMA	Blanco	Algodonosa	Abundante	Abundante
spss4/ EMA	Blanco	Lanosa	Escasa	No presente
spss4/PDA	Blanco	Algodonosa	Regular	No presente
spss4/SDA	Blanco	Algodonosa	Abundante	No presente



**Figura 30.** Crecimiento micelial de la cepa spss 3 en medio EMA. **Figura 31.** Crecimiento micelial de la cepa spss 4 en medio EMA, SDA y PDA.

## 6.2.4 Evaluación del crecimiento micelial y producción biomasa micelial

### a) Velocidad de crecimiento micelial

Con relación al diámetro de la cepa spss 4 en tres medios de cultivo. El análisis estadístico se obtuvieron diferencias altamente significativas en el crecimiento micelial (Tabla 6).

La prueba de Duncan (Tabla 8 anexo 6) permitió observar que el mejor medio de cultivo para el desarrollo micelial fue PDA  $7.86 \pm 0.27$ , seguido de SDA y el medio de EMA fue donde se obtuvo el menor crecimiento micelial.

**Tabla 6.** Velocidad de crecimiento micelial de la cepa spss 4 en 3 medios de cultivo

Medios	Diámetro	Clasificación $\alpha$ Duncan
EMA	$6.81 \pm 0.25$	a
SDA	$7.50 \pm 0.27$	b
PDA	$7.86 \pm 0.25$	c

Letras diferentes indican diferencias altamente significativas en el crecimiento micelial

### b) Determinación de biomasa

Con respecto a la producción de biomasa (mg/ml) en tres distintos medios de cultivo. Como resultado del análisis estadístico se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los valores de producción de biomasa (Tabla 7).

La prueba de Duncan (tabla 9 anexo 6) nos permitió observar que el mejor medio de cultivo para la producción de biomasa fue SDA con una media  $3.40 \pm 0.27$  mg/ml., seguido de PDA y de nuevo en el medio de EMA fue donde se obtuvo la menor producción de biomasa.

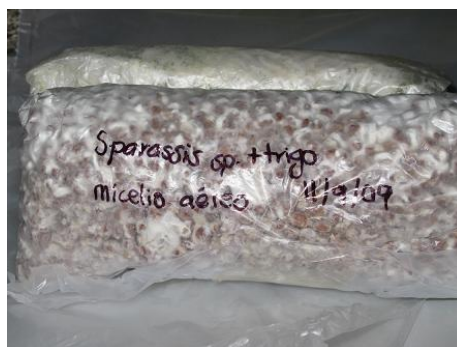
**Tabla 7.** Determinación de biomasa de la cepa spss 4 mg/ml en 3 medios de cultivo

Medios	Biomasa mg/ml	Clasificación $\alpha$ Duncan
EMA	0.23 $\pm$ 0.03	a
PDA	0.81 $\pm$ 0.15	b
SDA	3.40 $\pm$ 0.27	c

Letras diferentes indican diferencias altamente significativas en los valores de biomasa

#### 6.2.4 Inóculo de grano

Las cajas con medio de EMA, donde se resembró la cepa spss 3 fueron utilizadas para inocular el grano de trigo. Una vez que se inoculó el grano (*Triticum* spp.) con el micelio previamente propagado en medio EMA, este se incubó a una temperatura de 24°C en oscuridad total y después de 2 semanas el grano fue totalmente invadido por el micelio de la cepa spss 3 en bolsas de polipropileno etileno y para la misma cepa en bolsa de polipapel fueron 4 semanas (Figuras 32 y 33). El inóculo de grano se utilizó para inocular los sustratos para la producción de cuerpos fructíferos de *S. crispa*.



**Figura 32.** Inóculo de grano (*Triticum* spp.) en bolsa de polipapel.



**Figura 33.** Inóculo de grano, invadido por micelio de *S. crispa* en bolsa de polipropileno-etileno con filtro.

### 6.2.5 Sustrato

De las cuatro combinaciones utilizadas para la producción de cuerpos fructíferos las bolsas se mantuvieron en el área de incubación a una temperatura de 24°C y oscuridad total. Las mejores bolsas para la invasión micelial fueron las de polipropileno etileno con filtro.

Del primer experimento, a 2 bolsas se le aplicó choque térmico en cuarto frío durante 24 horas y la bolsa restante sin choque térmico, se pasó directamente a cuarto de fructificación (riegos y luz constantes). Del cuarto experimento, se paso directo a cuarto de fructificación bajo las mismas condiciones y no se le dio tratamiento térmico (Figura 34).

Sin embargo no se logró fructificar a *S. crispa* ya que a las 2 semanas en cuarto de fructificación las bolsas de sustrato se contaminaron.



**Figura 34.** Bolsas de sustrato en cuarto de fructificación

## 7. DISCUSIÓN GENERAL

El realizar este tipo de trabajo permite revalorar la importancia de los bosques (Mayorga *et al.*, 1998). Ya que el área donde se encuentra *S. crispa* es catalogada como una vegetación rica y diversa la cual se encuentra sometida a fuertes presiones humanas, como la extracción de madera, la agricultura y la ganadería (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001), por lo que esta diversidad florística se está perdiendo de la misma manera que la diversidad fúngica. Aunado a esto, la pérdida del conocimiento tradicional, también está sufriendo un decremento considerable.

El interés por estudiar esta especie surge de acuerdo con observaciones personales realizadas en campo en los meses de lluvias, y por el interés particular de los pobladores por *S. crispa*. Este hongo crece en la base de los árboles (*Pinus patula*) de los bosques de Zacualtipán de Ángeles, Hgo; también se trae a la venta en el mercado de esta cabecera municipal. Alcanza un tamaño entre 30 y 60 cm de diámetro con precios que oscilan entre \$30.00 y \$60.00 por racimo con un peso aproximado de 500 g a 2 kg. Es uno de los hongos comestibles más populares en la región y es referido con 20 nombres tradicionales. Es un hongo comestible y cultivable que además ha demostrado que presenta una importante actividad antitumoral (Harada *et al.*, 2002).

La metodología para la selección de los informantes depende de los objetivos de la investigación. En este trabajo los informantes fueron seleccionados al azar, mediante muestreo aleatorio entre los miembros de la población (Gómez-Veloz, 2002), pero también se trabajo con informantes clave es decir, aquellos poseedores de un mayor conocimiento de acuerdo con los informantes seleccionados al azar, y no se consideró a los

seleccionados intencionalmente por el investigador como se ha propuesto Germosén-Robineau (1995)., Gedif y Hahn (2003) y Tabuti *et al.*, (2003). En cualquiera de los casos fue importante contar con la disposición de los informantes (Alexiades, 1996).

Se obtuvieron 20 nombres tradicionales diferentes. Donde destacan: “cabeza de negro”, “pancita de venado”, seguido de “pancita”, “escobeta”, de la misma forma que en el trabajo Zamora-Martínez *et al.*, (2000) coinciden los nombres “cabeza de negro”, “panza de venado”. En una revisión bibliográfica de nombres comunes en lengua Zapoteca Gariabay-Orijel, (2009) presenta a *S. crispa* como cabeza de león y coliflor; así mismo coincide el hecho que los pobladores dan nombre común por la forma del basidioma, por lo tanto, el grado de conservación de los nombres tradicionales puede ser un indicativo de la importancia cultural de *S. crispa*, no así de la abundancia. Los nombres comunes son un reflejo vivo y dinámico de la interacción de la gente con su medio Gariabay-Orijel, (2009). El origen de muchos nombres comunes se pierde en la historia y otros en cambio, responden a la necesidad de nombrar elementos nuevos de un entorno cambiante (Garibay-Orijel, 2009).

Las entrevistas utilizadas (estructuradas y semiestructuradas) son técnicas etnográficas que permitieron reunir la información necesaria para señalar el grado de preferencia (Montoya-Esquivel, 2005), por *S. crispa*.

En cuanto a atributos ecológicos como la fenología, la mayoría de los informantes señalaron el período entre junio-agosto y julio-agosto, como los meses más importantes para la aparición de *Sparassis crispa* de la misma forma que Zamora-Martínez *et al.* (2000) que mencionó al periodo de junio-agosto como propicio para su recolecta. Sin embargo, en un estudio realizado por Garibay-Orijel *et al.*, (2009) sobre la disponibilidad

de esporomas en Ixtlán de Juárez, Oaxaca reportaron a *S. crispa* creciendo sólo en el mes de octubre.

Se obtuvieron 14 formas diferentes, resaltando “hervido”, “mole de olla”, caldo (preparado con cebolla, ajo y jitomate) y mole (con especias), coincidiendo con dos platillos en el trabajo de Zamora-Martínez *et al.*, (2000) en mole y guisado. Así mismo Garibay-Orijel *et al.*, (2007) en un estudio sobre significancia cultural de los hongos comestibles calcularon varios índices que indicaron importancia cultural entre ellos el índice de reconocimiento de sabor, donde según los informantes *Sparassis crispa* está catalogada como uno de los hongos de mejor sabor ( $\geq 6.67$ ). Según Garibay-Orijel *et al.*, (2007) hay una serie de factores prácticos que están involucrados en la decisión de cómo guisar un hongo, el estatus económico y los factores culturales (riqueza culinaria).

La gente entre 30 a 70 años tuvieron mayor conocimiento sobre *S. crispa* en contraste con Garibay-Orijel *et al.*, (2007) que registraron que los jóvenes mencionaron igual número de especies que los adultos.

En este estudio las mujeres tuvieron mayor porcentaje de mención sobre la especie estudiada que los hombres, al igual que en el estudio realizado por Jiménez-González, (2008) las mujeres mencionan más nombres se observó una relación 1:3 aunque del mismo modo no se entrevistó al mismo número de mujeres y hombres. Esta tendencia en cuanto al género y a la edad, aunada al hecho de que cada vez se enseña menos sobre hongos a las nuevas generaciones, puede resultar una pérdida considerable del conocimiento micológico tradicional a futuro, de igual forma en el trabajo de Garibay-Orijel

*et al.*, (2007) que obtuvieron el índice de transmisión de conocimiento y reporta a *S. crispa* como un hongo de menor importancia debido al proceso de transculturización y la incorporación de nuevas especies al conocimiento tradicional micológico de la zona.

La mayoría de los entrevistados consideró frío a *S. crispa* ya que mencionaron que son de la tierra y que nacen con la lluvia, al igual que Montoya, (1998) que reportó a los hongos en general como organismos de naturaleza fría debido a su alto contenido de agua.

Según la información obtenida de la mayoría de los informantes percibió a *S. crispa* como un hongo escaso, esto coincide con el hecho de que el bosque donde crece se encuentra sometido a fuertes presiones antropocéntricas (Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001), así mismo en el trabajo de Garibay-Orijel *et al.*, (2007) calcularon el índice de abundancia percibida y *S. crispa* fue percibida como un hongo raro ( $\leq 2.5$ ). Garibay-Orijel *et al.*, (2009) realizaron un muestreo en bosque de pino-encino en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, para determinar la disponibilidad de esporomas y reportaron a *S. crispa* como una especie rara ya que sólo produjo un esporoma y propusieron explotar de manera sustentable a los hongos como un recurso forestal no maderable de la misma forma reportaron a *S. crispa* con una abundancia rara Garibay-Orijel *et al.*, (2009).

En la región estudiada *S. crispa* se obtiene de la recolecta directa la mayoría de los casos es utilizado para venderlo con un precio \$10-100 y casi siempre es vendido en racimo completo Garibay-Orijel *et al.*, (2007) obtuvieron un índice de valor económico y reporta a *S. crispa* como una especie de importancia económica, a pesar de que fue reportado como un hongo raro.



Los entrevistados percibieron el tronco de ocote (*Pinus patula*) como el árbol donde se desarrolla *S. crispa*, seguido de encinal (*Quercus* spp.), lo que coincide con la literatura ya que se ha reportado creciendo principalmente en los bosques de coníferas (Stamets, 2000; Blanco-Dios *et al.*, 2006; Desjardin *et al.*, 2004; Harada *et al.*, 2002 Wang *et al.*, 2004).

La descripción macroscópica y microscópica coincide con la Phillips, (1991) en forma y tamaño del basidioma diámetro de 100-30 mm y 100-200 mm de largo ya que reportaron a *S. crispa*, así como en el color.

Nuestra descripción coincide con la forma y tamaño de las esporas, solo hay una discrepancia con la presencia de fíbulas ya que la especie de Zacualtipán al parecer no presentó fíbulas. Nasim *et al.*, (2007), también coincidieron con el tamaño y forma de las esporas y hábitat ya que también fue encontrado creciendo en la base de coníferas. Este es un nuevo reporte de *Sparassis crispa* Lahore, Pakistan.

Por otro lado el reporte de Blanco-Dios *et al.*, (2006) también describieron una nueva especie para España, la cual coincide con la forma de las esporas y difiere con su tamaño, de igual forma esta especie no presentó fíbulas. Desjardin *et al.*, (2004) describieron a *Sparassis cystidiosa* como especie nueva de un bosque mesófilo de montaña de Thailandia, coincide en el tamaño del basidiocarpo 200-250 mm de diámetro, los lóbulos no son lisos, estos presentan ornamentación, el tamaño de las esporas no es el mismo aunque en la forma si coinciden.

La cepa tiene un 100% de similitud con la secuencia de la cepa spss 3 *Sparassis crispa* TENN44575/ss28, y se cubre el 99% de la secuencia, esto coincide con el estudio

de Zheng *et al.*, (2004) que realizaron un estudio filogenético por medio de extracción de DNA, así como de caracteres morfológicos de las especies del género *Sparassis* y en particular *S. crispa* de igual forma coincide con los caracteres morfológicos y tiene similitud con *S. radicata*.

Por otra parte, mientras que el cultivo de macromicetes tiene gran relevancia social, económica y ecológica su práctica se ha convertido en una buena alternativa para la agricultura, lográndose obtener resultados de producción en poco espacio, en tiempo relativamente corto y con la posibilidad de producir alimentos de alto valor nutritivo empleando residuos agrícolas como sustratos (Martínez-Carrera *et al.*, 1993, 2007 y Valencia del Toro, 2002).

La cepa spss 3 presentó color blanco, textura algodonosa, fue abundante y presento micelio aéreo coincidiendo con las recomendaciones de Stamets, (2000) quien lo recomienda para la propagación micelial de esta especie y la cepa spss 4 presentó color blanco, textura y densidad variables dependiendo del medio de cultivo y está cepa no presento micelio aéreo. Stamets (2000), recomienda seguir los parámetros de cultivo de *Grifola frondosa*, ya que son muy similares; sin embargo, en el trabajo de Rendón-Ramírez *et al.*, (2010) propagaron y conservaron una cepa de *G. frondosa* en PDA, así mismo indican que las características del micelio blanco, rastrero o aéreo y aterciopelado, con zonas algodonosas depende del medio de cultivo.

El mejor medio de cultivo para el desarrollo micelial de la cepa spss 4, de acuerdo a pruebas estadísticas fue PDA seguido de SDA y EMA donde se obtuvo el menor

crecimiento micelial coincidiendo con el trabajo de Rendón-Ramírez *et al.* (2010) en el cultivo de *Grifola frondosa* donde el mejor medio fue PDA.

Así mismo las pruebas estadísticas nos permitieron observar que el mejor medio de cultivo para la producción de biomasa fue SDA, seguido de PDA y por ultimo EMA y esto difiere con el trabajo de Rendón-Ramírez *et al.* (2010) ya que el mejor fue PDA.

Los granos de trigo fueron utilizados para obtener inóculo de grano y las bolsas de polipropileno etileno fueron las mejores para la invasión micelial y las bolsas de polipael también fueron utilizadas pero la invasión tardo más tiempo; difiriendo con el trabajo de Rendón-Ramírez *et al.*, (2010) donde el inóculo de grano fue preparado en frascos con granos de trigo y otras combinaciones 1:1 de granos de trigo con olote de maíz triturado, aserrines de pino, encino y cedro.

De las cuatro combinaciones de sustrato utilizadas para la obtención de cuerpos fructíferos en ninguna de ellas se obtuvo el basidioma de *S. crispa* lo que difiere con el trabajo de Horie *et al.*, 2008; realizaron el cultivo de *S. crispa* y como componente principal utilizaron aserrín de pino rojo, salvado ajustando la humedad al 60%; así mismo coincide con que en este trabajo se utilizó aserrín de pino de igual forma con el porcentaje de humedad, no así la composición utilizada por Rendón-Ramírez *et al.*, (2010), para el cultivo de *G. frondosa* utilizaron una combinación de rastrojo-olote de maíz a una temperatura de 13-23°C, la cual fructificó a los 120 días.

Y las mejores bolsas nuevamente fueron las de polipropileno etileno con filtro dichas bolsas recomendadas por Stamets, (2000) para el cultivo de *S. crsip*a y *G. frondosa*.

## 8. CONCLUSIONES

- Se recopilaron 20 nombres tradicionales diferentes entre los que destacan “cabeza de negro” con 18 menciones, “pancita de venado” con 17 menciones, seguido de “pancita” 15, “escobeta” con 11.
- La época donde se puede encontrar *S. crispa* según la percepción de los pobladores de Zacualtipán de Ángeles son los meses de junio-agosto, julio-agosto.
- Se obtuvieron 14 formas distintas de preparar la especie estudiada, destacando hervido, caldo, mole de olla y mole con especias.
- Los informantes entre 31-70 años mostraron mayor conocimiento sobre *S. crispa*.
- En cuanto al género las mujeres tuvieron más menciones para la asignación de nombres tradicionales, no así para los hombres.
- La mayoría de los entrevistados consideró frío a *S. crispa* ya que mencionan que son de la tierra y que nacen con la lluvia.
- En cuanto a la abundancia percibida por los pobladores la mayoría considera que escaso.
- *S. crispa* se obtiene de la recolecta directa en campo, el cual según la información obtenida algunas veces lo ocupan para autoconsumo, pero en la mayoría de los casos es utilizado para venderlo en el mercado de la cabecera municipal con un precio que va desde los \$10-100.
- Los entrevistados perciben el tronco de ocote (*Pinus patula*) como el árbol donde se desarrolla *S. crispa*, seguido de encinal (*Quercus* spp.)
- La forma y tamaño de los ejemplares recolectados coinciden con la descripción de Phillips, (1991); además de que la cepa spss 3 tuvo un 100% de similitud con la

secuencia de *Sparassis crispa* strain TENN44575/ss28, y se cubre el 99% de la secuencia.

- En cuanto al crecimiento micelial para la cepa spss 3 el mejor medio de cultivo fue EMA y para la cepa spss 4 fue PDA y SDA; spss3 tuvo micelio aéreo y abundancia considerable; spss 4 no presento micelio aéreo.
- Para desarrollo micelial el mejor medio es PDA seguido de SDA y EMA; por otro lado para la producción de biomasa es SDA seguido de PDA y EMA.
- El inóculo de grano con trigo (*Triticum* spp.) con el uso de bolsas de polipropileno-etileno con filtro permitió la invasión total del grano de trigo en 2 semanas, a una temperatura de 24°C en oscuridad total.
- De las cuatro combinaciones de sustrato la primera combinación (aserrín encino, cascarilla de algodón, sorgo, mijo) el micelio invadió en 120 días y no se obtuvieron cuerpos fructíferos en ninguna combinación.

## 8.1 Perspectivas

*S. crispa* es un hongo difícil de encontrar debido a las fuertes presiones antropomórficas que sufren los bosques a los que se encuentra asociado, por lo que existe una gran pérdida de la diversidad desde nivel genético por lo que es primordial preservarla ya que esta especie es importante tanto a nivel ecológico, económico y social.

Por lo que la implementación de su cultivo es importante ya que al realizar la transferencia de tecnología cerca de las comunidades vegetales se disminuiría el impacto hacia los bosques, se llevaría a un manejo sustentable del área.

Así mismo se han reportado algunos estudios sobre las propiedades medicinales como actividad antitumoral, así como la inducción de las células hematopoyéticas, aunque son pocos los estudios en México no existe ningún estudio enfocado a las propiedades medicinales que puedan presentar los basidiomas de *S. crispa* que crecen en los bosques de México, por lo que resultaría un gran aporte el comenzar con este tipo de estudios aun comenzando desde nivel de cepa. Sobre todo si se considera la percepción de los informantes en cuanto a la disminución de su población.

## 9. Literatura citada

- Alexopoulos, C.J, C.W. Mims y M. Blackwell. 1996. **Introductory Mycology**. 4<sup>rd</sup> ed., John Wiley & Sony Inc. New York.
- Alexaides, M. 1996. **Protocol for conducting ethnobotanical research in the tropics**. In: **Alexaides, M (Ed.) Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: a Field Manual**. New York Botanical Garden. Nueva York, EEUU. 5-18.
- Alcántara-Ayala, O, I. Luna-Vega. 2001. **Análisis Florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa**. *Acta Botánica Mexicana* 54: 51-87.
- Ancona Méndez, L, G. Cetz Zapata, R. Belmar Casso y C. Sandoval Castro. 2007. **Cultivo de *Pleurotus djamor* y *P. ostreatus* en Yucatán**. En: **El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp. en México**. Sánchez J. E., D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, 131 pp.
- Belmont, F y A. Bautista Gálvez. 2010. **Cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en la sierra de Tenosique, Tabasco**. En: **Libro de resúmenes “Taller iberoamericano sobre hongos comestibles”** 21 pp.
- Blanco-Dios, J, Z. Wang, M. Binder y D. S. Hibbett. 2006. **A new *Sparassis* species from Spain described using morphological and molecular data**. *Mycological Research* 110: 1227-1231.
- Blumenfeld, S. N. 1998. **Cultivo de hongos comestibles sobre residuos agroindustriales**. Imprenta Malvinas Argentina. Buenos Aires.
- Burdsall, H. H. 1988. **Type studies and nomenclatural considerations in the genus *Sparassis***. *Mycotaxon* 31, (1): 199-206.

- Cayetano, M, T. Bernabé. 2008. **Cultivo de *Pleurotus* sobre residuos de las cosechas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y plátano (*Musa paradisiaca*).** *Revista Mexicana de Micología*. 26: 57-60.
- Cortés-Martínez, M. C, L. Romero-Bautista, Y. Dorado-Santana y M. Jiménez-González. 2007. **Evaluación del potencial de cultivo de *Polyporus alveolaris* (DC.) Bondartsev & Singer, proveniente de Ixcatlán, municipio de Molango, Hgo.** The second international workshop on biotechnology and the second international meeting on alternative energies.
- Challenger, A. 1998. **Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado y presente.** CONABIO, UNAM, Agrup. Sierra Madre, México D.F.
- Chang, S. T. 1993. **Mushroom biology: the impact on mushroom production & mushroom products.** In: **First international Conference on Mushroom Biology & Mushroom Products, Hong Kong.**
- Chang, S. T. y P. G. Miles, 2004. **Mushroom biology: a new discipline.** *Mycologist* 6: 64-65.
- Cotton, C. M. 1997. **Ethnobotany.** Wiley Editorial Offices. New York.
- Curiel Pérez L, C. Morales Olivares, E. Sánchez Marín, R. Ramírez Carrillo y H. Leal Lara. 2010. **Optimización de las condiciones para el cultivo de shiitake.** En: **Libro de resúmenes “Taller iberoamericano de hongos comestibles”.**
- Dai, Y. Ch, Z. Wang, M. Binder y D.S. Hibbett. 2006. **Phylogeny and a new species of *Sparassis* (Polyporales, Basidiomycota): evidence from mitochondrial atp6, nuclear rDNA and rpb2 genes.** *Mycologia* 98 (4): 584 -592.



- Desjardin, D, Z. Wang, M. Binder y D. Hibbett. 2004. ***Sparassis cystidiosa* sp. nov. from Thailand is described using morphological and molecular data.** *Mycologia*. 96 (5): 1010-1014.
- Dorado-Santana, Y, L. Romero-Bautista, M. del C. Cortés-Martínez y D. V. Sánchez-Martínez. 2007. **Evaluación del potencial de cultivo de *Lentinula edodes* (Berk. & Mont.) Plegier en diferentes sustratos disponibles en el estado de Hidalgo.** The second international workshop on biotechnology and the second international meeting on alternative energies.
- Estrada-Torres, A. 1989. **La etnomicología: avances, problemas y perspectivas.** Examen predoctoral. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México D.F.
- García Zavala, E y L. Acosta Urdapilleta. 2010. **Evaluación del patrón de producción del hongo *Trametes versicolor* sobre diferentes sustratos sólidos lignocelulósicos. En: Libro de resúmenes “Taller iberoamericano sobre hongos comestibles”** 25 pp.
- Garibay-Orijel, R, J. Caballero, A. Estrada-Torres y J. Cifuentes. 2007. **Understanding cultural significance, the edible mushrooms case.** *Journal of Ethnobiology and Etnomedicine* 3: 4 1-18.
- Garibay-Orijel, R. 2009. **Los nombres zapotecos de los hongos.** *Revista Mexicana de Micología*. 30: 43-61.
- Garibay-Orijel, R, J. Córdova, J. Cifuentes, R. Valenzuela, A. Estrada-Torres y A. Kong. 2009. **Integrating wild mushrooms use into a model of sustainable**

- management for indigenous community forests. Forest Ecology Management** 258: 122-131.
- Garibay-Orijel, R, M. Martínez-Ramos y J. Cifuentes. 2009. **Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Revista Mexicana de Biodiversidad** 80: 521-534.
- Gedif, T y H. Hahn. 2003. **The use of medicinal plants in self-care in rural central Ethiopia. J. Ethnopharmacol** 87: 155-161 pp.
- Germosén-Robineau, L. 1995. **Hacia una Farmacopea Vegetal Caribeña. TRAMIL 7**, Enda-Caribe, UAG, Universidad de Antioquia, Santo Domingo, República Dominicana.
- Godínez-Ibarra, O, G. Ángeles-Pérez, L. López-Mata, E. García-Moya, J.I. Valdez-Hernández, H De los Santos-Posadas y A. Trinidad-Santos. 2007. **Lluvia de semillas y emergencia de plántulas de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* en La Mojonera, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad** 78: 117-128.
- Gómez-Veloz, A. 2002. **Plant use knowledge of the Winikina Warao: The case for questionnaires in ethnobotany. Economic Botany** 56: 231-242.
- Guzmán, G. 1997. **Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina. Introducción a la etnomicología aplicada a la región. CONABIO-Instituto de Ecología, A.C; Xalapa.**
- Guzmán, G. 2001. **Presentación del primer encuentro nacional de etnomicólogos. Etnobiología** 1: 65-68.
- Harada, T, N. Mura, Y. Adachi, M. Nayajima, T. Yadomae y N. Ohno. 2002. **Effect of SCG, 1-3-b-D-Glucan from *Sparassis crispa* on the Hematopoietic Response in**

**Cyclophosphamide induced Leukopenic Mice. Notes Biological Pharmaceutical Bulletin.** 25 (7): 931-939.

Harada,T, N. Mura, Y. Adachi, M. Nayajima, T. Yadomae y N. Ohno. 2003. **Antibody to Soluble 1,3/1,6-b-D-Glucan, SCG in Sera of Naive DBA/2 Mice. Notes Biological Pharmaceutical Bulletin.** 26 (8): 1225-1228.

Harada,T, N. Mura, Y. Adachi, M. Nayajima, T. Yadomae y N. Ohno. 2005. **Soy Isoflavone Aglycone Modulates A Hematopoietic Response in Combination with Soluble b-Glucan: SCG. Notes Biological Pharmaceutical Bulletin.** 28 (12): 2342-2345.

Hawksworth, D. L. 2002. **Why Study Tropical Fungi?. En: Tropical Mycology, (2) Micromycetes. Watling R, J. C. Frankland, A. M. Ainsworth, S. Isaac y C. H. Robinson (Eds).**

Horie, K, R. Rakwal, M. Hirano, J. Shibato, H. Wook, Y. Sam Kim, Y Kouzuma, G. K. Agrawal, Y. Masuo y M. Yonekura. 2008. **Proteomics of two Cultived Mushrooms *Sparassis crispa* and *Hericium erinaceum* provides insight into their numerous functional Protein Components and Diversity. Journal of Proteome Research** 7 (5): 1819-1835.

Jiménez, M. 2008. **Uso de los macromicetes de Molango de Escamilla, Hidalgo, México.** Tesis de Licenciatura (Biología). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Jiménez-Jiménez, A. M, R. Martínez García, H. León Avendaño y R. Enríquez del Valle. 2009. **Evaluación biológica de cepas de *Neolentinus sp.*, *Pleurotus djamor* y**

- Lentinula edodes* cultivadas sobre bagazo de maguey mezcalero. En: Memorias del X Congreso Nacional de Micología** Guadalajara, Jalisco, México 271 pp.
- Kawagishi, H, K. Hayashi, S. Tokuyama, N. Hashimoto, T. Kimura y M. Dombo. 2007. **Novel Bioactive Compound from the *Sparassis crispa* Mushroom. Bioscience Biotechnology Biochemistry.** 71 (7): 1804-1806.
- Kirk P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter y J.A., Stalpers, 2008. **Dictionary of the Fungi**, 10th Edition. The Netherlands, 784 pp.
- Kornerup, A. y J. H. Wanscher. 1978. **Methuen handbook of colour.** Eyre Methuen & Co., Ltd., London.
- Largent, D, D. Johnson y R. Watling. 1973. **How to identify mushrooms to genus III: Microscopic Features.**1-113 pp.
- López Cortéz, E, L. Moreno Ruíz, J. E. Sánchez y R.H. Andrade Gallegos. 2007. **Aislamiento de cepas haploides recombinantes del género *Pleurotus* spp. y evaluación de híbridos de *P. djamor*. En: Memorias X Congreso Nacional de Micología** Guadalajara, Jalisco, México 281 pp.
- Lu, S. I, T. J. Leonard, S. Dick y G.F. Leathman. 1988. **A new strategy for genetic improvement of edible fungi through enhancement of their lignocelluloses degrading and fruiting abilities. Micologia Neotropical Aplicada** 1: 5-19.
- Luna-Vega, I y O. Alcántara-Ayala. 2001. **Florística del bosque mesófilo de montaña de Hidalgo. Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental; Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.)** Las Prensas de Ciencias, México, D.F.169-191 pp.

- Márquez Mota C, H. Leal Lara y R. Ramírez Carrillo. 2010. **Evaluación de diferentes formulaciones para el cultivo de *Pleurotus eryngii***. En: Libro de resúmenes “Taller iberoamericano de hongos comestibles” 23 pp.
- Martin, K. J. y R. L. Gilbertson. 1978. **Decay of Douglas-fir by *Sparassis radicata* in Arizona**. *Phytopathology* 68: 149-154.
- Martínez-Carrera, D, P. Morales y M. Sobal. 1990. **Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre bagazo de caña enriquecido con pulpa de café o paja de cebada**. *Micología Neotropical Aplicada* 3: 49-52.
- Martínez-Carrera, D, R. Leben, P. Morales, M. Sobal y A. Larqué-Saavedra. 1991. **Perspectivas del cultivo de los hongos comestibles en México**. *Ciencia y Desarrollo* 96: 33-43.
- Martínez-Carrera, D, A. Larqué-Saavedra, P. Morales, M. Sobal, W. Martínez y A. Aguilar. 1993. **Los hongos comestibles de México: biotecnología para su reproducción**. *Ciencia y Desarrollo* 108: 41-49.
- Martínez-Carrera, D, A. Larqué-Saavedra, M. Aliphath, A. Aguilar, M. Bonilla y W. Martínez. 2000. **La biotecnología de hongos en la seguridad y soberanía alimentaria de México**. En: **II Foro sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria, Hermosillo, Sonora**. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT.
- Martínez-Carrera, D, P. Morales, E. Pellicer-González, H. León, A. Aguilar, P. Ramírez, P. Ortega, A. Largo, M. Bonilla y M. Gómez. 2002. **Studies on the traditional management, and processing of matsutake mushrooms in Oaxaca, Mexico**. *Micología Aplicada International* 14: 25-42.

- Martínez-Carrera, D, P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla y W. Martínez. 2007. **México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción consumo de los hongos comestibles.** 20 pp. En: **El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp. en México.** Sánchez J. E., D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, D.F.
- Mata, G. y D. Salmenes. 2003. **Edible Mushroom Cultivation at the Institute of Ecology in Mexico. *Micologia Aplicada International.*** 15 (1): 23-29.
- Mata-Pinzón, S, D. Méndez Granados y M. Zurita Esquivel (coordinadores). 1994. **Diccionario Enciclopédico de la medicina tradicional Mexicana I.** Instituto Nacional Indigenista, México.
- Mayett, Y y D. Martínez-Carrera. 2010. **El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México.** En: **Hacia un desarrollo Sostenible del Sistema de producción–consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el siglo XXI.** Martinez-Carrera, D, N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales y V. M. Mora (Eds.). Red latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales-COLPOS-UNS-CONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP, Puebla. 648 pp.
- Mayorga, R, I. Luna-Vega y O. Alcántara-Ayala. 1998. **Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango-Xochicoatlán, Hidalgo, México.** **Boletín de la Sociedad de Botánica.** México 63: 101-119.
- Mester, T, E. Varela y M. Tien. 2004. **Wood Degradation by Brown-Rot and White-Rot Fungi. *The Mycota II.*** Genetics and Biotechnology 2<sup>nd</sup> Edition 355-368 pp.

- Montiel, E, J. C. Barragán, I. Tello, V. M. Mora, I. León y D. Martínez-Carrera. 2008. **Characterization and cultivation of *Psilocibe barrerae*. *Micologia Aplicada International* 20 (2): 69-74.**
- Montiel Peña, M, L. Acosta Urdapilleta, F. Medrano Vega, M. Adame Román y E. Villegas Villareal. 2010. **Cultivo de cepas de *Pycnoporus sanguineus*, sobre aserrines de pino, encino y cedro. En: Libro de resúmenes “Taller iberoamericano de hongos comestibles” 16 pp.**
- Montoya, A. 1998. **El consumo de los hongos silvestres en México. En: Memorias del primer Simposio Nacional de Hongos Comestibles. (Pachuca, Hgo. Sep.) INIFAP/UAEH 33-38 pp.**
- Montoya, A. 2005. **Aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles, en el Volcán La Malinche, Tlaxcala, México.** Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Mora, V. y D. Martínez-Carrera. 2007. **Investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre el cultivo de setas de *Pleurotus* spp. en México. 7 pp.** En: **El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp. en México. Sánchez J. E., D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México.**
- Nasim, G; R. Bajwa y M. Ali. 2007. ***Sparassis crispa* (Wulf.) Fr., the cauliflower Mushroom- a new record from Lahore, Pakistan. *Mycopathology*. 5 (2): 119-120.**
- Pavón N. P, M. Meza Sánchez. 2009. **Cambio climático en el estado de Hidalgo: clasificación y tendencias climáticas.** Universidad Autónoma del Estado de

Hidalgo. México.

Pérez-Rodríguez, P.M. 1999. **Las hayas de México, monografía de *Fagus grandifolia* spp. mexicana.** Universidad Autónoma de Chapingo, Montecillo, Estado de México. 51-65 pp.

Raymundo, T. y R. Valenzuela. 2003. **Los Poliporáceos de México VI. Los hongos Poliporoides del Estado de Oaxaca.** Núm 16: 79-112.

Rendón Ramírez, A; L. Acosta Urdapilleta y F. Medrano Vega. 2010. **Cultivo de *Grifola frondosa* cepa HEMIM-43 en sustratos lignocelulósicos esterilizados en Morelos, México.** En: Libro de resúmenes “Taller iberoamericano de hongos comestibles” 16 pp.

Romero, L. 2002. **Aislamiento Caracterización y Evaluación del potencial de cultivo de *Pleurotus opuntiae* (Dur. & Lév.) Sacc.** Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM.

Romero, L. 2005. Micotecnología. **Tópicos acerca de Hongos Macroscópicos Bases para su Aprovechamiento y Conservación.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Centro de Investigaciones Biológicas. 25 de octubre, 2005. Memorias.

Royse, J.D. 2003. **Cultivation of Oyster Mushroom.** The Pennsylvania State University. USA.

Ruelas Medina, J. J, C. Soto Velazco, I. Álvarez. 2007. **Aislamiento de cepas de *Volvariella volvacea* recolectadas sobre bagazo de maguey tequilero.** En: **Memorias X Congreso Nacional de Micología** Guadalajara, Jalisco, México 286 pp.



- Ryvarden, L. 1991. **Genera of *Polypores* nomenclature and taxonomy.** Printed at Grolands Grafiske A/S Oslo Norway.
- Sobal, M; P. Morales y D. Martínez-Carrera. 1989a. **Efecto el pH sobre el crecimiento de diversas cepas mexicanas y extranjeras de hongos comestibles en el laboratorio.** *Micología Neotropical Aplicada* 2: 19:39.
- Stamets, P. 2000. **Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms.** Third edition. Printed in Canada pp. 409-413 pp.
- Toledo, V. M. y M. de J. Ordoñez. 1998. **El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres.** In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R; Lot, A y Fa, J. (ed). **Diversidad Biológica de México, orígenes y distribución.** UNAM. México, D.F.
- Tabuti, JR, K. A. Lye y S. Dhillion. 2003. **Traditional herbal drugs of Bulamogi. Uganda. Plants use and administration.** *J. Ethnopharmacol* 88: 19-44.
- Valencia del Toro, G. 2002. **Estudio sobre la expresión del color de esporóforos en *Pleurotus* spp. por apareamientos de neohaplontes compatibles y progenies monospóricas.** Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Valencia del Toro, G, M. A. Tepecho, R. Ramírez Carrillo y H Leal Lara. 2007. **Productividad de cepas híbridas coloridas del género *Pleurotus*.** En: **El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp. en México.** Sánchez J. E., D. Martínez-Carrera, G. Mata y H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México.
- Varela, L, y J. Cifuentes. 1979. **Distribución de algunos macromicetos en el norte del estado de Hidalgo.** *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología.* 13: 75-88.

- Vázquez, R, P. Arias, N. Ayala, A. Cervantes y M. Jiménez. 2009. **Aprovechamiento de aserrín de pino, hojas palmera abanico y bagazo de yuca para la producción de *Lentinula edodes*. En: Memorias X Congreso Nacional de Micología** Guadalajara, Jalisco, México 118 pp.
- Villarreal, L. y Pérez-Moreno, 1989 **Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral. Micología Neotropical Aplicada 2: 77-114.**
- Wang, Z, Y. Dai y D. Hibbett. 2004 **Phylogenetic relationships of *Sparassis* inferred from nuclear and mitochondrial ribosomal DNA and RNA polymerase sequences. Mycologia, 96 (5): 1015-1029.**
- Wilson, E.O. 1988. **Biodiversity**, National Academic Press, Washington, DC.
- Zamora-Martínez, M, G. Alvarado-López y J.M Dominguez-Gómez. 2000. **Hongos silvestres comestibles región de Zacualtipán, Hidalgo.** INIFAP produce CIR CENTRO. Publicación especial n. 13
- Zamora Martínez, M. y P. Nieto de Pascual. 2004. **Studies of *Tricholoma magnivelare* in México. Micología Aplicada Internacional (16): 12-23.**
- Zheng Wang, M.B, Y. Ch. Dai y D.S. Hibbett. 2004. **Phylogenetic relationships of *Sparassis* inferred from nuclear and mitochondrial ribosomal DNA and RNA polymerase sequences. Mycologia, 96 (5): 1015-1029.**

Anexos

Anexo 1. Matriz de presencia-ausencia de nombres tradicionales de *S. crispa* mencionados por parte de los pobladores.

Nombre común	Tlahuelompa	Tizapán	El reparo	Atopixco	La mojonera	Mercado	Total
1 Sopa de moños	1	0	0	0	0	0	1
2 Pancita	4	4	0	5	2	0	15
3 Escobeta, escobetilla	0	5	2	1	0	3	11
4 Cabeza o corona de vendo	0	2	0	0	0	0	2
5 Pancita de venado	0	12	0	0	1	4	17
6 Toshilli	0	2	0	4	0	0	6
7 Cabeza de chino	0	1	2	0	0	0	3
8 Panza de borrego	0	1	0	0	1	1	3
9 Coliflor	0	1	0	1	0	0	2
10 Orejitas	0	1	0	0	0	2	3
11 Cabeza de negro	0	0	4	0	12	2	18
12 Oreja de ratón	0	0	0	4	0	1	5
13 musgo	0	0	0	1	0	0	1
14 negro	0	0	0	1	0	0	1
15 Hortencia	0	0	0	1	3	0	4
16 Cabeza de borrego	0	0	0	3	2	0	5
17 Seta	0	0	0	3	0	0	3
18 Cabeza de indio	0	0	0	0	1	0	1
19 Clavelito	0	0	0	0	0	2	2
20 Mexicano coatitla	0	0	0	0	0	1	1
Total	5	29	8	24	22	16	

Anexo 2. Matriz de presencia-ausencia de las formas más comunes de preparar *S. crispa*.

Guisado	Atopixco	El reparo	La mojonera	Tizapán	Tlahuelompa	Mercado	Total
Hervido	1	1	1	1	1	1	6
Frito con cebolla	1	0	1	0	1	1	4
A la mexicana	1	0	1	0	1	0	3
Mole de olla	1	1	1	1	1	1	6
Mole espeso	1	1	1	1	0	1	5
Caldo	1	1	1	1	1	1	6
Asado	1	0	0	1	0	1	3
Con nopales	1	0	1	0	0	0	2
Tamales	1	1	1	0	0	1	4
Quesadillas	1	0	1	1	0	1	4
Salsa verde	1	1	1	0	0	0	3
Con alón de gallina	0	1	0	0	0	0	1
En adobo	0	0	0	1	0	0	1
Con carne de res o pollo	0	0	0	0	0	1	1
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	

Anexo 3. Matriz de mención de los nombres comunes por rango de edad.

Categoría de mención	Rangos de edad							
	10 a 20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90
<b>0</b>	3	11	12	9	10	13	4	1
<b>1</b>	2	7	<b>15</b>	<b>11</b>	9	<b>11</b>	10	4
<b>2</b>	0	2	3	3	2	<b>5</b>	2	0
<b>3</b>	0	0	1	<b>2</b>	<b>2</b>	0	0	0

Anexo 4. Matriz de presencia-ausencia de donde crece *S. crispa* que indicaron los pobladores.

Árbol mencionado	Tlahuelompa	Tizapán	Atopixco	El reparo	La mojonera	Mercado	Total
Encinal	1	1	0	0	1	1	4
Tronco encino	0	0	1	1	1	1	4
Tronco de ocote	0	1	1	1	1	1	5
Tronco seco	0	0	1	1	1	1	4
Coatlalpal	1	1	0	0	0	0	2
Madera muerta o apolillada	0	0	1	0	1	1	3
<b>Total</b>	2	3	4	3	5	5	

Anexo 5

Resultados identificación molecular hecha por Dr. Armando Arias de la Universidad de Guadalajara

*Sparassis*

TGGAGCTGGCCTTCTCGGAGGCATCGTGCACGCCTCGCCCGTCCCATATCATACTGTGAACTTTTT  
 GGTAGGCGGGTTTGCCTAGGCCTCGAAAGGGGTCGACCGGCCCTCCGGCCGTCTTTATATATACAC  
 ACCATACGAGTCTTTAGAATGTTTGTGCGTCTCGACGCATCTTATATATAACTTTTCAGCGACGGATCT  
 CTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAACGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTG  
 AATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCTCCTCGGTATTCCGAGGAGCATGCCTGTTTGAGTGTC  
 ATGAAATTATCAACCCTCCTCCTTTATCGGCGGTGGGGCTTGGACTTGGAGGCTTTGCGGGCTTTT  
 AACGAGTCGGCTCCTCTCAAATGCATTAGC

Tabla 1. Numero de acceso de las secuencias de *Sparassis* spp. que presentan mayor similitud con la secuencia del hongo identificado.

<b>Accession</b>	<b>Description</b>	<b><u>Query coverage</u></b>	<b><u>Max ident</u></b>
<a href="#">gi 29150758 AY218445.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain TENN44575/ss28 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	99%	100%
<a href="#">gi 29150743 AY218430.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain zw-clarku003/ss9 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	99%	99%
<a href="#">gi 29150762 AY218449.1</a>	<b><i>Sparassis radicata</i></b> strain TENN50232/ss32 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	99%	99%
<a href="#">gi 23477232 AF308848.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain DGSc1 internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence	99%	98%
<a href="#">gi 269115337 GU138864.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain KGBFRISC0907 internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	99%	98%

<u>Accession</u>	<u>Description</u>	<u>Query coverage</u>	<u>Max ident</u>
	RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence		
<a href="#">gi 269115336 GU138863.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain KGBFRISC0902 internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence	99%	98%
<a href="#">gi 148373510 EF187762.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain ASI 150007 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	99%	98%
<a href="#">gi 29150759 AY218446.1</a>	<b><i>Sparassis radicata</i></b> strain TENN56253/ss29 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	99%	98%
<a href="#">gi 23477235 AF308851.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain DGSc4 internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence	99%	98%
<a href="#">gi 23477234 AF308850.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain FRI245 internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence	99%	98%
<a href="#">gi 23477233 AF308849.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain DGSc2 internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence	99%	98%
<a href="#">gi 56201392 AB180676.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> genes for ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, strain: MAFF 238626	99%	98%
<a href="#">gi 27261448 AY156947.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain ASI 150019 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 25S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	98%

<u>Accession</u>	<u>Description</u>	<u>Query coverage</u>	<u>Max ident</u>
<a href="#">gi 27261443 AY156942.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain ASI 150010 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 25S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	98%
<a href="#">gi 27261442 AY156941.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain ASI 150009 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 25S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	98%
<a href="#">gi 27261441 AY156940.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain ASI 150008 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 25S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	98%
<a href="#">gi 27261440 AY156939.1</a>	<b><i>Sparassis crispa</i></b> strain ASI 150007 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 25S ribosomal RNA gene, partial sequence	99%	98%



Anexo 6. Análisis estadístico

Tabla 7. Análisis de varianza para identificar diferencias significativas en el desarrollo micelial de la cepa spss4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculada	F tablas	Interpretación
Medios	6.034	2	3.017	93.580	3.23 5.18	**
Repeticiones	1.012	9	.112	3.489	2.12 2.89	**
Error	1.290	40	.032			
Total	10.554	51				

\*\* Diferencia altamente significativa

Tabla 8.- Prueba de DUNCAN para desarrollo micelial de la cepa spss4 en 3 medios de cultivo

	Medios de cultivo	Crecimiento micelial (cm)			Interpretación
		Grupos			
		1	2	3	
Duncan <sup>a,b,c</sup>	EMA	6.8167	7.5000	7.8650	6.8167 ± .255225a
	SDA				7.5000 ± .27338 b
	PDA				7.8650 ± .09333 c

Letras diferentes indican diferencia altamente significativa

Tabla 9.-Análisis de varianza para identificar diferencias significativas en la determinación de biomasa de la cepa spss4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada	F de tablas	Interpretación
Medios	38.402	2	19.201	462.456	3.63 6.23	**
Repetición	.664	16	.042			NS
Error	1.290	18				
Total	39.066					

\*\* Diferencia altamente significativa

NS no existe diferencia significativa

**Biomasa**

**Tabla 10.- Prueba de DUNCAN para producción de biomasa micelial de la cepa spss4**

		Producción de biomasa (mg/ml)			Interpretación
		Grupos $\alpha = 0.05$			
Medios		1	2	3	
Duncan <sup>a,b</sup>	EMA	.238571			0.238571 $\pm$ .0313798 a
	PDA		.819048		0.819048 $\pm$ .1551607 b
	SDA			3.400000	3.400000 $\pm$ .2777460 c

Letras diferentes indican diferencia significativa

Anexo 7.



Figura 34. Entrevista etnobotánica en Tizapán.

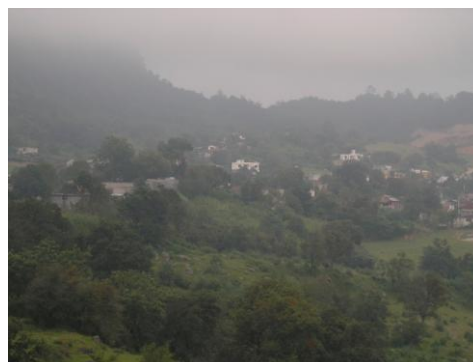


Figura 35. Vista panorámica de la comunidad de Tizapán.



Figura 36. Bosque de *Pinus patula* en

Carpinteros, San Agustín Metzquitlán; Hgo.

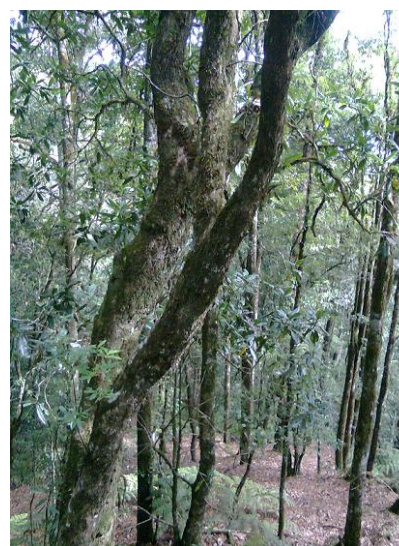


Figura 37. Bosque de *Fagus grandifolia* en La  
mojonera, Zacualtipán.



Figura 38. *S. crispa* asociada a *Pinus patula*.



Figura 39. *S. crispa* en mercado de Zacualtipán.





**Figura 40.** *S. crispa* en la cocina.



**Figura 41.** Picado del hongo para su preparación.



**Figura 42.** Lóbulos de *S. crispa*.



**Figura 43.** Secado y obtención de esporada de la especie.



**Figura 44.** Resiembra de la cepa spss 3.



**Figura 45.** Obtención de biomasa micelial en SDA.

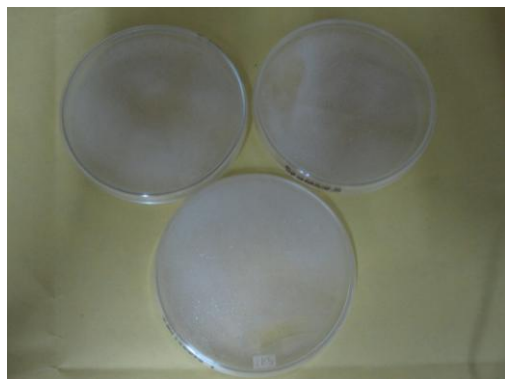


Figura 46. Cepa spss 3 en EMA.

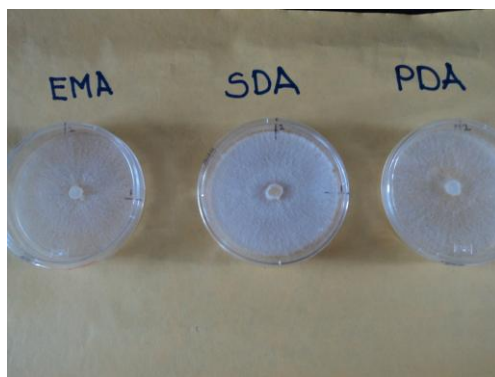


Figura 47. Cepa spss 4 en tres medios de cultivo.



Figura 48.- Inóculo de grano.



Figura 49. Invasión de micelial de los granos de trigo en bolsa polipropileno etileno con filtro



Figura 50. Remojo de los componentes del sustrato.



Figura 51. Bolsas de sustrato en cuarto de fructificación.