



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA**

T E S I S

**Producción de híbridos mejorados de *P. ostreatus* de color
claro, estípites cortos y portadores del gen asporógeno**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA
MARICRUZ ZUÑIGA GARCIA**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX
2017**

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE Profesor: HERMILO LEAL LARA

VOCAL Profesor: GUILLERMO ANTONIO SEGURA ESPINOSA

SECRETARIO Profesor: SAMUEL CANIZALES QUINTEROS

1er. SUPLENTE Profesor: NORMA ANGELICA CASTELLANOS CHAVEZ

2º SUPLENTE Profesor: GENARO JIMENEZ REYES

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

**FACULTAD DE QUÍMICA, DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA, CONJUNTO “E”, LABORATORIO 324, UNAM**

ASESOR DEL TEMA:

DR. HERMILO LEAL LARA

SUPERVISOR TÉCNICO:

DRA. REBECA RAMÍREZ CARRILLO

SUSTENTANTE:

MARICRUZ ZUÑIGA GARCIA

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional y haberme dado salud para lograr mis objetivos, así como los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día.

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Por permitirme ser parte de la mejor universidad de México y por abrirme las puertas de la Facultad de Química la cual no solo me lleno la cabeza de conocimiento, también me dio la oportunidad de conocer gente maravillosa.

A mis maestros

Al Dr. Hermilo Leal Lara por su valioso asesoramiento para la elaboración de esta tesis. Por compartir conmigo su conocimiento y por su ayuda brindada.

A la Dra. Rebeca Ramírez por su gran apoyo, paciencia y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, por su sincera amistad y sus consejos.

Y finalmente a los maestros, aquellos que marcaron mi camino durante este tiempo.

A los miembros del jurado

Dr. Hermilo Leal Lara

Prof. Guillermo Antonio Segura Espinosa

Dr. Samuel Canizales Quinteros

Profa. Norma Angélica Castellanos Chávez

Prof. Genaro Jiménez Reyes

DEDICATORIA

A mi mamá Roja

Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me has apoyado en todo momento, por tus consejos, tus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por tu amor y por ser la madre más perfecta que puedo tener.

A mi papá Juan

Por ser el único hombre que siempre me adoraré incondicionalmente, por ser un pilar fundamental en todo lo que soy, por tu incondicional apoyo, por el valor mostrado para salir adelante y por ser el mejor padre que puedo tener.

A mis hermanos Omar y Mayra

A ti Omar porque siempre serás mi mejor ejemplo para salir adelante, por ser mi hermano mayor del cual aprendo mucho y porque siempre estás en los momentos difíciles, a ti Mayra por estar conmigo, apoyarme siempre y darme tu cariño. ¡Los quiero mucho! Y espero se sientan muy orgullosos de mi, así como yo de ustedes.

A mi Cuñada Matí y mis sobrinos Gretel, Dulce y Juan

Por el apoyo que siempre me brindan día a día, y a mis sobrinos, para que vean en mí un ejemplo a seguir.

A Dany

Por ser mi compañero de vida, por dejarme lograr mis sueños y por quererlos lograr a mi lado.

Porque gracias a ustedes, he logrado cumplir esta meta. Por ser mis más grandes motivos de vida, les dedico este trabajo.

Mary

“Por mi raza hablará el espíritu”

I. ÍNDICE

1	Resumen.....	6
2	Introducción.....	7
3	Antecedentes.....	8
3.1	Características y generalidades de <i>P. ostreatus</i>	8
3.1.1	Clasificación taxonómica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	8
3.1.2	Morfología de <i>Pleurotus ostreatus</i>	8
3.1.3	Ciclo reproductivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	10
3.1.3.1	Ciclo de Basidiomycetos.....	10
3.1.3.2	Formación de fíbulas.....	11
3.1.4	Hongos comestibles cultivados.....	13
3.1.5	La importancia de los hongos.....	14
3.1.6	Factores que influyen en el rendimiento de <i>Pleurotus ostreatus</i>	16
4	Justificación, objetivos, hipótesis.....	18
4.1	Justificación.....	18
4.2	Objetivos generales.....	18
4.3	Objetivos particulares.....	18
4.4	Hipótesis.....	19
5	Metodología.....	20
5.1	Esquema experimental.....	20
5.2	Material biológico.....	22
5.3	Preparación de medio de extracto de malta agar (EMA).....	24
5.4	Resiembra y propagación vegetativa del micelio.....	24
5.5	Apareamientos.....	25
5.6	Evaluación del desarrollo vegetativo de cepas parentales, híbridas y neohaplontes.....	26
5.7	Fructificación de cepas parentales e híbridos.....	26
5.7.1	Inóculo de grano.....	26
5.7.2	Determinación de humedad de componentes principales del sustrato.....	27
5.7.3	Determinación de máxima capacidad de retención de agua de componentes principales del sustrato.....	27
5.7.4	Preparación del sustrato.....	28
5.7.5	Condiciones para la fructificación.....	29

	5.7.6	Cosecha de hongos.....	29
5.8		Obtención de esporas.....	30
	5.8.1	Método directo.....	30
	5.8.2	Método de diluciones.....	30
5.9		Análisis estadístico.....	30
6		Resultados.....	31
6.1		Selección de híbridos para fructificación.....	31
	6.1.1	Caracterización y selección de los neohaplontes de la cepa “PSma”.....	31
		6.1.1.1 Clasificación de los neohaplontes en tipos de compatibilidad.....	32
		6.1.1.2 Evaluación del desarrollo vegetativo de neohaplontes y cepas regeneradas de PSma.....	35
	6.1.2	Producción de híbridos.....	38
		6.1.2.1 Apareamientos de neohaplontes de cepa PSma con monocariotes y neohaplontes de <i>P. ostreatus</i> y <i>L. edodes</i>	38
		6.1.2.2 Apareamientos de neohaplontes de cepa asporógena PAsp14 con neohaplontes y monocariotes de cepa PSma y de <i>P. ostreatus</i>	42
6.2		Fructificación de híbridos seleccionados.....	49
	6.2.1	Cepas parentales e híbridas.....	49
	6.2.2	Fructificación.....	51
	6.2.3	Cosecha de hongos y análisis de resultados.....	55
		6.2.3.1 Productividad de las cepas del lote 1.....	56
		6.2.3.2 Productividad de las cepas del lote 2.....	60
		6.2.3.3 Productividad de las cepas del lote 3.....	64
		6.2.3.4 Productividad de las cepas del lote 4.....	69
		6.2.3.5 Productividad de las cepas del lote 5.....	74
7		Discusión.....	81
8		Conclusiones.....	82
9		Anexo.....	85
10		Bibliografía.....	119

1. RESUMEN

El cultivo de hongos comerciales es una actividad que se desarrolla en diversas partes del mundo. En América latina, específicamente en México *Pleurotus ostreatus* es un hongo cultivado a pequeña y gran escala. Una alternativa para desarrollar cepas mejoradas puede ser por medio de una separación artificial de los núcleos que componen una cepa original, para desarrollar híbridos por apareamientos de sus componentes monocarióticos (neohaplontes) con distintas cepas monocarióticas.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar híbridos mejorados a partir de dos cepas de *P. ostreatus*. Se partió de la cepa PSma con signos de degeneración que produce esporóforos de color blanco, estípite corto y actualmente ha decaído su buena eficiencia biológica y de la cepa asporógena PAsp14 que produce altos rendimientos en tiempos cortos de producción. Se produjeron híbridos de estas 2 cepas y de otras cepas de *P. ostreatus* con características apreciables para el cultivo comercial. Se aparearon 2 neohaplontes de la cepa PSma, representantes de los 2 tipos de compatibilidad con mayor velocidad de crecimiento micelial con: 5 neohaplontes de la cepa PAsp14, 5 monocariotes y 3 neohaplontes de *P. ostreatus* y 1 monocariote de *L. edodes* para seleccionar híbridos con mayor velocidad de crecimiento micelial. Las cepas seleccionadas se llevaron a fructificar, los cuerpos fructíferos se cosecharon durante 15 semanas registrando el peso para cada réplica. Con estos valores se calculó la producción semanal, producción semanal acumulada, eficiencia biológica (EB) y eficiencia biológica acumulada (EBA). Con los valores de EBA obtenidos para cada cepa se realizó un análisis de varianza para determinar la semana donde se obtuvo el rendimiento máximo significativo (RMS). Se seleccionaron de 11 híbridos fructificados 4 cepas híbridas que presentaron los mayores valores de EBA al RMS (95.5 a 102.8%), además de que formaron cuerpos fructíferos de coloración clara y con baja producción de esporas. Con los resultados obtenidos en este trabajo se concluyó que algunas de las cepas híbridas con mayor velocidad de crecimiento micelial también producen mayores EBA en 10 a 11 semanas similar a la cepa parental PSma (10 sem), manteniendo las características morfológicas deseadas además que estas cepas cuentan con EB cercanas a las cepas de la iniciativa privada que están alrededor del 80% como máximo.

2. INTRODUCCIÓN

La producción comercial de *Pleurotus spp.* es una actividad relativamente reciente, en 1917 Falk fue el primero en reportar el cultivo de este hongo en trozos y en troncos en Europa, en los inicios del siglo XX. Este tipo de hongo se destaca por su aceptación en el mercado y un crecimiento rápido en la agroindustria, debido a que puede ser cultivado en cualquier latitud siempre y cuando se garantice las condiciones para su crecimiento y cultivo, las tecnologías disponibles varían desde muy complejas a simples (Curvetto *et al.*, 2005).

En América Latina y especialmente en México, el cultivo de hongos se encuentra muy poco desarrollado a pesar de la potencialidad que existe para cultivar hongos, que se desarrollan en forma silvestre en las regiones boscosas, crecen alrededor de 200 especies de hongos comestibles, las cuales se desarrollan cada año de manera abundante en la época de lluvias. (Villaseñor, 1997).

El cultivo comercial de las especies de *Pleurotus spp* ha experimentado un gran auge debido a que tienen una calidad morfológica y organoléptica (color, olor y sabor) excelente (Guzmán *et al.*, 1993), crecen sobre una gran diversidad de sustratos en un amplio intervalo de temperatura, son fáciles de cultivar, además de que para la instalación de naves para su cultivo se precisa poco capital inicial. Por ello, su cultivo resulta más sencillo que el de otros macromicetos conocidos y permite apreciar de manera directa el impacto benéfico de cultivar hongos para el aprovechamiento de desechos agropecuarios (Sánchez y Royse, 2001).

Es probable que la producción comercial de *Pleurotus* continúe incrementándose en el corto plazo, por las siguientes razones:

- Existe un gran número de especies potencialmente cultivables
- Las tecnologías de producción son relativamente sencillas y de bajo nivel de inversión
- Se han desarrollado cepas comerciales con amplio intervalo de temperaturas de fructificación y sustratos de cultivo
- Las fructificaciones son bien aceptadas por los consumidores en muchos países (Bano y Rajarathnam, 2004; Martínez-Carrera, 1998, Chang y Miles, 2004, Martínez-Carrera, 2007).

3. ANTECEDENTES

3.1 CARACTERISTICAS Y GENERALIDADES DE *P. ostreatus*

Pleurotus ostreatus o seta ostra como se conoce comúnmente, es un hongo saprófito o parásito débil, descomponedor de madera, crece sobre residuos de material leñoso o ricos en fibra como troncos, ramas y bagazos (López *et al*, 2008). Estos hongos degradan el complejo lignocelulósico que forma parte de la pared de los vegetales. Es un degradador primario o colonizador, ya que inicia el proceso de degradación.

Según CODEX STAN 38-1981, se entiende por hongo o seta comestible los frutos pertenecientes a un grupo vegetal específico –fungí- que crecen en estado silvestre o que se cultivan para después utilizarse como alimento.

Se calcula que existen cerca de 25,000 especies de hongos, entre las que pueden encontrarse variedades micro y macroscópicas. Estos organismos están constituidos por una fase vegetativa (micelio) y otra reproductora (cuerpo fructífero) (Quintero, 1987).

Pleurotus ostreatus crece en forma escalonada, en racimos. Su sombrero tiene forma de ostra, su color varia de marrón claro a marrón oscuro y mide entre 6 y 20 cm. Las láminas son de color crema apretadas y lisas. El pie o estípote es muy pequeño o está ausente y se inserta en el borde del sombrero. Su carne es blanca con sabor agradable y su textura es firme (Ciappini *et al.*, 2004).

i. Clasificación taxonómica del hongo *Pleurotus ostreatus*

Pleurotus, término que deriva del griego pleurá o pleurón (costado o lado) y del latín otus (oreja). Gaitán, R., *et al.*, (2006).

Reino: Fungi	Familia: Pleurotaceae
Filo: Basidiomycota	Género: <i>Pleurotus</i>
Clase: Homobasidiomycetes	Especie: <i>ostreatus</i>
Orden: Agaricales	

3.1.2 Morfología de *Pleurotus ostreatus*

Los hongos macromicetos están conformados principalmente por los siguientes elementos (Solomon *et al.*, 1996):

- **Sombrero o Píleo:** es la parte superior del carpóforo, puede presentar una amplia gama de colores, tiene la forma de paraguas, que en general mide entre 6 y 20 cm de diámetro, en ocasiones alcanza dimensiones mayores, es redondeado con la superficie lisa, abomba y de crecimiento excéntrico. Evoluciona de liso a convexo y posteriormente a plano convexo, es sostenido por el pie, ejerce la función de protección en la formación y desarrollo de las esporas.

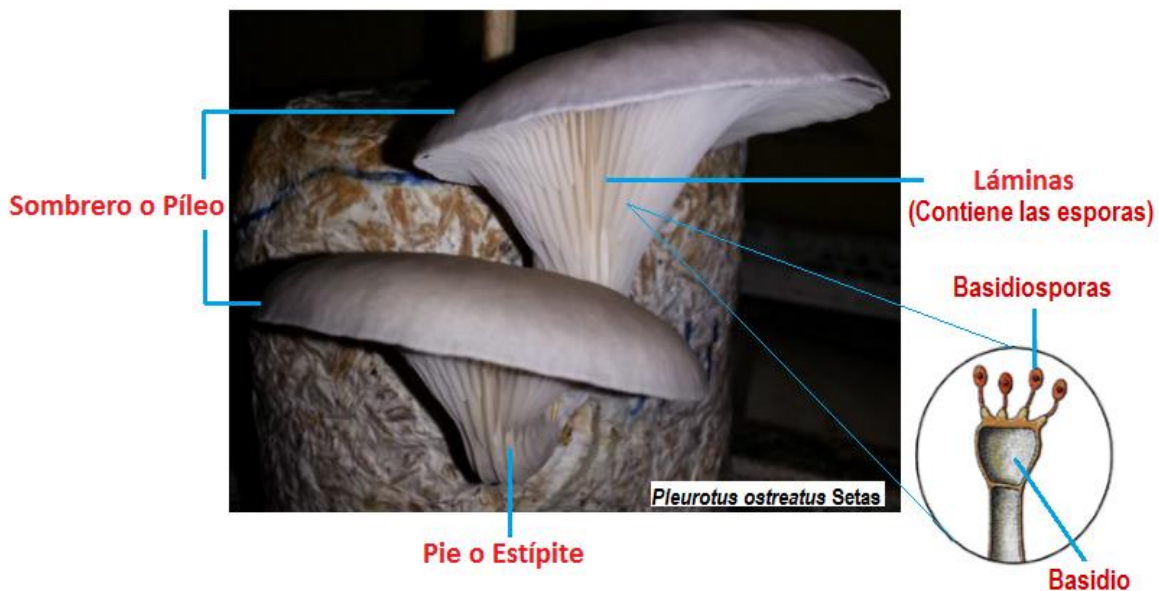


Figura 1: Estructura de un cuerpo fructífero

- **Cutícula o Pellis:** membrana exterior (observable a simple vista) que recubre el sombrero y el pie del carpóforo, compuesta por una o varias capas. Su función es proteger el hongo de los posibles agentes externos.
- **Himenóforo:** parte inferior del sombrero, sostiene el himenio que es la capa fértil (láminas, poros, pliegues, etc.) donde se encuentran las esporas de origen sexual de los hongos. En los Basidiomicetos está compuesto de basidios, basidiolos y cistidios.
- **Pie o estípite:** es la parte del carpóforo que sostiene el sombrero o el himenio en general y permite que el Himenóforo quede a cierta altura del

suelo y así liberar las esporas. Las partes más importantes del pie son (Huertes, 2012) :

Tamaño: suele calificarse con adjetivos como largo, corto, grueso, delgado, etc.

Inserción en el sombrero: puede ser de 3 tipos; central, excéntrico y lateral.

Consistencia: es variado y puede ser lleno, esponjoso, algodonoso, hueco, cavernoso, etc. Pero un detalle a tener en cuenta es que no tiende a permanecer constante durante toda su fase de desarrollo.

- **Volva:** parte subterránea y membranosa que rodea la base del pie de algunas especies en formas de círculo, cónicas o libres, de pie esférico.
- **Anillo:** es el resto membranoso del velo y situado bajo el sombrero después de abrirse, tiene como misión proteger el himenio y facilitar la maduración de las esporas.

3.1.3 Ciclo reproductivo de *Pleurotus ostreatus*

El ciclo biológico y reproductivo de los hongos superiores completo comprende tres fases: la formación del micelio primario uninucleado, micelio secundario binucleado y micelio terciario con basidios o ascas.

3.1.3.1 Ciclo de Basidiomycetos

Cuando una espora de un Basidiomyceto germina en las condiciones adecuadas de humedad y temperatura origina un micelio con células uninucleadas o monocarióticas con n cromosomas. Esta célula por mitosis, comienza a multiplicarse y forma un conjunto de células o filamentos llamadas hifas, que poseen un mismo signo (+ o -) o carácter sexual. Al conjunto de hifas se le denomina micelio primario, que es haploide y está formado por hifas del mismo signo. El micelio primario no es más que una fase fugaz y provisional en la vida de un hongo.

Cuando se encuentran dos micelios primarios con distinta polaridad o signo se puede producir, bajo condiciones adecuadas, la unión entre células (se fusionan los citoplasmas, pero los núcleos permanecen separados) y se produce la plasmogamia, dando lugar a células binucleadas o dicarióticas y haploides. A este

nuevo micelio se le denomina micelio secundario. El micelio secundario presenta células con 2 núcleos sin fusionar ($n + n$) que permanece uno junto al otro cuando se alargan las hifas. El crecimiento diferenciado y entrelazado de las hifas del micelio secundario produce unos nudos o abultamientos, el primordio seminal, que dará lugar al cuerpo fructífero, basidiocarpo u hongo. Este crecimiento ocurre bajo ciertas condiciones ambientales y tiene lugar gracias a la continua agregación de hifas, denominado este proceso fibulación. Esta seta produce y crea un esporóforo, sobre el que nacerán las células fértiles (basidios).

Solo en las células fértiles se producirá la fecundación por fusión nuclear (cariogamia), apareciendo un núcleo con $2n$ cromosomas; por reducción cromática, meiosis, aparecen nuevamente dos núcleos, la diferenciación de la célula ya es muy marcada, viéndose que es un basidio con esbozos de esterigmas. A esta fase se la denomina micelio terciario.

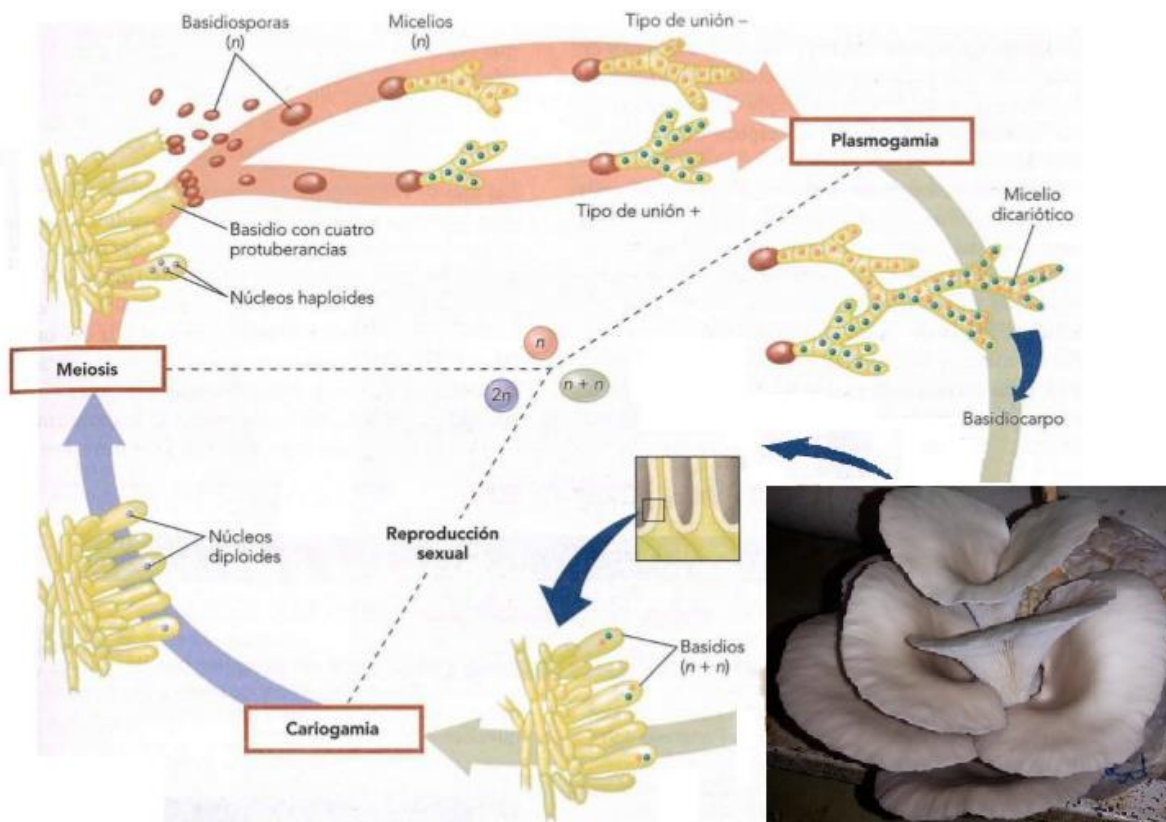


Figura 2: Ciclo reproductivo de los hongos Basidiomycetos "*Pleurotus ostreatus*".
Adaptación de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/bot/19.pdf>

3.1.3.2 Formación de fíbulas

Las fíbulas son ramas cortas en forma de gancho que se producen en la célula terminal (1). En el gancho se ubica uno de los núcleos y el otro permanece en la célula terminal (2). Luego ambos núcleos se dividen simultáneamente (3), y se forman dos tabiques, uno en el punto de origen de la fíbula y otro transversalmente debajo del arco formado por ella. Como resultado de esta tabicación se forma una nueva célula terminal con dos núcleos hijos de distinta polaridad, mientras que la célula subterminal porta un núcleo hijo interno y el otro contenido en la fíbula (4). Cuando la parte terminal de esta última se contacta con la pared de la célula subterminal, se disuelve y deja pasar el núcleo que contiene, quedando la célula subterminal con dos núcleos hijos distintos (5). Así, se originan dos células hijas cada una con un par de núcleos homólogos al par original (dicario) (Cabral et al, 2013).



Figura 3: Formación de las fíbulas

<http://www.micomania.rizoazul.com/microscopia%20el%20himeneo%20de%20los%20basidio%20mocetos.html>

El basidio es una estructura que porta en su superficie un determinado número de basidiosporas (cuatro por lo general), que se forman a consecuencia de cariogamia y la meiosis. El basidio típico, claviforme y simple, se forma como la célula terminal de una hifa binucleada, que queda separada del resto por un septo sobre el que generalmente se crea una fíbula; inicialmente es pequeño y estrecho, pero comienza su crecimiento alargándose y ensanchándose. En su interior los dos núcleos existentes se fusionan (cariogamia), experimentando pronto este cigoto una meiosis que da lugar a cuatro núcleos haploides. En la parte superior del basidio se forman cuatro evaginaciones llamadas esterigmas y su ápice se agranda, formando los primordios de las basidiosporas. Una vacuola comienza a crecer en el interior del basidio y a medida que se agranda desplaza el contenido del basidio, incluidos los núcleos, a los primordios. En alguna ocasión se produce una división mitótica posterior, antes de que los núcleos entren en el primordio o después; en cualquier caso, las basidiosporas liberadas son uninucleadas, y si

disponen de dos núcleos en su interior, uno de ellos regresa al basidio (asturnatura.com).

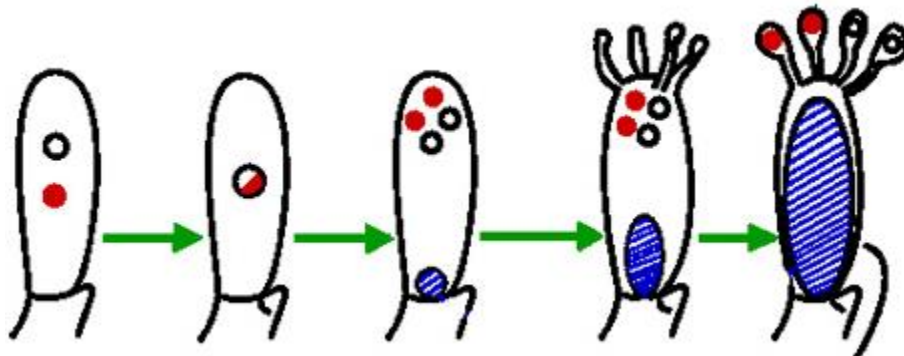


Figura 4: Desarrollo de un basidio típico.
<http://www.asturnatura.com/articulos/hongos/basidiomycetes.php>

3.1.4 Hongos comestibles cultivados

La producción de hongos es un proceso de reconversión ecológica, pues transforma materiales lignocelulósicos residuales en alimento proteínico y en mercancía para la venta. Cultivar hongos es un arte, como tal, requiere conocer técnicas y adquirir experiencia para cosechar. Muchos países han desarrollado estrategias de producción para abastecer tanto a los mercados locales como externos, lo que ha generado procesos productivos que prácticamente no se detienen durante todo el año y que aprovechan diversos desechos agroforestales como sustratos para el cultivo y transformarlos en productos mucho menos nocivos para el ambiente (Schiess, 2006).

Los gobiernos han puesto mayor atención al descubrir que los hongos, de acuerdo con las investigaciones efectuadas hasta la fecha, son más nutritivos de lo que se creía antes, con una calidad y cantidad de proteína mayor a la de la mayoría de los vegetales y menor que la carne y leche. Por lo ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha recomendado que se establezcan programas de extensión del cultivo de hongos en los países subdesarrollados para reducir la deficiencia proteica de la dieta de sus habitantes y reducir la contaminación ambiental mediante la degradación de los grandes volúmenes de residuos del sector agropecuario que suelen generarse. Según Schiess (2006), en cultivos artificiales de hongos, se obtienen producciones de 3.1

kg/m², cifra superior a muchos cultivos agropecuarios (por ejemplo, trigo: 0.27 kg/m², carne: 0.069 kg/m²).

3.1.5 La importancia de los hongos

En la alimentación humana, los hongos tienen un valor importante debido al aporte dietético (bajo contenido en carbohidratos y grasas), significativo contenido de proteínas (de 20-40% del peso seco) y vitaminas, que los coloca por arriba de la mayoría de vegetales, frutas y verduras. Adicionalmente resultan ser complementos deliciosos en las comidas por sus propiedades organolépticas (Tormo, 1996).

Pleurotus ostreatus se caracteriza por sus propiedades organolépticas, reflejada en su aspecto, aroma agradable, utilización para la elaboración de numerosos platillos. El hongo ostra presenta variaciones significativas en cuanto a su composición química proximal. Dichas variaciones se ven afectadas por el sustrato, el método de cultivo, así como el origen geográfico de la cepa (Rodríguez *et al.*, 2005). La Tabla 1 muestra la composición de *P. ostreatus* de acuerdo a varios autores.

Tabla 1: Composición del carpóforo de *Pleurotus ostreatus*

Componente	Cardona, 2001	Cisterna, 2002	Rodríguez <i>et al.</i> , 2005	Promedio
Agua	87-93	88-91	90	89.83
Proteína	24.64-30.40	14.40-19.90	15.70-30.0	22.51
Grasas	3.1-9.25	0.8-2.0	1.5-5.0	3.61
Carbohidratos	26.33-30.46	51.6-62	50-57	46.23
Minerales	7.66-8.79	0.83-13.3	7.90-8.0	7.75
Fibra	32.14-36.81	13.70-15.60	8.5-14	20.13
Calorías*	345	300	150-350	298.33

*: Las calorías están expresadas en kilocalorías por cien gramos de peso seco del hongo, los restantes componentes corresponden a gramos por cien gramos de hongo seco. El contenido de agua esta expresado en 100g de producto fresco

En cuanto a la industria farmacéutica y productos medicinales, algunos son elaborados a partir de hongos. La penicilina por ejemplo, es un antibiótico

bactericida derivado del moho *Penicillium notatum*, la cual actúa matando a las bacterias e inhibiendo su crecimiento. Otro caso particularmente interesante es el hongo lignocelulósico shiitake (*Lentinula edodes*) que en su composición contiene compuestos como el Lentinano y el KS-2 que poseen importante actividad antitumoral y anticancerígeno, además de activar el sistema inmune (inmunoactivador), ser un potente hipoglucémico, reductor del colesterol entre otras propiedades.

Los hongos también están involucrados en diversos procesos industriales de fermentación (pan, vino, cerveza, etanol, ciertos quesos, etc.). Algunos de los más importantes son *Saccharomyces minor* (levadura del pan) y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Ascomicetes) utilizada en la elaboración de cerveza, vino y producción industrial de bioetanol obtenido por fermentación de hidratos de carbono a partir de enzimas formadas por este hongo. También se utilizan organismos fúngicos en la elaboración del queso Roquefort y maduración del queso Camembert. En el caso de uno de los quesos más caros: el Roquefort, elaborado con leche de cuatro razas de ovejas, el ingrediente principal después de la leche de ovejas, es el hongo *Penicillium roquefortii*. Así mismo, en la producción industrial de ácido cítrico, este se obtiene mediante fermentación del azúcar por la acción del hongo *Aspergillus niger*. El ácido cítrico se emplea como aditivo en bebidas y alimentos para darles un agradable sabor ácido.

Los hongos que crecen en sustratos lignocelulósicos tales como la madera o la paja, excretan una mezcla de enzimas hidrolíticas y oxidantes que despolimerizan los componentes del sustrato, que según Sánchez y Royse, (2002) están constituidos esencialmente por celulosa (45 a 60 por ciento), hemicelulosa (15 a 20 por ciento) y lignina (10 a 30 por ciento). Algunos hongos comestibles, como los del género *Pleurotus*, tienen la habilidad de colonizar el rastrojo y degradar la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa contenida en el sustrato. Estos tipos de hongos son considerados como agentes primarios de descomposición porque son capaces de utilizar los desechos agroforestales en su forma natural sin que hayan sido sujetos a algún proceso de degradación bioquímica o microbiológica (Sánchez y Royse, 2002).

3.1.6 Factores que influyen en el rendimiento de *Pleurotus ostreatus*

El cultivo de *Pleurotus* es aparentemente sencillo, pero es necesario manejar la gran cantidad de factores que condicionan su óptimo desarrollo y productividad. En la producción de setas del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* influyen factores físicos, químicos y biológicos, y que le van a afectar dependiendo cual sea su etapa de desarrollo (Rajarathnam y Bano, 1987). En la Tabla 2 se muestran los factores que afectan el rendimiento de *Pleurotus ostreatus*.

Tabla 2: Factores que influyen la producción de un hongo

Etapa de desarrollo en el inoculo		
Físicos	Químicos	Biológicos
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad • Tamaño de partícula del sustrato 	Contenido { <ul style="list-style-type: none"> • Azúcar • Fenol • Lignina • Celulosa • Hemicelulosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilidad del cultivo • Potencia del cultivo • Contaminación por otros organismos
Etapa de fructificación		
Físicos	Químicos	Biológicos
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad relativa • Concentración de oxígeno • Cantidad de luz 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de sustratos 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación bacterial y viral

La cepa PSma es utilizada en la producción local ya que presenta características importantes como ser una cepa blanca y con estípites cortos pero actualmente presenta carpóforos pequeños lo cual ya no la hace atractiva para la producción local. Sin embargo la cepa asporógena PAsp14 presenta atributos apreciados como el color blanco grisáceo, carpóforos grandes y buena eficiencia biológica, aunque también muestra características no deseadas como estípites grandes y consistencia quebradiza, así mismo las cepas monocarióticas de *P. ostreatus* (P412, PSec-n1g y PUap-n2g) que son las más representativas en el siguiente trabajo presentan características como muy fructificantes con pocas esporas y la cepa de *Lentinula* presenta características de cuerpos fructíferos de tamaño grande a muy grande de color café oscuro típicos del género.

Por las razones anteriores la obtención de híbridos de la cepa PSma con los demás neohaplontes provenientes de las cepas antes mencionadas es para aumentar la posibilidad de obtener cepas mejoradas con características deseadas para el mercado como lo son esporóforos de color claro, estípites cortos y portadores del gen asporógeno, lo cual es posible mediante un programa de mejoramiento genético en el cual los neohaplontes de la cepa PSma con mayor velocidad de crecimiento micelial son apareados con otros neohaplontes o monocariotes de *P. ostreatus* los cuales presentan característica atractivas y también tienen una velocidad de crecimiento micelial considerable, para que la mezcla entre estas cepas puedan generar cepas híbridas mejoradas con características que sean deseables para la producción comercial.

Dado que en México y en otros países se ha incrementado el cultivo de *Pleurotus spp.* por pequeños productores de cepas silvestres o extranjeras el programa de mejoramiento genético de hongos es una alternativa para los productores que requieren de cepas aptas para las condiciones locales, que incrementen la rentabilidad de su proceso y así mismo puedan satisfacer las necesidades del productor como del consumidor.

4. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS, HIPÓTESIS:

4.1 JUSTIFICACIÓN

La cepa comercial PSma, de amplio uso local por los productores del Estado de México se caracteriza por poseer un fenotipo con estípites muy cortos y ser una cepa de color blanca, sin embargo presentó problemas de degeneración. Una alternativa para mejorar las cepas existentes puede ser el mejoramiento genético por medio de una separación artificial de los núcleos que componen la cepa original, para buscar mejorarla por apareamientos de sus componentes monocarióticos (neohaplontes) con diversas cepas monocarióticas.

4.2 OBJETIVO GENERAL:

- Obtener cepas híbridas de *Pleurotus ostreatus* mediante el apareamiento de neohaplontes los cuales muestren mejores características que la cepa parental “PSma” que presenta signos de degeneración.

4.3 OBJETIVOS PARTICULARES:

- Realizar apareamientos de diferentes cepas monocarióticas de *Pleurotus* spp. con neohaplontes de la cepa comercial PSma de *P. ostreatus*, con señales de degeneración.
- Evaluar la velocidad de crecimiento micelial de los apareamientos para seleccionar las cepas híbridas que serán candidatas para llevarlas a la etapa de fructificación.
- Llevar las cepas seleccionadas a la etapa de fructificación para evaluar la EB (eficiencia biológica) y la EBA (eficiencia biológica acumulada) y determinar si estadísticamente han mejorado en comparación a la cepa parental “PSma”.

4.4 HIPÓTESIS:

- Será posible producir híbridos con mayor velocidad de crecimiento micelial al aparear cepas monocarióticas con neohaplontes de la cepa de *P. ostreatus* “PSma” que presenta signos de degeneración.
- Será posible que los híbridos con mayor velocidad de crecimiento micelial presenten mayor EB (eficiencia biológica) y EBA (eficiencia biológica acumulada) que la cepa parental “PSma”, además de conservar sus características morfológicas deseadas.

5. METODOLOGÍA

5.1 Esquema experimental

A continuación se presentan los esquemas de trabajo seguidos para la realización del proyecto. Comprende dos etapas, las cuales se muestran en las Figuras 5 y 6.

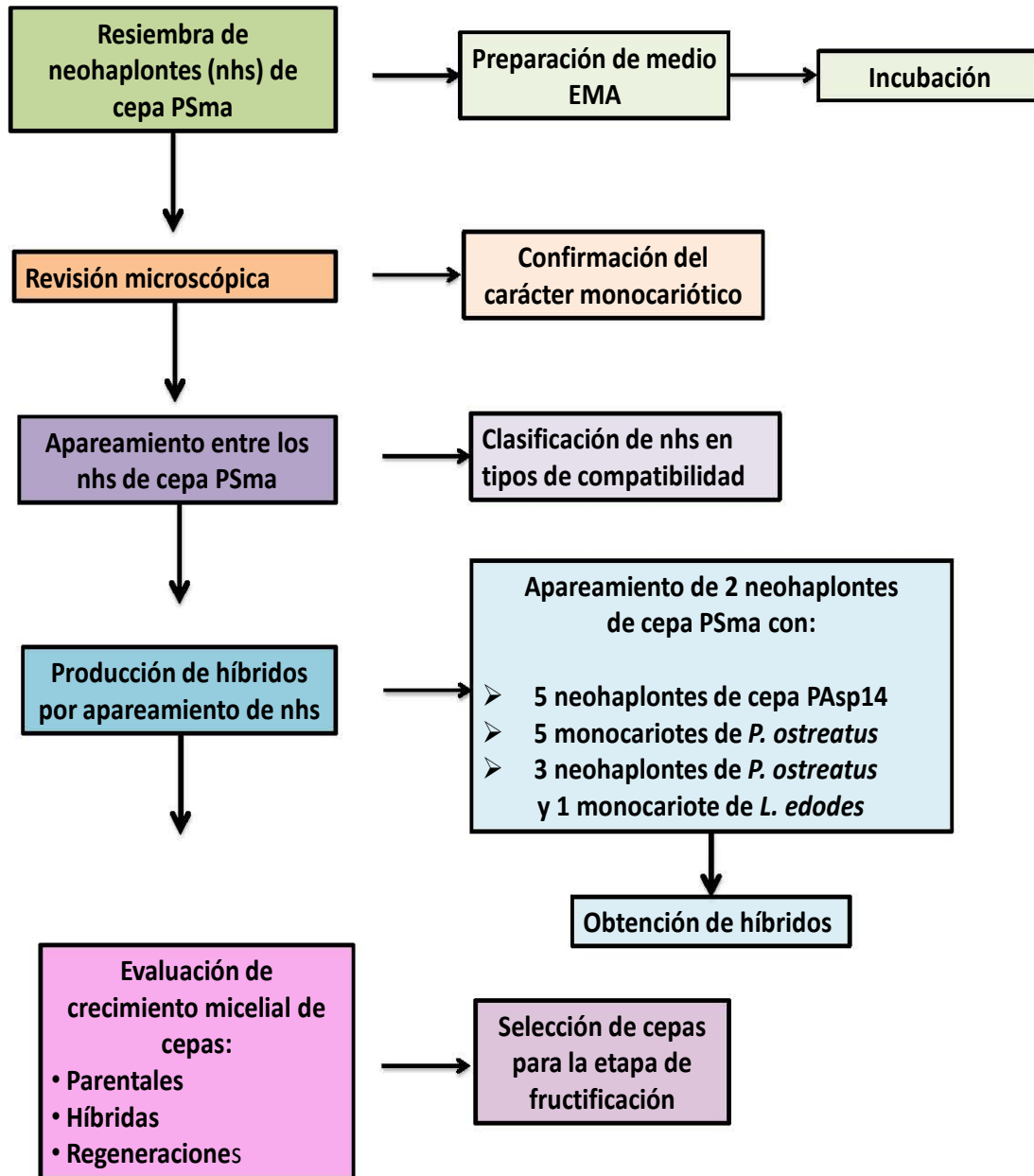


Figura 5: Primera etapa del proyecto “Selección de híbridos para fructificación”

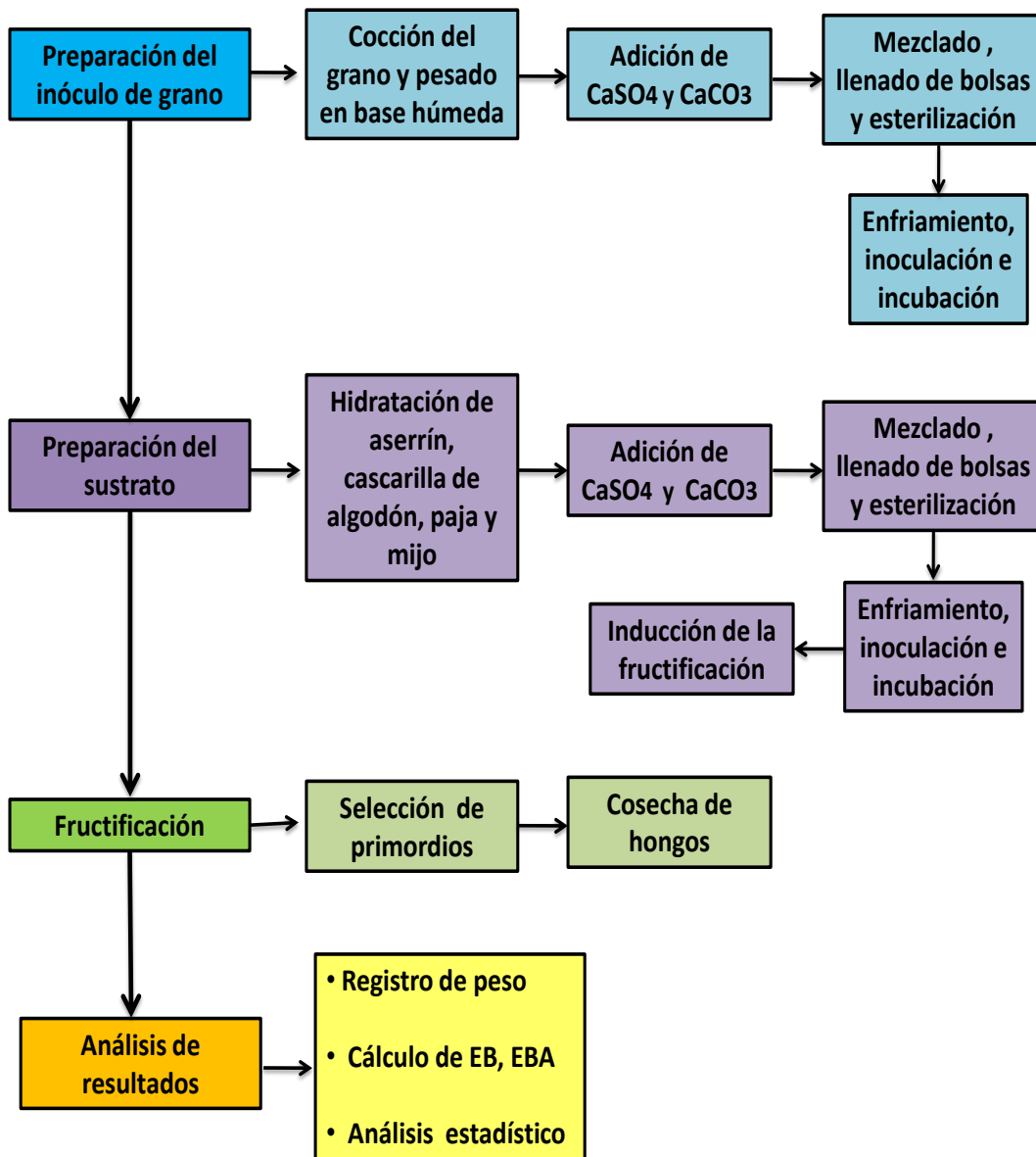


Figura 6: Segunda etapa del proyecto “Fructificación de híbridos seleccionados”

5.2 Material biológico

En las Tablas 3 y 4 se indica el origen o características de cada una de las cepas utilizadas para el desarrollo de este trabajo.

Tabla 3: Cepas monocarióticas de *Pleurotus* sp.

Cepas monocarióticas		CARACTERÍSTICAS
Clave UNAM	Clave donador	
P407	Mo24	Fructificantes, muy vigorosas (Alemania)
P408	Mo35	
P412	nh2/H1-Gy	Productoras de pocas esporas (Alemania)
P413	nh11	Asporógena
P416	P3-/R/o3	Fructificante

Tabla 4: Cepas parentales y neohaplontes de *Pleurotus* spp.

CEPAS			CARACTERÍSTICAS
Parental	Género	Clave donador	
		<i>Pleurotus</i>	PSma
PAsp14			<i>Pleurotus ostreatus</i> asporógena (Sylvan, USA)
Neohaplontes	<i>Pleurotus</i>	PSma-n3j	Obtenidos por Adaya, a partir de la cepa PSma
		PSma-n4j	
		PSma-n5j	
		PSma-n7j	
		PSma-n10j	
		PSma-n12j	
		PSma-n14j	
		PSma-n15j	
		PSma-n16j	
		PSma-n17j	
		PSma-n18j	
		PAsp14-n1a	
	PAsp14-n2a		
	PAsp14-n5a		
	PAsp14-n8a		
		PAsp14-n26d	Tesis “Desarrollo de una cepa híbrida asporógena de <i>Pleurotus</i> sp. Con fines comerciales”, Chávez (2013)
		PSec-n1g	Obtenidos por Valencia del Toro, UPIBI, México (2002)
		PUap-n2g	
		Nhfl1	Obtenido por Palacios, a partir de la cepa <i>P. ostreatus florida</i> , Alemania (2011)
	<i>Lentinula</i>	L21-n3s/L4005	Obtenido por Segura a partir de la cepa <i>Lentinula</i> L21, Canadá (2008)

5.3 Preparación de medio de extracto de malta agar (EMA)

Para preparar 500 ml de medio en un matraz Erlenmeyer con capacidad de 1 l se pesaron 7.5 g de extracto de malta y se agregaron 100 ml de agua destilada, después de 10 minutos de reposo, se agregaron 9 g de agar bacteriológico y se agitó para su dispersión. A continuación se agregó 400 ml de agua destilada en forma paulatina para la incorporación de los dos ingredientes y se tapó el matraz con hule espuma y papel aluminio. El medio se esterilizó junto con un matraz con 500 ml de agua destilada en autoclave a 121°C y 1.2 kg / cm² de presión durante 45 minutos. Con la ayuda de una jeringa de llenado continuo, del medio estéril y caliente se vacían 12 ml en cajas Petri de plástico de 9 cm de diámetro, este paso se realiza en una campana de flujo laminar para mantener las condiciones de esterilidad. Una vez solidificado el medio se guardan las cajas Petri en bolsas de polietileno dentro de la incubadora a 24°C durante 24 horas para comprobar la esterilidad del medio. El medio estéril se coloca en forma invertida en la estufa de incubación hasta su uso para evitar contaminación y deshidratación.

5.4 Resiembra y propagación vegetativa del micelio

Después de verificar la esterilidad del medio EMA, las cajas se resembraron colocando en cada caja con EMA, 4 pequeños cuadros (3 o 5 mm) cortados de las cepas mantenidas en refrigeración. Las cajas inoculadas se incubaron a 24°C y se observaron periódicamente al microscopio con resolución 16x hasta que el micelio invade completamente el medio de la caja Petri (Figura 7).

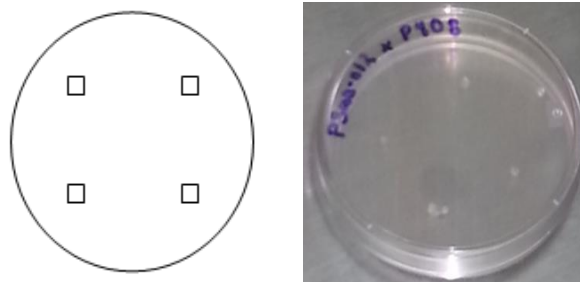
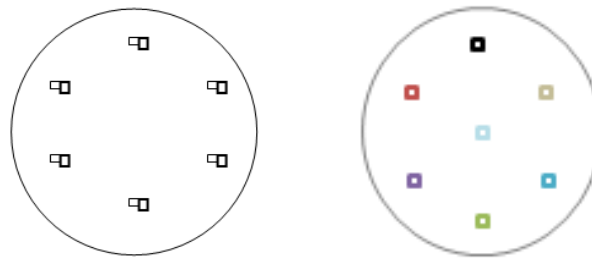


Figura 7: Resiembra de cepas en medio EMA

5.5 Apareamientos

Una vez que diferentes monocariotes se propagaron individualmente en medio EMA, se procedió a cortar un cuadro de agar con micelio de 2 o 3 mm aproximadamente, para colocarlo en una caja con medio EMA, al lado de este y lo más cerca posible se colocó otro cuadro de agar con micelio de la otra cepa de igual tamaño (Figura 8). Se realizaron de 5 a 6 apareamientos en una misma caja Petri. Al mismo tiempo, como control, en otra caja con medio EMA se colocó un cuadro de agar con micelio de las distintas cepas con que se aparearon para verificar ausencia de fíbulas y de contaminantes. Las cajas Petri se incubaron a 24°C durante 3 a 5 días, revisando periódicamente al microscopio el desarrollo de la nueva colonia. Los apareamientos que presentaron hifas con fíbulas (micelio de tipo dicariote) en por lo menos tres diferentes puntos equidistantes en la periferia de la colonia se consideraron como positivas, estos apareamientos se sembraron en cajas Petri con medio EMA, para verificar la presencia de fíbulas al desarrollarse nuevamente la colonia.



Caja con apareamientos

Caja control

Figura 8: Apareamiento de neohaplontes para obtener híbridos

5.6 Evaluación del desarrollo vegetativo de cepas parentales, híbridas y neohaplontes

Se evaluó el tiempo total necesario para que el desarrollo micelial de una cepa cubra totalmente una caja Petri con medio EMA. Con una punta de micropipeta invertida estéril se cortó un círculo de 0.5 cm de agar con micelio que se colocó en el centro de la caja Petri. Para cada cepa se inocularon 3 cajas Petri y se incubaron a 24°C y se midió el desarrollo micelial durante las dos primeras semanas cada tercer día y posteriormente en forma diaria. El diámetro de la colonia se midió con una regla tomando dos lecturas en puntos equidistantes (D1 y D2) los cuales se marcaron por fuera de la caja (Figura 9).

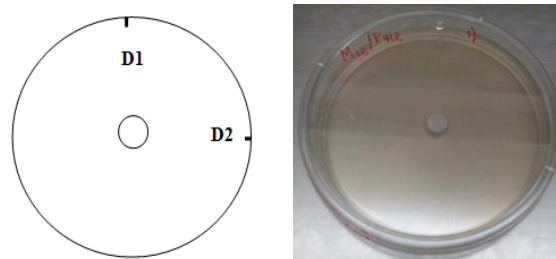


Figura 9: Evaluación del desarrollo micelial en medio EMA

5.7 Fructificación de cepas parentales e híbridos

5.7.1 Inóculo de grano

La preparación de inóculo se realizó con granos de trigo. Una vez limpio (libre de materia extraña), el trigo se lavó y se hirvió por aproximadamente 50 minutos de tal forma que el almidón gelifique sin que el grano se reblandezca y se reviente. Transcurrido este proceso se enjuaga el grano en agua fría para detener la cocción, se drena el agua en exceso y una vez frío se pesa. Con base en el peso húmedo del trigo se añadió CaSO_4 (1.3%) y CaCO_3 (0.3%) y se mezclaron. En bolsas de polipropileno se colocaron 300 g del grano preparado y se esterilizó a 121°C y 1.2 kg / cm^2 de presión durante 2 horas. Las bolsas con grano estéril se dejaron enfriar durante 24 horas para posteriormente inocularse con el micelio que previamente se desarrolló en placas con medio EMA.

La caja con micelio se cortó en cuadros de 1 cm^2 aproximadamente con aguja micrológica estéril y se transfirió a la bolsa con el grano estéril en condiciones de esterilidad. La bolsa se agitó en forma manual para dispersar el micelio, una vez

realizado este proceso se cierra la bolsa colocando un tubo desinfectado previamente de PVC de aproximadamente 5 cm en la superficie, el cual se cubrió con hule espuma que sirve como entrada de oxígeno. Se incubaron las bolsas a 24°C en total oscuridad hasta que los granos estén invadidos en su totalidad por el micelio.

5.7.2. Determinación de humedad de componentes principales del sustrato

Por separado se pesaron 10 g de cada material (aserrín, cascarilla de algodón, paja y mijo) en cajas de Petri de vidrio y se secaron en estufa de secado a 60°C hasta obtener peso constante. Las determinaciones se realizaron por triplicado. El contenido de humedad se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100$$

Peso inicial: Peso de la muestra húmeda.

Peso final: Peso de la muestra seca.

5.7.3 Determinación de máxima capacidad de retención de agua de componentes principales del sustrato

Para cada componente del sustrato (aserrín, cascarilla de algodón, paja y mijo) se colocaron 100 g de cada muestra con un exceso de agua en un recipiente durante 24 horas, transcurrido el tiempo se drenó el agua y se determinó la humedad retenida para cada material, secando cada componente en estufa de secado a 60°C hasta obtener peso constante. Las determinaciones se realizaron por triplicado. El contenido de humedad se calculó con la fórmula de humedad.

Con los valores obtenidos de capacidad de retención de agua, se realizó el cálculo para determinar la cantidad de material seco y de agua necesarios para obtener una humedad de 70% en el sustrato para asegurar el desarrollo del micelio.

5.7.4 Preparación del sustrato

El sustrato se preparo de acuerdo a la formulación de la Tabla 5. Los componentes como el aserrín, cascarilla de algodón, paja y mijo se pesaron, mezclaron y añadió el agua calculada para su hidratación. Se dejaron reposar por 24 horas y transcurrido el tiempo se adicionaron los componentes secos (sulfato de calcio y carbonato de calcio), se mezclaron hasta observar una distribución homogénea. Se llenaron bolsas de polipropileno con 1 Kg de sustrato húmedo y se esterilizaron en autoclave a 121°C y 1.2 kg / cm² de presión durante 2 horas. Para cada lote se tomaron muestras para determinar la humedad del sustrato antes y después de esterilizar para conocer la humedad final del sustrato. Las bolsas de sustrato estériles se dejaron enfriar durante 1 día en la campana de flujo laminar. Posteriormente se adiciono el inóculo de grano en una porción del 5%, la bolsa se agito en forma manual para dispersar el inóculo de grano, una vez realizado este proceso se cierro la bolsa colocando un tubo (desinfectado previamente) de PVC de aproximadamente 5 cm en la superficie, el cual se cubrió con hule espuma que sirve como entrada de oxigeno. Las bolsas se incubaron a 24°C en total oscuridad hasta que el sustrato esté invadido en su totalidad por el micelio.

Tabla 5: Composición del sustrato empleado para la evaluación

Componentes del sustrato	Composición en base húmeda (g / 1000 g mezcla)
Aserrín de encino blanco	290
Cascarilla de algodón	290
Paja	290
Mijo	90
CaSO ₄	30
CaCO ₃	10

5.7.5 Condiciones para la fructificación

Una vez completado el tiempo de incubación se retiraron los tubos de PVC y los hules espuma que permitían la entrada de oxígeno. Se amarraron las bolsas y se invirtieron para hacer dos aberturas en forma de un triángulo invertido en dos extremos de la bolsa. Cada sustrato fue rotulado con una etiqueta que indicaba: cepa, humedad, lote, número de repetición, fecha de incubación y de transferencia al cuarto de fructificación. Los sustratos fueron colocados en el cuarto de fructificación, en donde se mantuvieron en condiciones para inducir la fructificación, temperatura entre 16 y 20°C, alta humedad relativa (80) y ventilación semi continua (20 minutos de operación por 20 minutos de paro) con iluminación artificial continúa.

5.7.6 Cosecha de hongos

Después de 3 o 4 días de haber pasado los sustratos al cuarto de fructificación se inició la formación de primordios los cuales fueron parcialmente eliminados dejando de 6 a 8 primordios por bolsa de sustrato. El momento óptimo para la cosecha de hongos fue cuando los bordes del sombrero (esporóforo) se habían expandido por completo. Los hongos cosechados fueron pesados de manera individual con y sin estípite para cada bolsa de sustrato durante 15 semanas de cosecha. Con esta información se calculó la producción semanal y semanal acumulada. Posteriormente con los valores de peso seco del sustrato se calculó la EB y EBA. La eficiencia biológica se calcula con la siguiente fórmula:

$$EB(\%) = \frac{\text{g de hongo fresco}}{\text{g de sustrato seco}} * 100$$

Se determinó la humedad del sustrato después de la esterilización para calcular el peso seco en cada bolsa a partir de los pesos de cada bolsa de sustrato después de la inoculación. Este se realizó con la siguiente fórmula:

$$\text{Sustrato seco por bolsa (g)} = \left(\frac{\text{g de sustrato fresco} * (100 - \text{Humedad}(\%))}{100} \right)$$

5.8 Obtención de esporas

5.8.1 Método directo

El esporóforo maduro se corto y se fijo del estípite dentro de una caja Petri estéril que contenía papel filtro estéril y cubreobjetos estériles. Para evitar que el hongo humedeciera el papel se sujeto con puntas de micropipeta estéril que sirvieron como base. La caja Petri se colocó dentro de una cámara húmeda que consto de una bolsa de polietileno con agua en el fondo y 8 perforaciones a la altura del borde de la caja Petri permitiendo la entrada de aire; la humedad se mantiene colocando papel absorbente a la largo de la bolsa y debajo de la caja Petri. En la cámara húmeda el esporóforo se dejo esporular a temperatura ambiente por 24 horas. Las esporas se guardan en un sobre estéril dentro de una bolsa de polietileno con granos de sílica gel y se refrigeraron.

5.8.2 Método de diluciones

El esporóforo maduro se corto, se elimino el estípite y con la ayuda de dos varillas de vidrio estériles que sirvieron de soporte, se coloco durante 30 segundos sobre una caja Petri que contiene medio agar extracto de malta. A continuación, usando las mismas condiciones, el esporóforo se pasó a una segunda caja Petri durante 1 minuto y así sucesivamente duplicando los tiempos 2, 4 y hasta 8 minutos. Las cajas Petri se incubaron a 24°C, revisando diariamente al microscopio el desarrollo de la nueva colonia para aislar y posteriormente determinar el tipo de compatibilidad de las esporas.

5. 9 Análisis estadístico

Con los valores de eficiencia biológica obtenidos para cada cepa en cada lote se realizó un análisis de varianza y por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan se identificó la semana donde se obtuvo su rendimiento máximo significativo (RMS) es decir la semana donde los incrementos posteriores en la eficiencia biológica ya no fueron estadísticamente significativos.

6. RESULTADOS

La cepa “PSma” de *Pleurotus ostreatus* es una cepa comercial con características muy interesantes, particularmente debido a que produce esporóforos de color blanco, de estípites sumamente cortos y buena eficiencia biológica, lo que la hace de gran interés para el mercado nacional. No obstante esta cepa presenta señales de que se está degenerando, crece muy lento tanto en medios de laboratorio como en los sustratos lignocelulósicos comerciales. Para recuperar esta cepa y sobre todo, las características interesantes (esporóforos de color blanco, estípites cortos y buena eficiencia biológica) que presenta, se planteó obtener cepas híbridas en donde se combinen su material genético con el de diferentes cepas que aporten también características interesantes (cepas portadoras del gen asporógeno, productoras de cuerpos fructíferos grandes a muy grandes y cepas que producen altos rendimientos en tiempos cortos). Para lograr este objetivo, se realizaron apareamientos de los componentes monocarióticos de la cepa PSma, (neohaplontes), con distintos monocariotes y neohaplontes de otras cepas de *P. ostreatus* con características apreciables antes mencionadas para el cultivo comercial.

6.1 Selección de híbridos para fructificación

Como primera etapa del proyecto se requería producir una variedad de híbridos y realizar pruebas para seleccionar a los mejores candidatos para llevarlos a fructificar. Para la producción de los híbridos se requería entonces hacer también una selección de los neohaplontes (nhs) de la cepa PSma.

6.1.1 Caracterización y selección de los neohaplontes de la cepa “PSma”

Se disponían de 14 neohaplontes (Tabla 6) de la cepa PSma que previamente fueron recuperados por dedicariotización en el laboratorio del Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química (UNAM). Una vez que los 14 neohaplontes fueron sembrados y el micelio alcanzó un diámetro de 1 a 2 cm, se revisó al microscopio en las hifas de la periferia de la colonia su condición monocariótica (ausencia de fíbulas).

En la Tabla 7 se muestra que solo 11 neohaplotones presentaron micelio de tipo monocariótico y 3 neohaplotones fueron descartados por presentar micelio de tipo dicariótico.

Tabla 6: Neohaplotones de cepa comercial de *Pleurotus* sp. “PSma”

Neohaplotones de cepa PSma		
PSma-n3j	PSma-n9j	PSma-n15j
PSma-n4j	PSma-n10j	PSma-n16j
PSma-n5j	PSma-n11j	PSma-n17j
PSma-n6j	PSma-n12j	PSma-n18j
PSma-n7j	PSma-n14j	

Tabla 7: Evaluación del tipo de micelio de los 14 neohaplotones recuperados de cepa comercial de *Pleurotus* sp. “PSma”

Cepas monocarióticas (neohaplotones)			Cepas dicarióticas
PSma-n3j	PSma-n10j	PSma-n16j	PSma-n6j
PSma-n4j	PSma-n12j	PSma-n17j	PSma-n9j
PSma-n5j	PSma-n14j	PSma-n18j	PSma-n11j
PSma-n7j	PSma-n15j		

6.1.1.1 Clasificación de los neohaplotones en tipos de compatibilidad

Para clasificar los 11 neohaplotones en su tipo de compatibilidad se cruzaron todos los neohaplotones con 2 neohaplotones tomados al azar (PSma-n12j y PSma-n17j). En la Tabla 8 se observa que el neohaplonte PSma-n12j fue compatible con los neohaplotones 4, 16 y 17 por la presencia de fíbulas observadas al microscopio en cada uno de estos apareamientos. Este resultado nos indica que estos 3 neohaplotones (4, 16 y 17) pertenecen a un tipo de compatibilidad diferente al neohaplonte 12. Por otro lado el neohaplonte PSma-n17j fue compatible con los

neohaplontes 3, 5, 7, 10, 12, 14, 15 y 18 al presentar también presencia de fíbulas indicando que estos 8 neohaplontes corresponden al otro tipo de compatibilidad.

Tabla 8: Apareamiento de neohaplontes para clasificarlos en tipos de compatibilidad

Neohaplontes de cepa PSma	Apareamientos	
	Neohaplontes de cepa PSma	
	PSma-n12j	PSma-n17j
PSma-n3j	-	+
PSma-n5j	-	+
PSma-n7j	-	+
PSma-n10j	-	+
PSma-n12j	-	+
PSma-n14j	-	+
PSma-n15j	-	+
PSma-n18j	-	+
PSma-n4j	+	-
PSma-n16j	+	-
PSma-n17j	+	-

(-) Monocariote, (+) Dicaríote

En la Tabla 9 se muestra la clasificación de los 11 neohaplontes de la cepa PSma en los 2 tipos de compatibilidad (Tipo I y Tipo II), de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 8.

Una vez clasificados los neohaplontes de la cepa PSma en los 2 tipos de compatibilidad se utilizó la prueba de χ^2 para determinar la distribución de los 2 tipos de compatibilidad. Los valores de χ^2 obtenidos para los neohaplontes fue menor de 6.63 (valor obtenido de Tablas) con lo que se confirma con una

probabilidad del 95% que la distribución en los 2 tipos de compatibilidad fue 1:1, siendo una distribución simétrica (Tabla 10). Este tipo de comportamiento era el esperado, ya que se partió de una cepa con micelio dicariótico en donde la segregación de los neohaplontes se presenta en igual proporción los 2 tipos de compatibilidad.

En estudios realizados por Ramírez (2011) se sabe que los componentes monocarióticos (obtenidos por dedicarización) de 7 cepas de *Lentinula*, en 6 cepas se recuperaron sus dos componentes monocarióticos en una proporción 1:1 y solo la cepa L19, la recuperación no fue 1:1, lo que muestra que este comportamiento era el esperado ya que la cepa de *Lentinula edodes* también es un organismo de tipo tetrapolar heterotálico como lo es *Pleurotus ostreatus*.

Tabla 9: Clasificación de neohaplontes de cepa PSma en los 2 tipos de compatibilidad

Neohaplontes de cepa PSma		
Tipo I		Tipo II
PSma-n3j	PSma-n12j	PSma-n4j
PSma-n5j	PSma-n14j	PSma-n16j
PSma-n7j	PSma-n15j	PSma-n17j
PSma-n10j	PSma-n18j	

Tabla 10: Prueba de χ^2 para determinar la distribución de los neohaplontes de la cepa PSma en los 2 tipos de compatibilidad.

Tipos de compatibilidad	I	II
Frecuencia de recuperación	8	3
Frecuencia esperada	5.5	5.5
Desviación	2.5	2.5
d^2 / e	1.136	1.136

χ^2 Calculada = 2.27

χ^2 Tablas = 6.63

Valores de χ^2 calculados < 6.63, indican recuperación de neohaplontes fue 1:1.

Además de aparear los neohaplontes para clasificarlos en sus tipos de compatibilidad, durante esta etapa fue posible de manera simultánea obtener la regeneración de la cepa parental PSma al identificar los apareamientos positivos entre los diferentes neohaplontes (Tabla 8). La regeneración de la cepa parental se realizó con el fin de observar si al separar un micelio dicariótico (dedicariotización) y aparear sus componentes monocarióticos, se mantienen o se pierden sus características fenotípicas y de productividad durante la etapa de fructificación.

6.1.1.2 Evaluación del desarrollo vegetativo de neohaplontes y cepas regeneradas de PSma

Una vez que los 11 neohaplontes se clasificaron en tipos de compatibilidad se evaluó su crecimiento micelial, así como el de 12 cepas regeneradas (7 cepas reconstituidas con el neohaplonte PSma-n17j, 2 cepas reconstituidas con el neohaplonte PSma-n12j y 3 cepas reconstituidas con el neohaplonte PSma-n4j) y el de la cepa parental para conocer la velocidad de crecimiento. Para cada cepa la evaluación se realizó por triplicado y en la Tabla 11 se reporta la media y desviación estándar. Posteriormente se realizó un análisis de varianza (Tabla 41) y la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 42) con los valores obtenidos del tiempo total que requirió cada cepa en cubrir con su desarrollo vegetativo una caja

Petri con medio de EMA, clasificando las 24 cepas evaluadas en 6 grupos estadísticamente diferentes. En la Tabla 11 se observa que los neohaplontes PSma-n17j y PSma-n5j necesitaron 12 y 11 días para cubrir una caja Petri con su desarrollo micelial y al ser apareados, el tiempo que requirió la nueva cepa reconstituida PSma-n17j x PSma-n5j fue de sólo 9 días, siendo este tiempo menor al de la cepa parental PSma (10 días). Por otro lado la cepa reconstituida PSma-n17j x PSma-n7j también muestra buena velocidad de desarrollo micelial (9.3 días) pero estadísticamente corresponde a un grupo diferente de la otra cepa reconstituida PSma-n17j x PSma-n5j por ello esta evaluación permitió identificar a las cepas que se podrán llevar a la etapa de fructificación como cepas controles.

- PSma (Cepa parental)
- PSma-n17j x PSma-n5j (Cepa regenerada de PSma)

Las regeneraciones obtenidas con el neohaplonte PSma-n4j fueron con el propósito de observar si había diferencia en la velocidad de crecimiento micelial al reconstituir a la cepa parental con otros neohaplontes diferentes a las cepas PSma-n12j y PSma-n17j. En la Tabla 11 se observa que las regeneraciones con el neohaplonte PSma-n4j necesitaron 11 días para cubrir la caja Petri con su desarrollo micelial siendo las cepas reconstituidas más lentas evaluadas.

Tabla 11: Desarrollo vegetativo de cepa PSma, neohaplontes y cepas reconstituidas

Cepas		Tiempo para cubrir caja Petri con EMA (días) *
Cepa parental (PSma)		10.0 ± 0 ^c
Neohaplontes Tipo I	PSma-n3j	10.0 ± 0 ^c
	PSma-n5j	11.0 ± 0 ^{ef}
	PSma-n7j	10.7 ± 0.6 ^e
	PSma-n10j	11.0 ± 0 ^{ef}
	PSma-n12j	10.0 ± 0 ^c
	PSma-n14j	11.0 ± 0 ^{ef}
	PSma-n15j	11.0 ± 0 ^{ef}
Neohaplontes Tipo II	PSma-n18j	11.0 ± 0 ^{ef}
	PSma-n4j	12.0 ± 0 ^g
	PSma-n16j	12.0 ± 0 ^g
Cepas reconstituidas	PSma-n17j	12.0 ± 0 ^g
	PSma-n4j x PSma-n5j	11.0 ± 0 ^{ef}
	PSma-n4j x PSma-n10j	11.3 ± 0.5 ^f
	PSma-n4j x PSma-n18j	11.0 ± 0 ^{ef}
	PSma-n12j x PSma-n4j	10.0 ± 0 ^c
	PSma-n12j x PSma-n16j	10.7 ± 0.5 ^e
	PSma-n17j x PSma-n5j	9.0 ± 0 ^a
	PSma-n17j x PSma-n7j	9.3 ± 0.5 ^b
	PSma-n17j x PSma-n10j	10.8 ± 0.4 ^e
	PSma-n17j x PSma-n12j	10.0 ± 0 ^c
	PSma-n17j x PSma-n14j	11.0 ± 0 ^{ef}
	PSma-n17j x PSma-n15j	10.3 ± 0.5 ^d
PSma-n17j x PSma-n18j	10.0 ± 0 ^c	

*Letras diferentes en el tiempo para cubrir la caja Petri con EMA indica diferencia significativa entre cepas según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

6.1.2 Producción de híbridos

6.1.2.1 Apareamientos de neohaplontes de cepa PSma con monocariotes y neohaplontes de *P. ostreatus* y *L. edodes*

Con los resultados anteriores se seleccionaron 2 neohaplontes de la cepa PSma de diferente tipo de compatibilidad (Tipo I y Tipo II respectivamente) y que mostraron el mejor crecimiento (menor tiempo para invadir la caja Petri), los neohaplontes PSma-n12j y PSma-n17j. Estos dos neohaplontes se aparearon con 5 cepas monocarióticas de *P. ostreatus*, 3 neohaplontes de *P. ostreatus* y un neohaplonte de *L. edodes* y como resultado se obtuvieron 8 cruzas positivas (Tabla 12). Los resultados permiten suponer que los monocariotes P407, P408 y P412 tiene alelos de compatibilidad totalmente diferente a los 2 neohaplontes de la cepa PSma.

Tabla 12: Apareamiento de neohaplontes de cepa PSma con monocariotes y neohaplontes de *P. ostreatus* y *L. edodes*.

Cepas		Neohaplontes de PSma	
		Tipo I	Tipo II
		PSma-n12j	PSma-n17j
Monocariotes de <i>P. ostreatus</i>	P407	+	+
	P408	+	+
	P412	+	+
	P413	-	-
	P416	-	-
Neohaplontes de <i>P. ostreatus</i>	PFI-n1a	-	-
	PSec-n1g	-	+
	PUap-n2g	+	-
<i>L. edodes</i>	L21-n3s/L4005	-	-

(-) Monocariote, (+) Dicariote

El neohaplonte PUap-n2g, a su vez, fue compatible sólo con el neohaplonte de la cepa PSma de Tipo I (PSma-n12j) lo que indica que probablemente este monocariote cuenta con alelos comunes al neohaplonte PSma-n17j de compatibilidad Tipo II. De forma similar, el monocariote PSec-n1g fue compatible únicamente con el neohaplonte de PSma de Tipo II (PSma-n17j) por lo que posiblemente también cuenta con alelos comunes al neohaplonte PSma-n12j de compatibilidad Tipo I.

Tabla 13: Apareamiento entre monocariotes y neohaplontes de *P. ostreatus*

Monocariotes y neohaplontes de <i>P. ostreatus</i>					
	P407	P408	P412	PSec-n1g	PUap-n2g
P407	-	-	-	-	+
P408	-	-	-	+	+
P412	-	-	-	-	+
PSec-n1g	-	+	-	-	+
PUap-n2g	+	+	+	+	-

(-) Monocariote, (+) Dicaríote

Dado que en los apareamientos anteriores sólo 5 cepas monocarióticas presentaron compatibilidad con alguno de los neohaplontes de la cepa PSma se procedió a realizar el apareamiento entre ellos mismos, obteniendo 5 cruza positivas. En la Tabla 13 se observa que el neohaplonte PUap-n2g tiene mayor capacidad de apareamiento al ser compatible con las 4 cepas monocarióticas (P407, P408, P412 y PSec-n1g) que el neohaplonte PSec-n1g dado que solo fue compatible con el monocariote P408 permitiendo suponer que el neohaplonte PUap-n2g presenta alelos diferentes que las 4 cepas monocarióticas, mientras que el neohaplonte PSec-n1g cuenta con alelos totalmente diferentes que el monocariote P408.

Los híbridos obtenidos de los apareamientos positivos mostrados en las Tablas 12 y 13 fueron evaluados en su velocidad de crecimiento micelial. En la Tabla 14 se reporta la media y desviación estándar para cada cepa (evaluada por triplicado). Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (Tabla 43) y la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 44) para identificar las cepas con mayor velocidad de desarrollo vegetativo, obteniendo una clasificación de las 20 cepas evaluadas en 7 grupos estadísticamente diferentes.

En la Tabla 14 se observa que los apareamientos del neohaplonte de la cepa PSma de Tipo I (PSma-n12j) con los monocariotes P412 y PUap-n2g de *P. ostreatus* muestran una velocidad de desarrollo vegetativo estadísticamente mayor que sus respectivos monocariotes de *P. ostreatus*, PUap-n2g y P412. Es importante resaltar que en estos apareamientos se encuentran los 2 monocariotes que forman a los híbridos con mayor velocidad de crecimiento, pero que al ser evaluados de manera individual en la forma monocariótica, el tiempo para cubrir con su desarrollo micelial una caja Petri con medio de EMA se incrementó notablemente (10 y 20 días).

Por otro lado el apareamiento del neohaplonte Tipo II de PSma (PSma-n17j) con el monocariote P407 presentó una velocidad de crecimiento micelial buena pero que es menor que los híbridos antes mencionados, por ello esta evaluación permitió seleccionar a las cepas que se llevaran a la etapa de fructificación, las cuales son:

Cepas híbridas (controles):

- PUap-n2g x P412 (8.3 días)
- PUap-n2g x P408 (9.0 días)
- PUap-n2g x PSec-n1g (9.0 días)

Cepas híbridas con mayores velocidades de crecimiento micelial:

- PSma-n12j x P412 (8.0 días)
- PSma-n12j x PUap-n2g (8.0 días)
- PSma-n17j x P407 (9.0 días)

Tabla 14: Desarrollo vegetativo de monocariotes, neohaplontes de *P. ostreatus* e híbridos de neohaplontes de PSma con monocariotes de *P. ostreatus*

Cepas		Tiempo para cubrir caja Petri con EMA (días) *
Cepa parental**	PSma	10 ± 0 ^c
Monocariotes de <i>P. ostreatus</i>	P407	12.3 ± 0.5 ^e
	P408	15.7 ± 0.5 ^f
	P412	20.7 ± 1.4 ^g
Neohaplontes de <i>P. ostreatus</i>	PSec-n1g	12.3 ± 0.5 ^e
	PUap-n2g	10.0 ± 0 ^c
Neohaplontes de PSma	PSma-n12j	10.0 ± 0 ^c
	PSma-n17j	12.0 ± 0 ^e
Híbridos de PSma (nhs Tipo I) con monocariotes de <i>P. ostreatus</i>	PSma-n12j x P407	9.0 ± 0 ^b
	PSma-n12j x P408	9.7 ± 0.5 ^c
	PSma-n12j x P412	8.0 ± 0 ^a
	PSma-n12j x PUap-n2g	8.0 ± 0 ^a
Híbridos de PSma (nhs Tipo II) con monocariotes de <i>P. ostreatus</i>	PSma-n17j x P407	9.0 ± 0 ^b
	PSma-n17j x P408	11.0 ± 0 ^d
	PSma-n17j x P412	11.0 ± 0 ^d
	PSma-n17j x PSec-n1g	10.0 ± 0 ^c
Apareamientos entre monocariotes de <i>P. ostreatus</i>	PSec-n1g x P408	10.0 ± 0 ^c
	PUap-n2g x P408	9.0 ± 0 ^b
	PUap-n2g x P412	8.3 ± 0.5 ^a
	PUap-n2g x PSec-n1g	9.0 ± 0 ^b

*Letras diferentes en el tiempo para cubrir caja Petri con medio EMA indica diferencia significativa entre cepas según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

**Valor para cepa parental tomado de la Tabla 9.

6.1.2.2 Apareamientos de neohaplotes de cepa asporógena PAsp14 con neohaplotes y monocariotes de cepa PSma y de *P. ostreatus*.

Dado que resultaba interesante producir híbridos con carácter asporógeno, se utilizaron 5 neohaplotes de la cepa PAsp14 de *P. ostreatus*, los cuales fueron primeramente apareados entre sí para conocer su tipo de compatibilidad. Se estableció que 2 neohaplotes (el 1 y 2) pertenecen al Tipo I mientras que 3 neohaplotes (5, 8 y 26) fueron del Tipo II.

Tabla 15: Apareamiento de neohaplotes de cepa asporógena PAsp14 con neohaplotes de cepa PSma y cepas monocarióticas de *P. ostreatus*

Tipo de cepa		Neohaplotes de cepa asporógena de <i>P. ostreatus</i> (PAsp14)				
		Tipo I		Tipo II		
		PAsp14-n1a	PAsp14-n2a	PAsp14-n5a	PAsp14-n8a	PAsp14-n26d
nhs de cepa PSma	PSma-n12j	+	+	+	+	+
	PSma-n17j	+	+	+	+	+
Monocariotes de <i>P. ostreatus</i>	P407	+	+	+	+	+
	P408	+	+	+	+	+
	P412	+	+	+	+	+
nhs de <i>P. ostreatus</i>	PSec-n1g	-	-	+	-	+
	PUap-n2g	+	+	+	+	+

(-) Monocariote, (+) Dicariote

Los 5 neohaplotes de la cepa PAsp14 fueron apareados con los 2 neohaplotes seleccionados de la cepa PSma (PSma-n12j y PSma-n17j), con los 3 monocariotes y con los 2 neohaplotes de *P. ostreatus* que presentaron reacciones de compatibilidad en los experimentos previos (ver Tabla 13). En la Tabla 15 se observa que se obtuvieron 32 apareamientos positivos, de los cuales los neohaplotes de la cepa PSma (PSma-n12j y PSma-n17j) y los monocariotes P407, P408, P412 y PUap-n2g presentaron compatibilidad con todos los neohaplotes de la cepa PAsp14.

Sin embargo al analizar la Tabla 15 el neohaplonte PSec-n1g que no fue compatible con los 2 neohaplontes de la cepa PSma de compatibilidad Tipo I, en este caso, al ser apareado con los 3 neohaplontes de la cepa PAsp14 de compatibilidad Tipo II, uno de los 3 apareamientos fue negativo. Existe la posibilidad de que esto fuese un falso negativo, lo cual requeriría una confirmación.

En la Tabla 16 se presenta un resumen de los resultados de los apareamientos mostrados en las Tablas 12, 13 y 15, indicando una interpretación en términos de los patrones y tipos de compatibilidad de estas cepas. Con excepción del neohaplonte PSec-n1g, los patrones de apareamiento resultan totalmente congruentes con los tipos de compatibilidad asignados en la Tabla 16. Nuevamente se presenta la posibilidad de una falta de formación del dicariote de esta cepa (PSec-n1g) con el neohaplonte PAsp14-n1a sea una respuesta falsa negativa. Resulta de todos modos intrascendente para los fines de este proyecto esclarecer este tema ya que la mayor parte de los apareamientos fueron positivos y congruentes con los tipos de compatibilidad mostrados en la Tabla 16.

Tabla 16: Clasificación de los neohaplontes y monocariotes de *Pleurotus* sp. en tipos de compatibilidad

		Tipos de compatibilidad								
Tipos de compatibilidad		A ₁ B ₁	A ₂ B ₁	A ₁ B ₂	A ₃ B ₃	A ₄ B ₂	A ₃ B ₄	A ₅ B _?	A ₆ B ₅	
	CEPAS	P412	P407	P408	P408	P408	P408	P408	P408	
A ₁ B ₁	P412	-	-	-	-	+	+	+	+	
	P407		-	-	-	+	+	+	+	
A ₂ B ₁	P408			-	+	+	+	+	+	
A ₁ B ₂	P408				-	+	-	+	-	
A ₃ B ₃	P408					-	+	-	+	
A ₄ B ₂	P408						-	+	+	
A ₃ B ₄	P408							-	+	
A ₅ B _?	P408								-	
A ₆ B ₅	P408									

(-) Monocariote, (+) Dicariote

Se evaluó el tiempo total para cubrir con desarrollo vegetativo la caja Petri con medio de EMA de todos los híbridos obtenidos previamente (Tabla 14), así como de sus respectivos neohaplontes parentales. En la Tabla 17 se muestran los valores obtenidos y los resultados del análisis de varianza (Tabla 45) y la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 46), con lo cual fue posible clasificar las 42 cepas en 17 grupos estadísticamente diferentes.

Se observó que la mayoría de los híbridos obtenidos con los 3 neohaplontes de la cepa PAsp14 con compatibilidad de Tipo II fueron los que presentaron mayor velocidad de crecimiento micelial, que los producidos al aparearse con los 2 neohaplontes de la cepa PAsp14 con compatibilidad Tipo de I. El apareamiento PAsp-n8a x PSma-n12j fue el que presentó la mayor velocidad de crecimiento micelial (6 días) seguido de los apareamientos PAsp-n8a x PUap-n2g y PAsp-n26d x PUap-n2g con 6.7 y 7.3 días respectivamente, confirmando nuevamente que el monocariote PUap-n2g además de presentar mayor capacidad de apareamiento produce híbridos que presentan una rápida velocidad para invadir el medio EMA.

Es importante destacar que en estos apareamientos la obtención de híbridos con rápida velocidad de crecimiento no necesariamente implica que las 2 cepas monocarióticas parentales presenten una rápida velocidad para invadir el medio EMA. Como ejemplo podemos observar que el híbrido PAsp-n8a x PSma-n12j que fue el que presentó la mayor velocidad de crecimiento micelial (6 días) provenía de los neohaplontes PAsp-n8a (22.7 días) y PSma-n12j (10 días). Razón por la cual se hace necesario evaluar el crecimiento micelial de todos los híbridos obtenidos. Otros apareamientos que también resultan importantes por su rápida velocidad de crecimiento son los obtenidos entre el neohaplontes PAsp-n5a y los monocariotes P407, P408, P412, PSec-n1g y PUap-n2g además de los híbridos obtenidos entre el neohaplonte PAsp-n8a y los monocariotes P408 y P412.

A partir de los resultados descritos y del análisis estadístico fue posible obtener varias cepas candidatas que serán llevadas a la etapa de fructificación, las cuales se muestran en la Tabla 18.

Tabla 17: Desarrollo vegetativo de apareamientos entre neohaplontes de cepa asporógena PAsp14 y monocariotes de *Pleurotus ostreatus*

Tiempo para cubrir caja Petri con medio EMA (días) *						
Cepas		Neohaplontes de cepa asporógena PAsp 14				
		Tipo I		Tipo II		
		PAsp14-n1a	PAsp14-n2a	PAsp14-n5a	PAsp14-n8a	PAsp14-n26d
		9.7 ± 0.5 ^g	12.0 ± 0 ^k	16.0 ± 0 ^l	22.7 ± 0.5 ^p	27.0 ± 0.9 ^r
P407	12.3 ± 0.5 ^k	20.0 ± 0 ⁿ	24.3 ± 1.4 ^q	8.0 ± 0 ^{de}	8.0 ± 0 ^{de}	10.0 ± 0 ^{gh}
P408	15.7 ± 0.5 ^l	10.7 ± 0.5 ⁱ	10.3 ± 0.5 ^{hi}	8.0 ± 0 ^{de}	8.7 ± 0.5 ^{ef}	10.0 ± 0 ^{gh}
P412	20.7 ± 1.4 ^o	23.8 ± 0.4 ^q	18.7 ± 0.5 ^m	8.0 ± 0 ^{de}	8.0 ± 0 ^{de}	10.0 ± 0 ^{gh}
PSec-n1g	12.3 ± 0.5 ^k	Incompatible	Incompatible	8.0 ± 0 ^{de}	Incompatible	8.0 ± 0 ^{de}
PUap-n2g	10.0 ± 0 ^{gh}	9.7 ± 0.5 ^g	10.3 ± 0.5 ^{hi}	8.0 ± 0 ^{de}	6.7 ± 1.0 ^b	7.3 ± 1.0 ^c
PSma-n12j	10.0 ± 0 ^{gh}	8.0 ± 0 ^{de}	9.0 ± 0 ^f	8.0 ± 0 ^{de}	6.0 ± 0 ^a	8.0 ± 0 ^{de}
PSma-n17j	12.0 ± 0 ^k	8.0 ± 0 ^{de}	9.0 ± 0 ^f	8.7 ± 0.5 ^{ef}	10.0 ± 0 ^{gh}	11.3 ± 0.5 ^j

*Letras diferentes en el tiempo para cubrir la caja Petri con medio EMA indican diferencias significativas entre las cepas según la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

Tabla 18: Cepas control candidatas con mayor velocidad de crecimiento micelial

	Cepa	Tiempo para cubrir caja Petri con EMA (días) *
CONTROLES	PSma	10.0 ± 0 ^c
	PAsp14***	11 ± 0
	PSma-n17j x PSma-n5j	9.0 ± 0 ^a
	PSma-n17j x PSma-n7j	9.3 ± 0.5 ^b
	PAsp14-n1 x PAsp14-n5a***	13 ± 0
	PUap-n2g x P408	9.0 ± 0 ^b
	PUap-n2g x P412	8.3 ± 0.5 ^a
	PUap-n2g x PSec-n1g	9.0 ± 0 ^b

*Letras diferentes en el tiempo para cubrir la caja Petri con medio EMA indican diferencias significativas entre las cepas según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

**Todos los valores de las cepas son tomados de las Tablas 11 (verde) y 14 (azul).

***Las cepas fueron evaluadas por separado por lo cual no se realizó análisis estadístico.

Tabla 19: Cepas híbridas candidatas con mayor velocidad de crecimiento micelial

Cepa		Tiempo para cubrir caja Petri con EMA (días) *
HÍBRIDOS	PSma-n12j x P407	9.0 ± 0 ^b
	PSma-n12j x P408	9.7 ± 0.5 ^c
	PSma-n12j x P412	8.0 ± 0 ^a
	PSma-n12j x PUap-n2g	8.0 ± 0 ^a
	PSma-n17j x P407	9.0 ± 0 ^b
	PSma-n17j x P412	11.0 ± 0 ^d
	PAsp14-n1a x PUap-n2g	9.7 ± 0.5 ^g
	PAsp14-n1a x PSma-n12j	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n1a x PSma-n17j	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n2a x PSma-n12j	9.0 ± 0 ^f
	PAsp14-n2a x PSma-n17j	9.0 ± 0 ^f
	PAsp14-n5a x P407	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n5a x P408	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n5a x P412	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n5a x PSec-n1g	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n5a x PUap-n2g	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n5a x PSma-n12j	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n5a x PSma-n17j	8.7 ± 0.5 ^{ef}
	PAsp14-n8a x P408	8.7 ± 0.5 ^{ef}
	PAsp14-n8a x P412	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n8a x PUap-n2g	6.7 ± 1.0 ^b
	PAsp14-n8a x PSma-n12j	6.0 ± 0 ^a
	PAsp14-n8a x PSma-n17j	10.0 ± 0 ^{gh}
	PAsp14-n26a x PSec-n1g	8.0 ± 0 ^{de}
	PAsp14-n26a x PUap-n2g	7.3 ± 1.0 ^c
	PAsp14-n26a x PSma-n12j	8.0 ± 0 ^{de}

*Letras diferentes en el tiempo para cubrir la caja Petri con medio EMA indican diferencias significativas entre las cepas según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

**Todos los valores de las cepas son tomados de las Tablas 14 (azul) y 17 (naranja).

6.2 Fructificación de híbridos seleccionados

6.2.1 Cepas parentales e híbridas

Las Tablas 18 y 19 muestran las 34 cepas que fueron preselección para ser fructificadas. Debido al gran número, se seleccionaron las 16 cepas que se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20: Cepas seleccionadas para la etapa de fructificación

	Cepa	Velocidad de crecimiento micelial	Lote
CONTROLES	PSma	10.0 ± 0	1, 3, 5
	PAsp14*	11 ± 0	1
	PSma-n17j x PSma-n5j	9.0 ± 0	2,4
	PAsp14-n1 x PAsp14-n5a*	13 ± 0	4
	PUap-n2g x P412	8.3 ± 0.5	3,5
HÍBRIDOS	PSma-n12j x PAsp14-n8a	6.0 ± 0	1
	PSma-n12j x PAsp14-n1a	8.0 ± 0	3,5
	PSma-n12j x PAsp14-n5a	8.0 ± 0	2
	PSma-n17j x PAsp14-n1a	8.0 ± 0	4
	PSma-n17j x PAsp14-n5a	8.7 ± 0.5	1
	PSma-n17j x PAsp14-n8a	10.0 ± 0	2
	PSma-n12j x PUap-n2g	8.0 ± 0	3,5
	PSma-n12j x P412	8.0 ± 0	4
	PSma-n17j x P407	9.0 ± 0	4
	PSma-n12j x P408	9.7 ± 0.5	4
	PSma-n17j x P412	11.0 ± 0	3,5

*Las cepas fueron evaluadas por separado por lo que no se realizó análisis estadístico

Además de una rápida velocidad de crecimiento, se consideró su capacidad de aparearse con un mayor número de cepas, de tal forma que al mismo tiempo se aumentara la diversidad genética de los híbridos.

Tabla 21: Cepas a fructificar en trabajos posteriores

	Cepa	Velocidad de crecimiento micelial
CONTROLES	PSma-n17j x PSma-n7j	9.3 ± 0.5
	PUap-n2g x P408	9.0 ± 0
	PUap-n2g x PSec-n1g	9.0 ± 0
HÍBRIDOS	PSma-n12j x P407	9.0 ± 0
	PUap-n2g x PAsp14-n1a	9.7 ± 0.5
	PSma-n12j x PAsp14-n2a	9.0 ± 0
	PSma-n17j x PAsp14-n2a	9.0 ± 0
	PAsp14-n5a x P407	8.0 ± 0
	PAsp14-n5a x P408	8.0 ± 0
	PAsp14-n5a x P412	8.0 ± 0
	PAsp14-n5a x PSec-n1g	8.0 ± 0
	PAsp14-n5a x PUap-n2g	8.0 ± 0
	PAsp14-n8a x P408	8.7 ± 0.5
	PAsp14-n8a x P412	8.0 ± 0
	PAsp14-n8a x PUap-n2g	6.7 ± 1.0
	PAsp14-n26a x PSec-n1g	8.0 ± 0
	PAsp14-n26a x PUap-n2g	7.3 ± 1.03
	PSma-n12j x PAsp14-n26a	8.0 ± 0

Debido a las limitaciones experimentales como la capacidad de la autoclave y del cuarto de fructificación así como para facilitar el trabajo de cosecha de los hongos, las 16 cepas, se dividieron en 4 lotes de 4 cepas cada uno. En la Tabla 21 se muestran las cepas que restarían para ser evaluadas en experimentos posteriores.

6.2.2 Fructificación

Para preparar el sustrato se utilizó la formulación reportada en la Tabla 5 (Materiales y Métodos) debido a que en experimentos previos en el laboratorio ha permitido obtener una buena invasión del sustrato y altos rendimientos durante la evaluación de diferentes cepas de *Pleurotus* spp. (Sánchez, 2013 y Marroquín, 2009).

Determinación de humedad y máxima capacidad de hidratación de los componentes principales del sustrato.

Para preparar el sustrato se determinó la humedad que presentaba cada componente (aserrín, cascarilla de algodón, paja y mijo) y por otro lado también se determinó su máxima capacidad de hidratación. En la Tabla 22 se presentan los valores promedio de humedad y máxima capacidad de hidratación del sustrato preparado en cada uno de los 5 lotes. Con los valores obtenidos para cada componente (Tabla 22) y la composición del sustrato (Tabla 5), se realizó el cálculo para conocer la cantidad de cada componente y el volumen de agua necesaria para obtener una humedad final del 70% aproximadamente.

En la Tabla 23 se presenta la cantidad de cada componente necesaria para preparar 16 bolsas de 1000 g de sustrato. Además se presenta la cantidad de agua que aporta cada componente y se observa que la humedad teórica del sustrato fue del 70.26%.

Tabla 22: Determinación de humedad y máxima capacidad de retención de agua de los componentes principales para la preparación del sustrato

Componentes del sustrato	Lotes 1 y 2		Lotes 3, 4 y 5	
	Humedad		Humedad	
	Material original (%)	A máxima capacidad de hidratación (%)	Material original (%)	A máxima capacidad de hidratación (%)
Aserrín de encino blanco	7.0	73.0	6.6	72.3
Cascarilla de algodón	8.0	67.5	7.2	70.9
Paja de trigo	8.7	79.5	5.9	83.7
Mijo	7.3	33.3	6.7	31.3

Una vez preparado el sustrato se tomaron muestras de cada lote antes y después de la esterilización para conocer el valor promedio de la humedad final de los sustratos, estos datos son de suma importancia, ya que para reportar la eficiencia biológica (g de hongo fresco / 100 g de sustrato seco) se debe conocer la cantidad de sustrato seco.

Tabla 23: Cálculo de las cantidades necesarias de cada componente y del agua necesaria para obtener un sustrato con una humedad final de 70%

Componentes del sustrato	Humedades		Composición de 100 g sustrato húmedo (g/100) (a máxima capacidad de hidratación)						Cálculo para 16 bolsas de 1 kg		
	Material original (%)	A máxima capacidad de hidratación (%)	Composición del sustrato (Base Húmeda)	Contenido de Agua (g)	Base seca (g)	Material original a pesar (g)	Agua adicionada con material original	Agua externa a adicionar	Material con humedad original	Agua adicionada con material original	Agua externa a adicionar
Aserrín de encino blanco	7.00	73.00	29	21.17	7.83	8.42	0.59	20.58	1193.5	83.5	3500.9
Cascarilla de algodón	8.00	67.50	29	19.58	9.43	10.24	0.82	18.76	1452.3	116.2	3190.4
Paja de trigo	8.70	79.50	29	23.06	5.95	6.51	0.57	22.49	923.0	80.3	3825.5
Mijo	7.30	33.30	9	3.00	6.00	6.48	0.47	2.52	918.0	67.0	429.4
CaSO ₄			3		3.00	3.00			480.0		
CaCO ₃			1		1.00	1.00			160.0		
PESO TOTAL									16073		

Humedad del sustrato inicial	66.80	Humedad del sustrato final	70.26
------------------------------	-------	----------------------------	-------

Los sustratos presentaron las siguientes humedades antes y después del tratamiento térmico (Tabla 24), es importante destacar que la humedad final no fue la esperada según el cálculo, a continuación se presenta algunas de las posibles causas:

- **Acondicionamiento del sustrato:** la forma de hidratación de los componentes del sustrato en el lote 1 fue por separado y luego se mezclaron, mientras que en los siguientes lotes se mezclaron todos los componentes y luego se hidrataron.
- **El tipo de bolsa para el llenado del sustrato:** la bolsa no fue la misma para todos los lotes lo que provocaba que en algunos casos se rompiera la bolsa después de la esterilización provocando pérdida de humedad.

Tabla 24: Humedad de los sustratos de los lotes 1 al 5

Humedades			
Lote	Calculada	Antes de esterilizar	Después de esterilizar
1	70.2	66.1 ± 1.5	61.4 ± 0.3
2	70.2	69.2 ± 1.3	63.0 ± 3.1
3	65.9	67.4 ± 2.4	52.8 ± 3.3
4	65.9	65.1 ± 1.5	61.4 ± 0.9
5	65.9	64.8 ± 0.9	60.5 ± 1.4

En la etapa de incubación de los sustratos inoculados se observó lo siguiente:

Invasión: en esta etapa se presentaron diferencias en los tiempos y grados de invasión pero se decidió sacar después de 30 días todas las cepas para la inducción a la fructificación; la diferencia en los grados de invasión del sustrato se debió en algunos casos al exceso de agua que contenían, la cual se tuvo que drenar y en algunos otros casos a la falta de humedad en el sustrato.

Para evaluar la capacidad de productividad de los cuerpos fructíferos de los híbridos, se compararon con las cepas parentales, así como de las cepas regeneradas y cepas silvestres de *Pleurotus* spp., que servirán como referencia según sea el caso.

6.2.3 Cosecha de hongos y análisis de resultados

En las Tablas 25, 28, 31, 34, y 37 se presentan las características morfológicas de los esporóforos producidos en los 5 lotes, algunas de las características son color, consistencia y textura. Estas características varían de una cepa a otra pero se mantienen constantes para cada una de ellas durante todo el período de producción. En la coloración de las diferentes cepas fructificadas se reporta la apreciación personal de los esporóforos y primordios.

En general las cepas presentaron una coloración más oscura cuando aparecieron los primordios y al formarse los esporóforos se tornaron de un tono más claro pero manteniéndose el color que predominó. En cuanto a la consistencia y textura de los hongos en todas las cepas fue suave, grueso y/o delgado y el estípite correoso, grueso y/o delgados

La consistencia y textura de los carpóforos es de buena calidad en general, ya que la parte de interés comercial es el carpóforo y no el estípite para el caso de *Pleurotus* spp., el cual en todas las cepas presenta una consistencia suave y gruesa o delgada.

Para la coloración, consistencia y textura sólo se reporta la apreciación personal de los carpóforos durante la etapa de fructificación.

6.2.3.1 Productividad de las cepas del Lote 1

En el Tabla 26 se reporta los valores de eficiencia biológica semanal acumulada (EBSA) sin estípites. Para cada cepa se realizó un análisis de varianza de bloques (Tablas 47, 49, 51 y 53), tomando como variable independiente semanas de corte y como vía las replicas. Como resultado se observaron diferencias altamente significativas en las EBA obtenidas en las diferentes semanas de corte, por ello se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tablas 48, 50, 52 y 54), para determinar en qué semana se obtuvo el rendimiento máximo significativo (RMS) para cada cepa. En la Tabla 26 se observan que los valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el RMS.

El RMS de las cepas parentales PSma y PAsp14 fueron alcanzados a la 10^a y 9^a semana con valores de 51.5% y 46.5% respectivamente mientras que las cepas híbridas PSma-n17j x PAsp14-n5a y PSma-n12j x PAsp14-n8a su RMS lo alcanzaron a la 8^a y 9^a semana con valores de 53.1% y 49.9%.

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias en los tiempos para alcanzar el RMS entre las cepas (Tabla 27). No obstante fue posible obtener cepas híbridas con eficiencias biológicas significativas mayores que la cepa original, la cepa PSma-n17j x PAsp14-n5a muestra el mayor rendimiento en el menor tiempo, mientras que la cepa PSma-n12j x PAsp14-n8a presenta un rendimiento semejante a la cepa parental PAsp14 pero menor que la cepa parental PSma.

En experimentos de Sánchez, (2013), observó que a una humedad de 64% en el sustrato las cepas PSma y PAsp14 produjeron una EBA de 54.3% y 50.6% respectivamente valores similares a los obtenidos en este lote con una humedad de 61.4%. Por otro lado, encontró que con 72% de humedad en el sustrato, ambas cepas produjeron los más altos rendimientos (63.0% y 73.0%) de eficiencia biológica. Cabe destacar que las eficiencias biológicas se ven incrementadas al aumentar el contenido de humedad en los sustratos.

Tabla 25: Fenotipos de los esporóforos producidos en el Lote 1













Fructificaciones			Características
PSma			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Blanco Carnoso Suave Sp +
PAsp14			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Blanco grisáceo Carnoso Quebradizo Sp -
PSma-n17j x PAsp14-n5a			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Crema gris Carnoso Suave Sp +
PSma-n12j x PAsp14-n8a			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Crema café Carnoso Suave Sp +

Tabla 26: Eficiencia biológica semanal acumulada (sin estípite) de 4 cepas de *Pleurotus ostreatus*. (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Eficiencia biológica semanal acumulada (EBA) (g hongos frescos / 100 g de sustrato seco)				
Semanas	Cepas			
	PSma	PAsp14	PSma - n17j x PAsp14 - n5a	PSma - n12j x PAsp14 - n8a
1	11.0 ± 15.5 ^a	26.1 ± 2.8 ^a	35.8 ± 9.2 ^a	24.1 ± 13.7 ^a
2	22.3 ± 14.1 ^b	26.1 ± 2.8 ^a	35.9 ± 9.1 ^a	25.3 ± 13.4 ^a
3	29.9 ± 7.6 ^{bc}	26.1 ± 2.8 ^a	39.1 ± 6.4 ^{ab}	33.4 ± 7.9 ^b
4	32.8 ± 6.5 ^{cd}	30.7 ± 6.0 ^a	41.5 ± 7.3 ^b	38.0 ± 9.2 ^{bc}
5	40.2 ± 5.0 ^{de}	37.9 ± 5.9 ^b	47.9 ± 5.2 ^c	42.0 ± 7.4 ^{cd}
6	43.9 ± 4.7 ^{ef}	37.9 ± 5.9 ^b	49.2 ± 7.0 ^{cd}	46.8 ± 5.8 ^{de}
7	46.6 ± 6.9 ^{efg}	39.3 ± 3.2 ^b	51.9 ± 7.2 ^{cde}	47.4 ± 5.8 ^{def}
8	46.6 ± 6.9 ^{efg}	43.8 ± 3.8 ^c	53.1 ± 5.0 ^{def}	48.4 ± 4.3 ^{efg}
9	49.3 ± 7.2 ^{fgh}	46.5 ± 6.0 ^{cd}	54.2 ± 7.0 ^{ef}	49.9 ± 5.6 ^{efgh}
10	51.5 ± 8.8 ^{ghi}	46.5 ± 6.0 ^{cd}	55.6 ± 6.7 ^{ef}	51.9 ± 5.4 ^{efgh}
11	51.5 ± 8.8 ^{ghi}	46.5 ± 6.0 ^{cd}	56.5 ± 6.2 ^{ef}	52.7 ± 5.4 ^{efgh}
12	55.3 ± 3.9 ^{ghi}	47.9 ± 5.6 ^{cd}	57.6 ± 5.2 ^f	53.2 ± 5.9 ^{fgh}
13	57.3 ± 4.7 ^{hi}	49.9 ± 4.9 ^d	57.6 ± 5.2 ^f	53.8 ± 5.4 ^{gh}
14	58.7 ± 5.4 ⁱ	50.3 ± 4.7 ^d	57.6 ± 5.2 ^f	54.7 ± 6.0 ^h
15	58.7 ± 5.4 ⁱ	51.0 ± 5.6 ^d	58.1 ± 5.1 ^f	55.5 ± 5.5 ^h

* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

● Valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS)

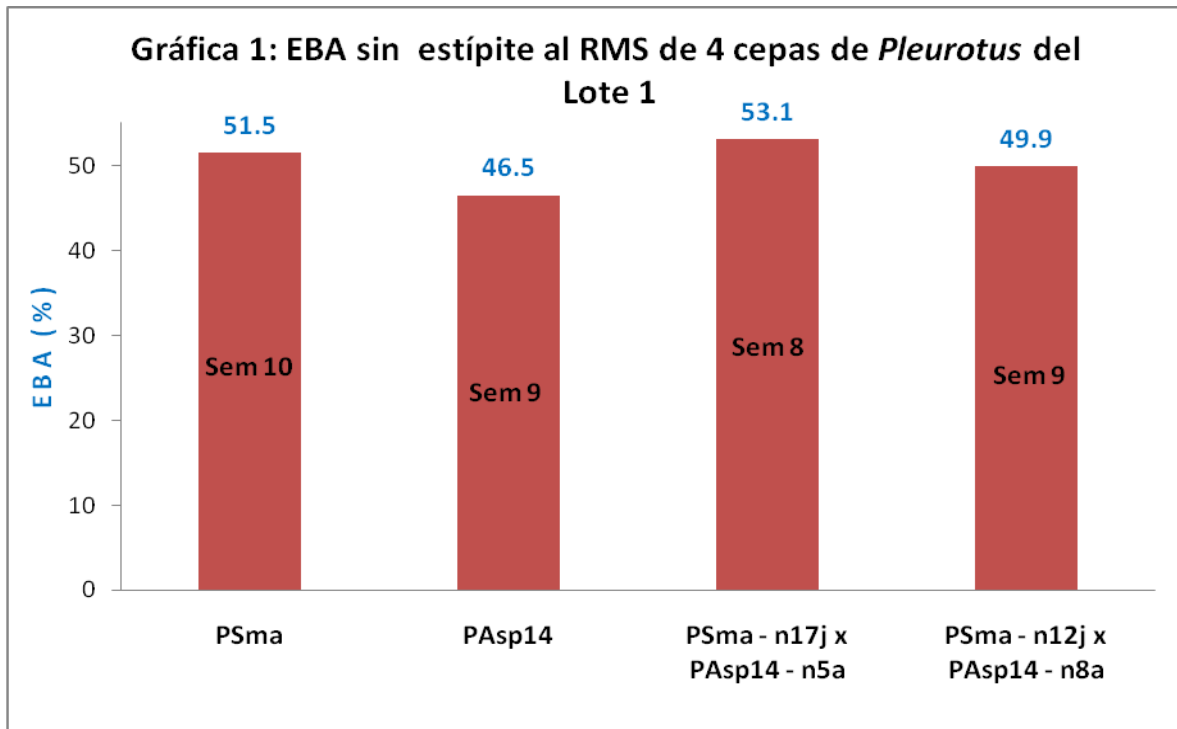
Tabla 27: EBA (sin estípites) al RMS de 4 cepas de *Pleurotus* del Lote 1

Cepa	EBA al RMS	Tiempo para alcanzar RMS (semanas)
PSma - n17j x PAsp14 – n5a	53.1 ± 5.0 ^a	8
PSma	51.5 ± 8.8 ^a	10
PSma - n12j x PAsp14 – n8a	49.9 ± 5.6 ^a	9
PAsp14	46.5 ± 6.0 ^a	9

* Letras iguales indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre cepas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

Los valores estadísticos se obtuvieron de la Tabla 26

En la Gráfica 1 se representa la EBA de las cepas de la Tabla 27 señalando el tiempo en que se alcanzó el RMS y según el análisis de varianza para estas 4 cepas se determinó que no hay diferencias significativas entre las cepas, sus EBA al RMS son muy cercanas (46.5% a 53.1%) (Ver Tabla 93).



6.2.3.2 Productividad de las cepas del lote 2

De manera semejante al lote 1 en la Tabla 29 se reporta los valores de eficiencia biológica semanal acumulada (EBSA) sin estípite de 3 cepas. Para cada cepa se realizó un análisis de varianza de bloques (Tablas 55, 57 y 59), tomando como variable independiente semanas de corte y como vía las replicas. Como resultado se observaron diferencias altamente significativas en las EBA obtenidas en las diferentes semanas de corte, por ello se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tablas 56, 58 y 60), para determinar en qué semana se obtuvo el rendimiento máximo significativo (RMS) para cada cepa. En la Tabla 29 se observan que los valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el RMS.

El RMS de la cepa regenerada PSma-n17j x PSma-n5j fue a la 9^a semana con valor de 35.1%, mientras que para las cepas híbridas PSma-n17j x PAsp14-n8a y PSma-n12j x PAsp14-n5a el RMS se alcanzó a la 10^a y 11^a semana con valores de 61.6% y 95.5% respectivamente.

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias en los tiempos para alcanzar el RMS entre las cepas (Tabla 30). No obstante fue posible obtener cepas híbridas con eficiencias biológicas significativas mayores que la cepa regenerada, la cepa PSma-n17j x PAsp14-n8a muestra un mayor rendimiento aunque en mayor tiempo, mientras que la cepa PSma-n12j x PAsp14-n5a presenta un rendimiento superior a la cepa regenerada y que el híbrido antes mencionado aunque tardo una semana más en alcanzar su RMS.

Tabla 28: Fenotipos de los esporóforos producidos en el Lote 2










Fructificaciones			Características
PSma-n17j x PSma-n5j			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Gris claro
			Carnoso
			Suave Sp +
PSma-n17j x PAsp14-n8a			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Café claro
			Carnoso
			Suave Sp +
PSma-n12j x PAsp14-n5a			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Café claro
			Carnoso
			Suave Sp +

Tabla 29: Eficiencia biológica semanal acumulada (sin estípites) de 3 cepas de *Pleurotus ostreatus* (Lote 2, H = 63.0 ± 3.1)

Eficiencia biológica semanal acumulada (EBA) (g hongos frescos / 100 g de sustrato seco)			
Semanas	Cepas		
	PSma - n17j x PSma - n5j	PSma - n17j x PAsp14 - n8a	PSma - n12j x PAsp14 - n5a
1	7.3 ± 5.3 ^a	25.3 ± 14.2 ^a	25.6 ± 2.6 ^a
2	14.8 ± 3.2 ^b	30.5 ± 2.8 ^a	58.7 ± 3.8 ^b
3	16.9 ± 2.9 ^b	30.5 ± 2.8 ^a	58.7 ± 3.8 ^b
4	21.0 ± 6.5 ^c	45.5 ± 2.8 ^b	74.9 ± 5.8 ^c
5	25.5 ± 8.2 ^d	45.5 ± 2.8 ^b	74.9 ± 5.8 ^c
6	26.5 ± 6.3 ^d	45.5 ± 2.8 ^b	80.5 ± 9.9 ^d
7	29.5 ± 5.4 ^{de}	55.9 ± 3.4 ^c	83.9 ± 5.5 ^{de}
8	31.3 ± 6.3 ^{ef}	55.9 ± 3.4 ^c	86.4 ± 5.0 ^e
9	35.1 ± 6.3 ^{fg}	57.0 ± 4.5 ^{cd}	91.8 ± 5.1 ^f
10	36.0 ± 6.8 ^g	61.6 ± 3.1 ^{cde}	93.7 ± 3.9 ^{fg}
11	36.6 ± 7.3 ^g	61.6 ± 3.1 ^{cde}	95.5 ± 6.7 ^{fgh}
12	36.6 ± 7.3 ^g	62.5 ± 3.9 ^{cde}	97.2 ± 5.0 ^{gh}
13	38.4 ± 6.0 ^g	63.5 ± 5.1 ^{de}	97.9 ± 6.2 ^{gh}
14	38.4 ± 6.0 ^g	64.0 ± 4.2 ^e	99.2 ± 5.1 ^h
15	38.4 ± 6.0 ^g	64.2 ± 4.1 ^e	99.2 ± 5.1 ^h

* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

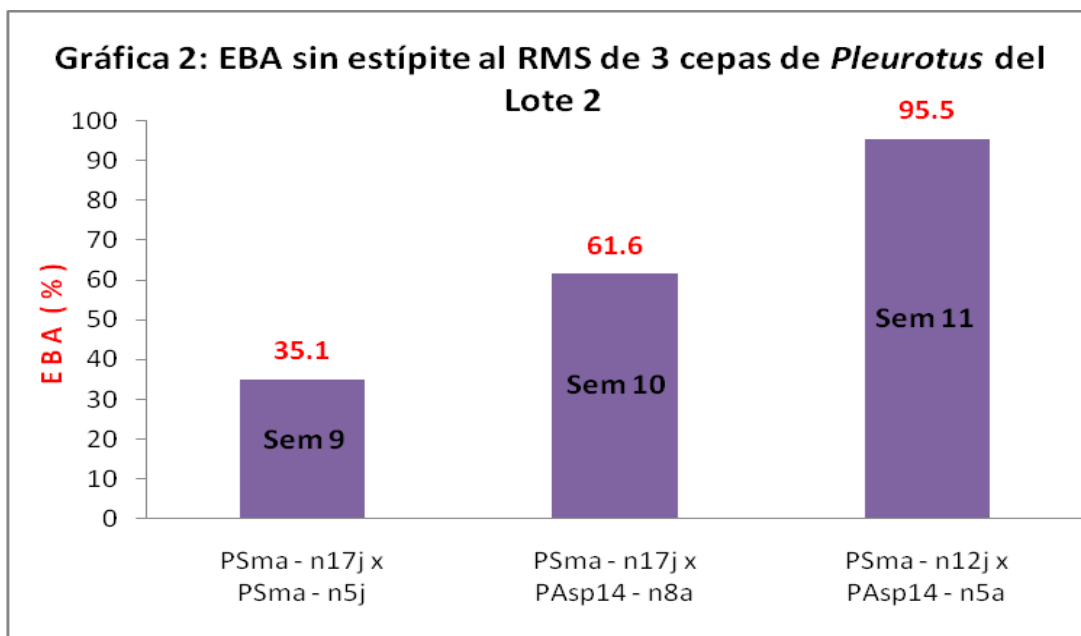
● Valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS)

Tabla 30: EBA (sin estípites) al RMS de 3 cepas de *Pleurotus* del Lote 2

Cepa	EBA al RMS	Tiempo para alcanzar RMS (semanas)
PSma - n12j x PAsp14 – n5a	95.5 ± 6.7 ^c	11
PSma - n17j x PAsp14 – n8a	61.6 ± 3.1 ^b	10
PSma - n17j x PSma – n5j	35.1 ± 6.3 ^a	9

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)
 Los valores estadísticos se obtuvieron de la Tabla 29

En la Gráfica 2 se representa la EBA de las cepas de la Tabla 30 señalando el tiempo en que se alcanzó el RMS y según el análisis de varianza para estas 3 cepas se determinó que hay diferencias altamente significativas entre las cepas, por lo que se realizó la prueba de Duncan para conocer la cepa que presentó la mayor EBA al RMS la cual fue la cepa PSma - n12j x PAsp14 – n5a (95.5%).









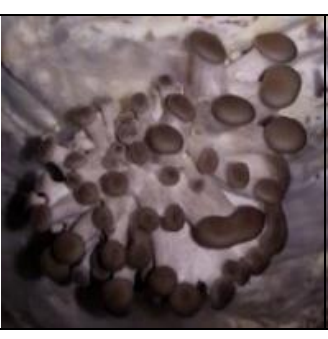





6.2.3.3 Productividad de las cepas del Lote 3

Siguiendo el procedimiento en el Tabla 32 se reporto los valores de eficiencia biológica semanal acumulada (EBSA) sin estípite de 5 cepas. Para cada cepa se realizó un análisis de varianza de bloques (Tablas 61, 63, 65, 67 y 69), tomando como variable independiente semanas de corte y como vía las replicas. Como resultado se observaron diferencias altamente significativas en las EBA obtenidas en las diferentes semanas de corte, por ello se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tablas 62, 64, 66, 68 y 70), para determinar en qué semana se obtuvo el rendimiento máximo significativo (RMS) para cada cepa. En la Tabla 32 se observaron que los valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el RMS. En este lote se observó adicionalmente la influencia que tiene la humedad con respecto al tiempo y producción de los hongos, debido a que en este experimento el tipo de bolsa que se utilizo para la elaboración del sustrato se rompió en la estilización, este percance provocó la pérdida de agua y como consecuencia disminución de la producción. Aun así se obtuvieron los datos para corroborar este efecto los cuales son los siguientes:

El RMS de la cepa parental PSma fue alcanzado en la 10^a semana con valores de 35.6% mientras que las cepas híbridas PUap-n2g x P412 y PSma-n12j x PAsp14-n1a su RMS lo alcanzaron a la 12^a semana con valores de 32.6% y 43.6% respectivamente y finalmente las cepas híbridas PSma-n12j x PUap-n2g y PSma-n17j x P412 alcanzaron su RMS a la 13^a y 15^a semana con valores de 45% y 44% respectivamente.

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias en los tiempos para alcanzar el RMS entre las cepas (Tabla 33), además de que los rendimientos son muy bajos lo cual se atribuye a la baja humedad que tuvieron los sustratos en este lote. No obstante fue posible obtener cepas híbridas con eficiencias biológicas significativas mayores que la cepa original, PSma aunque en un mayor tiempo de cosecha se alcanzaron los RMS, por lo que estas cepas se volvieron a evaluar (Lote 5) con una humedad de sustrato mayor para observar cómo afecta los rendimientos si no se mantienen las condiciones óptimas de producción de hongos como lo fue en este lote.

Tabla 31: Fenotipos de los esporóforos producidos en el Lote 3

Fructificaciones			Características
PSma			
			Estípite Corto Correoso <hr/> Píleo Blanco Carnoso Suave Sp +
PUap-n2g x P412			
			Estípite Corto Correoso <hr/> Píleo Café cremoso Carnoso Suave Sp +
PSma-n12j x PAsp14-n1a			
			Estípite Corto Correoso <hr/> Píleo Gris claro Carnoso Suave Sp +
PSma-n12j x PUap-n2g			
			Estípite Corto Correoso <hr/> Píleo Blanco cremoso Carnoso Suave Sp +




Fructificaciones		Características	
PSma-n17j x P412			
			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
		Blanco cremoso Carnoso Suave Sp +	

Tabla 32: Eficiencia biológica semanal acumulada (sin estípites) de 5 cepas de *Pleurotus ostreatus* (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Eficiencia biológica semanal acumulada (EBA) (g hongos frescos/100 g de sustrato seco)					
Semanas	CEPAS				
	PSma	PUap - n2g x P412	PSma - n12j x PAsp14 - n1a	PSma - n12j x PUap - n2g	PSma - n17j x P412**
1	6.6 ± 9.4 ^a	5.4 ± 6.3 ^a	11.1 ± 10.9 ^a	18.6 ± 7.2 ^a	3.1 ± 7.0 ^a
2	13.2 ± 5.0 ^b	12.5 ± 4.3 ^b	14.4 ± 9.1 ^a	21.7 ± 3.6 ^a	14.5 ± 4.1 ^b
3	14.7 ± 7.8 ^b	12.5 ± 4.3 ^b	19.6 ± 12.9 ^{ab}	23.3 ± 1.4 ^a	16.7 ± 4.2 ^{bc}
4	15.9 ± 8.0 ^b	12.5 ± 4.3 ^b	19.6 ± 12.9 ^{ab}	23.3 ± 1.4 ^a	16.7 ± 4.2 ^{bc}
5	21.6 ± 8.0 ^c	16.1 ± 7.3 ^{bc}	24.9 ± 17.0 ^{bc}	30.5 ± 2.7 ^b	22.3 ± 6.2 ^{cd}
6	22.8 ± 8.0 ^c	20.6 ± 6.4 ^{cd}	25.8 ± 17.2 ^{bc}	32.3 ± 0.9 ^b	23.9 ± 4.9 ^{de}
7	28.4 ± 9.0 ^d	21.4 ± 6.1 ^d	32.9 ± 17.5 ^{cd}	34.9 ± 3.6 ^{bc}	24.8 ± 5.5 ^{de}
8	28.4 ± 9.0 ^d	21.4 ± 6.1 ^d	33.6 ± 17.7 ^{cd}	34.9 ± 3.6 ^{bc}	26.0 ± 6.8 ^{def}
9	32.6 ± 8.1 ^e	23.9 ± 5.8 ^d	36.6 ± 18.7 ^{de}	35.6 ± 4.9 ^{bc}	26.4 ± 7.2 ^{def}
10	35.6 ± 10.2 ^{ef}	29.5 ± 4.2 ^e	39.3 ± 20.1 ^{de}	40.1 ± 4.9 ^{cd}	30.4 ± 6.6 ^{ef}
11	36.1 ± 9.6 ^{ef}	29.5 ± 4.2 ^e	40.1 ± 20.2 ^{de}	40.8 ± 4.1 ^{cd}	30.9 ± 5.9 ^{ef}
12	37.6 ± 11.0 ^f	32.6 ± 4.0 ^{ef}	43.6 ± 19.6 ^{ef}	43.9 ± 9.9 ^d	33.3 ± 7.0 ^f
13	37.6 ± 11.0 ^f	32.6 ± 4.0 ^{ef}	43.6 ± 19.6 ^{ef}	45.0 ± 9.0 ^{de}	33.3 ± 7.0 ^f
14	39.0 ± 9.9 ^f	34.1 ± 3.5 ^{ef}	44.2 ± 19.6 ^{ef}	45.0 ± 9.0 ^{de}	33.3 ± 7.0 ^f
15	39.0 ± 9.9 ^f	37.1 ± 5.1 ^f	50.3 ± 7.2 ^f	50.3 ± 6.6 ^e	44.4 ± 5.7 ^g

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

** Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según S.N.K ($\alpha = 0.05\%$)

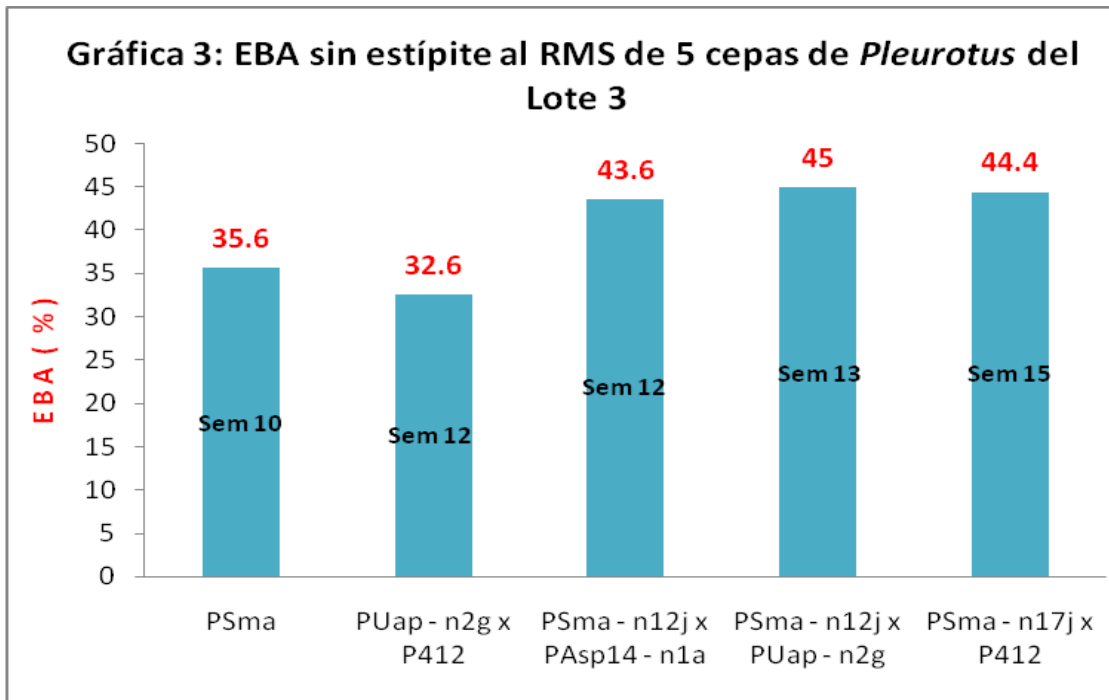
● Valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS)

Tabla 33: EBA (sin estípites) al RMS de 5 cepas de *Pleurotus* del Lote 3

Cepa	EBA al RMS	Tiempo para alcanzar RMS (semanas)
PSma - n12j x PUap - n2g	44.99 ± 9.0 ^a	13
PSma - n17j x P412	44.44 ± 5.7 ^a	15
PSma - n12j x PAsp14 - n1a	43.59 ± 19.6 ^a	12
PSma	35.59 ± 10.2 ^a	10
PUap - n2g x P412	32.60 ± 4.0 ^a	12

* Letras iguales indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre cepas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

En la Gráfica 3 se representa la EBA de las cepas de la Tabla 33 señalando el tiempo en que se alcanzó el RMS y según el análisis de varianza para estas 5 cepas se determinó que no hay diferencias significativas entre las cepas, sus EBA al RMS son muy cercanas (32.6 a 45) (Ver Tabla 96).



6.2.3.4 Productividad de las cepas del Lote 4

En el Tabla 35 se reportan los valores de eficiencia biológica semanal acumulada (EBSA) sin estípites de 6 cepas. Para cada cepa se realizó un análisis de varianza de bloques (Tablas 71, 73, 75, 77, 79 y 81), tomando como variable independiente semanas de corte y como vía las replicas. Como resultado se observaron diferencias altamente significativas en las EBA obtenidas en las diferentes semanas de corte, por ello se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tablas 72, 74, 76, 78, 80 y 82), para determinar en qué semana se obtuvo el rendimiento máximo significativo (RMS) para cada cepa. En la Tabla 35 se observan que los valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el RMS.













El RMS de las cepas regeneradas PSma-n17j x PSma-n5j y PAsp14-n1a x PAsp14-n5a fue alcanzado en la 13^a y 11^a semana con valores de 36.8% y 57.5% respectivamente, las cepas híbridas PSma-n12j x P408 y PSma-n17j x P407 lo alcanzaron a la 11^a semana con valores de RMS de 14.5% y 41.1%, mientras que los híbridos PSma-n12j x P412 y PSma-n17j x PAsp14-n1a lo alcanzaron a la 8^a y 9^a semana con un valor de RMS de 31.4% y 51.7 %.

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias en los tiempos para alcanzar el RMS entre las cepas (Tabla 36), además de que los rendimientos son muy bajos como en el caso de la cepa PSma-n12j x P408 lo que indica que es probable que en este caso la cepa tenga buena velocidad de crecimiento micelial (8 días) pero que en la etapa de fructificación las condiciones no le favorezcan para tener buena productividad en tiempos cortos como se esperaría al observar su etapa micelial.

Sin embargo, la cepa híbrida PSma-n17j x PAsp14-n1a presentó un RMS muy cercano a la cepa regenerada PAsp14-n1a x PAsp14-n5a pero en menor tiempo.

Sánchez, (2013), reporta que al regenerar y fructificar la cepa PAsp14-n1a x PAsp14-n5a obtuvo una EBA de 50.8% lo cual representa valores similares a los obtenidos al reconstituir esta misma cepa (57.53%).

Tabla 34: Fenotipos de los esporóforos producidos en el Lote 4

Fructificaciones			Características
PSma-n17j x PSma-n 5j			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Café claro Carnoso Suave Sp +
PSma-n12j x P408			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Café claro Carnoso Suave Sp +
PSma-n12j x P412			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Café claro Carnoso Suave Sp +
PSma-n17j x PAsp14-n1a			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Gris claro Carnoso Suave Sp +







Fructificaciones			Características
PSma-n17j x P407			
			Estípites
			Corto Correoso
			Píleo
			Blanco cremoso Carnoso Suave Sp +
PAsp14-n1a x PAsp14-n5a			
			Estípites
			Corto Correoso
			Píleo
			Gris claro Carnoso Suave Sp +

Tabla 35: Eficiencia biológica semanal acumulada (sin estípites) de 6 cepas de *Pleurotus ostreatus* (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Eficiencia biológica semanal acumulada (EBA) (g hongos frescos/100 g de sustrato seco)						
Semanas	CEPAS					
	PSma - n17j x PSma - n5j	PSma - n12j x P408	PSma - n12j x P412	PSma - n17j x PAsp14 - n1a	PSma - n17j x P407	PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a
1	4.1 ± 9.1 ^a	0 ± 0 ^a	6.3 ± 9.2 ^a	20.4 ± 6.1 ^a	19.8 ± 17.3 ^a	11.8 ± 9.2 ^a
2	4.1 ± 9.1 ^a	0 ± 0 ^a	7.5 ± 8.4 ^a	20.4 ± 6.1 ^a	19.8 ± 17.3 ^a	21.0 ± 8.8 ^b
3	4.1 ± 9.1 ^a	0 ± 0 ^a	11.4 ± 10.8 ^a	20.4 ± 6.1 ^a	20.6 ± 18.0 ^a	30.4 ± 5.0 ^c
4	10.8 ± 14.4 ^b	0 ± 0 ^a	20.0 ± 15.7 ^b	28.6 ± 8.8 ^{ab}	27.3 ± 10.6 ^{ab}	33.4 ± 9.2 ^c
5	11.8 ± 14.4 ^b	0 ± 0 ^a	26.4 ± 12.8 ^c	31.9 ± 6.8 ^{bc}	30.1 ± 11.2 ^{bc}	40.6 ± 7.7 ^d
6	14.2 ± 12.8 ^b	0 ± 0 ^a	27.9 ± 11.3 ^{cd}	39.7 ± 8.4 ^{cd}	30.9 ± 10.9 ^{bc}	42.2 ± 6.9 ^d
7	14.2 ± 12.8 ^b	0 ± 0 ^a	27.9 ± 11.3 ^{cd}	43.8 ± 9.0 ^{de}	30.9 ± 10.9 ^{bc}	43.4 ± 5.9 ^{de}
8	22.2 ± 10.8 ^c	0 ± 0 ^a	31.4 ± 7.6 ^{cde}	45.1 ± 11.5 ^{de}	31.7 ± 10.9 ^{bcd}	48.3 ± 6.3 ^{ef}
9	29.1 ± 11.2 ^d	0 ± 0 ^a	33.4 ± 9.6 ^{de}	51.7 ± 9.9 ^{ef}	38.9 ± 9.2 ^{cde}	51.7 ± 7.3 ^{fg}
10	30.7 ± 10.9 ^d	0 ± 0 ^a	36.2 ± 6.1 ^e	52.6 ± 11.1 ^{ef}	40.2 ± 9.0 ^{de}	56.0 ± 6.9 ^{gh}
11	32.2 ± 10.6 ^{de}	14.5 ± 12.7 ^b	36.2 ± 6.1 ^e	54.0 ± 11.0 ^{ef}	41.1 ± 10.3 ^{ef}	57.5 ± 5.7 ^{hi}
12	33.1 ± 10.8 ^{de}	14.5 ± 12.7 ^b	37.4 ± 4.9 ^e	54.0 ± 11.0 ^{ef}	42.1 ± 10.8 ^{ef}	58.0 ± 4.9 ^{hi}
13	36.8 ± 7.1 ^{ef}	21.1 ± 1.9 ^b	37.4 ± 4.9 ^e	54.0 ± 11.0 ^{ef}	49.6 ± 4.2 ^f	58.8 ± 5.1 ^{hi}
14	36.8 ± 7.1 ^{ef}	21.1 ± 1.9 ^b	37.4 ± 4.9 ^e	60.6 ± 8.0 ^f	49.6 ± 4.2 ^f	60.4 ± 4.7 ^{hi}
15	40.1 ± 7.7 ^f	21.1 ± 1.9 ^b	37.4 ± 4.9 ^e	60.6 ± 8.0 ^f	49.6 ± 4.2 ^f	62.0 ± 4.9 ⁱ

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

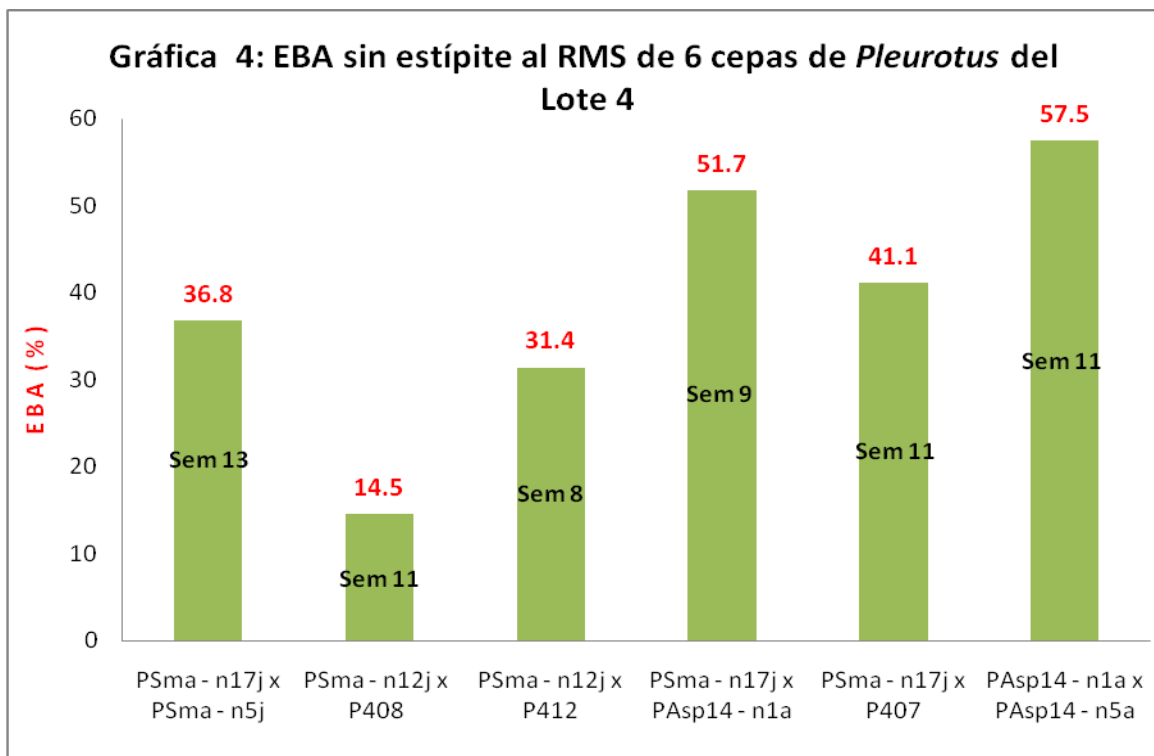
● Valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS)

Tabla 36: EBA (sin estípites) al RMS de 6 cepas de *Pleurotus* del Lote 4

Cepa	EBA al RMS
PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a	57.53 ± 5.7 ^f
PSma - n17j x PAsp14 - n1a	51.74 ± 9.9 ^e
PSma - n17j x P407	41.06 ± 10.3 ^d
PSma - n17j x PSma - n5j	36.81 ± 7.1 ^c
PSma - n12j x P412	31.44 ± 7.6 ^b
PSma - n12j x P408	14.52 ± 12.7 ^a

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

En la Gráfica 4 se representa la EBA de las cepas de la Tabla 36 señalando el tiempo en que se alcanzó el RMS y según el análisis de varianza para estas 6 cepas se determinó que hay diferencias altamente significativas entre las cepas, por lo que se realizó la prueba de Duncan para conocer la cepa que presentó la mayor EBA al RMS, la cual fue la cepa PAsp14 – n1a x PAsp14 – n5a (57.5%).















6.2.3.5 Productividad de las cepas del Lote 5

Finalmente, en el Tabla 37 se reportan los valores de eficiencia biológica semanal acumulada (EBSA) sin estípites de 5 cepas. Para cada cepa se realizó un análisis de varianza de bloques (Tablas 83, 85, 87, 89 y 91), tomando como variable independiente semanas de corte y como vía las replicas. Como resultado se observaron diferencias altamente significativas en las EBA obtenidas en las diferentes semanas de corte, por ello se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan (Tablas 84, 86, 88, 90 y 92), para determinar en qué semana se obtuvo el rendimiento máximo significativo (RMS) para cada cepa. En la Tabla 37 se observan que los valores sombreados corresponden a la semana dónde se alcanzó el RMS.

El RMS de la cepa parental PSma fue alcanzado a la 11^a semana con valores de 87.0 mientras que las cepas híbridas PSma-n12j x PUap- n2g y PSma-n17j x P412 su RMS lo alcanzaron a la 10^a semana con valores de 97.9% y 96.3% respectivamente, y las cepas híbridas PUap- n2g x P412 y PSma-n12j x PAsp14-n1a el RMS lo alcanzaron en la 12^a y 11^a semana con valores de 73.3% y 102.8% cada una. Con estos valores obtenidos se confirma nuevamente que al mantener condiciones óptimas para la producción de hongos es posible elevar la productividad lo cual se vio reflejada en los resultados obtenidos en el Lote 3 (H: 52.8%) que presentaron una baja humedad y dando como resultado una disminución en los rendimientos. Sin embargo, en este lote al mantener condiciones óptimas se observó un aumento en la productividad de todas las cepas.

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias en los tiempos para alcanzar el RMS entre las cepas (Tabla 39). No obstante fue posible obtener cepas híbridas con eficiencias biológicas significativas mayores que la cepa parental, la cepa PSma-n12j x PAsp14-n1a muestra el mayor rendimiento en igual tiempo con respecto a la cepa parental, mientras que las cepas PSma-n12j x PUap-n2g y PSma-n17j x P412 presentan rendimientos mayores que la cepa parental PSma pero en menor tiempo que la cepa híbrida con mayor productividad antes mencionada.

Tabla 37: Fenotipos de los esporóforos producidos en el Lote 5

Fructificaciones			Características
PSma			
			Estípite Corto Correoso
			Píleo Blanco Carnoso Suave Sp +
PUap-n2g x P412			
			Estípite Corto Correoso
			Píleo Café claro Carnoso Suave Sp +
PSma-n12j x PAsp14-n1a			
			Estípite Corto Correoso
			Píleo Gris claro Carnoso Suave Sp +
PSma-n12j x PUap-n2g			
			Estípite Corto Correoso
			Píleo Blanco cremoso Carnoso Suave Sp +




Fructificaciones			Características
PSma-n17j x P412			
			Estípite
			Corto Correoso
			Píleo
			Café claro Carnoso Suave Sp +

Tabla 38: Eficiencia biológica semanal acumulada (sin estípites) de 5 cepas de *Pleurotus ostreatus* (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Eficiencia biológica semanal acumulada (EBA) (g hongos frescos/100 g de sustrato seco)					
Semanas	CEPAS				
	PSma**	PUap - n2g x P412*	PSma - n12j x PAsp14 - n1a*	PSma - n12j x PUap - n2g*	PSma - n17j x P412*
1	25.0 ± 0.9 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	37.8 ± 5.8 ^a	23.5 ± 17.5 ^a	23.6 ± 17.4 ^a
2	25.0 ± 0.9 ^a	22.5 ± 2.9 ^b	38.0 ± 5.5 ^a	24.2 ± 16.1 ^a	24.3 ± 16.0 ^a
3	25.0 ± 0.9 ^a	22.5 ± 2.9 ^b	45.1 ± 14.7 ^a	29.7 ± 8.3 ^a	47.5 ± 26.6 ^b
4	31.7 ± 10.4 ^a	29.1 ± 11.4 ^b	54.6 ± 9.8 ^b	49.1 ± 23.5 ^b	54.3 ± 23.2 ^{bc}
5	53.0 ± 10.4 ^b	49.5 ± 10.6 ^c	69.4 ± 9.9 ^c	57.0 ± 18.1 ^{bc}	63.7 ± 17.4 ^c
6	57.6 ± 6.0 ^{bc}	55.0 ± 9.0 ^{cd}	74.3 ± 17.0 ^{cd}	64.4 ± 13.7 ^{cd}	76.3 ± 20.5 ^d
7	60.6 ± 7.6 ^{bc}	56.3 ± 11.6 ^{cd}	82.5 ± 14.4 ^{de}	72.5 ± 14.9 ^d	83.5 ± 19.0 ^{de}
8	64.4 ± 5.7 ^c	56.3 ± 11.6 ^{cd}	84.6 ± 12.3 ^e	74.0 ± 14.2 ^{de}	85.0 ± 19.2 ^{de}
9	81.0 ± 8.5 ^d	59.4 ± 9.8 ^{de}	88.5 ± 15.1 ^{ef}	85.1 ± 18.0 ^e	89.7 ± 20.7 ^{ef}
10	83.1 ± 7.3 ^{de}	61.3 ± 11.5 ^{de}	95.4 ± 9.0 ^{fg}	97.9 ± 13.6 ^f	96.3 ± 21.2 ^{efg}
11	87.0 ± 12.5 ^{def}	65.5 ± 10.8 ^{ef}	102.8 ± 17.6 ^{gh}	99.2 ± 11.8 ^f	98.1 ± 19.3 ^{fg}
12	88.7 ± 10.6 ^{def}	73.3 ± 7.8 ^{fg}	108.2 ± 11.3 ^h	102.4 ± 11.9 ^f	104.4 ± 16.8 ^g
13	94.6 ± 10.0 ^{ef}	73.3 ± 7.8 ^{fg}	108.2 ± 11.3 ^h	104.1 ± 14.4 ^f	104.4 ± 16.8 ^g
14	94.6 ± 10.0 ^{ef}	75.1 ± 5.2 ^g	109.2 ± 10.2 ^h	104.6 ± 15.4 ^f	104.4 ± 16.8 ^g
15	95.6 ± 8.2 ^f	75.1 ± 5.2 ^g	109.9 ± 11.3 ^h	105.9 ± 14.3 ^f	106.1 ± 16.2 ^g

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

** Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según S.N.K ($\alpha = 0.05\%$)

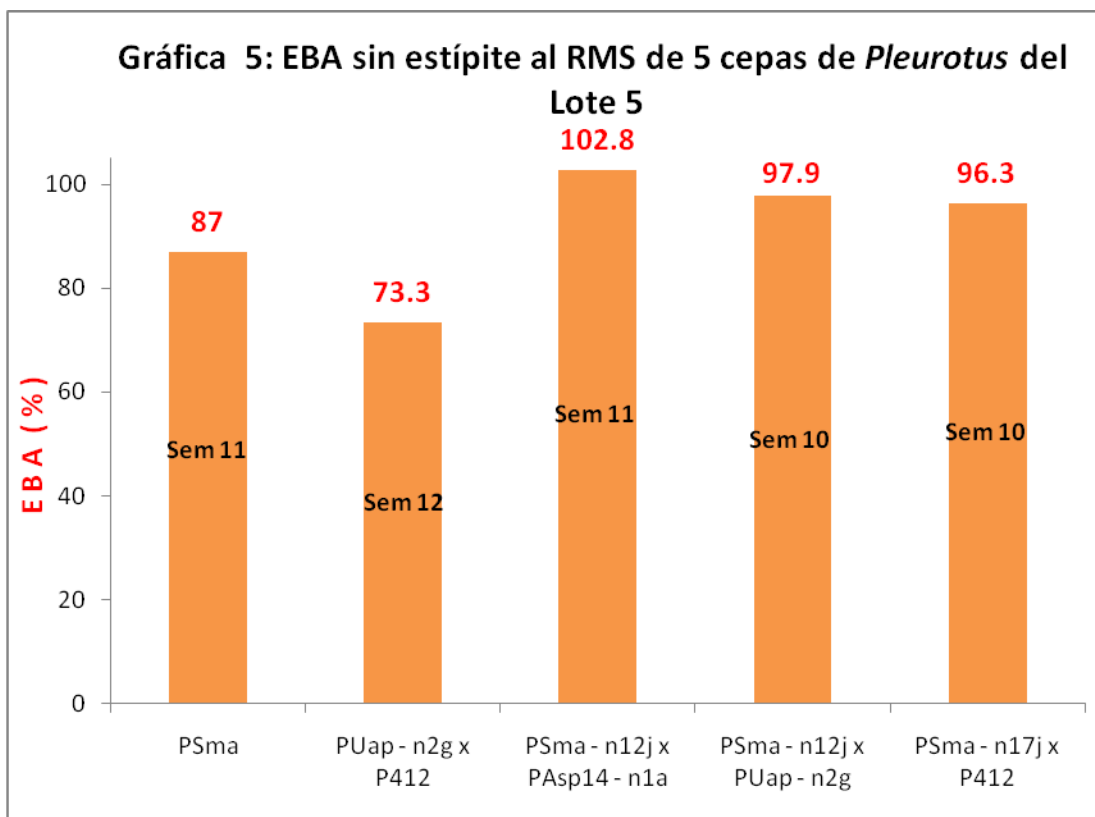
● Valores sombreados corresponden a la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS)

Tabla 39: EBA (sin estípites) al RMS de 5 cepas de *Pleurotus* del Lote 5

Cepa	EBA al RMS
PSma - n12j x PAsp14 - n1a	102.81 ± 17.6 ^a
PSma - n12j x PUap - n2g	97.93 ± 13.6 ^a
PSma - n17j x P412	96.26 ± 21.2 ^a
PSma	86.97 ± 12.5 ^a
PUap-n2g x P412	73.33 ± 7.8 ^a

* Letras iguales indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre cepas según Duncan ($\alpha = 0.05\%$)

En la Gráfica 5 se representa la EBA de las cepas de la Tabla 39 señalando el tiempo en que se alcanzó el RMS y según el análisis de varianza para estas 5 cepas se determinó que no hay diferencias significativas entre las cepas, debido a que su EBA es de 73.3 a 102.8% valores muy cercanos entre sí. Es de notarse que en este lote se obtuvieron los mayores EBA de todos los experimentos con todas las cepas (Ver Tabla 99).



En la Tabla 40 se muestra la velocidad de crecimiento micelial de las 16 cepas que se fructificarón así como su respectiva EBA al RMS. Es posible observar que de las 11 cepas híbridas evaluadas, 8 cepas mostraron mayor velocidad de crecimiento micelial que la cepa parental PSma (10 días). Sin embargo, de estas 8 cepas no todas presentaron mayor EBA que la cepa parental PSma, 4 de las cepas híbridas, PSma-n12j x PAsp14-n1a, PSma-n12j x PAsp14-n5a, PSma-n12j x PUap-n2g y PSma-n17j x P412 mostraron resultados satisfactorios ya que su EBA al RMS es muy cercana al 100% además de que estas 4 cepas producen esporóforos de color claro, lo cual resulta agradable para los consumidores.

La cepa reconstituida PSma-n17j x PSma-n5j que se fructificó en los lotes 2 y 4 con humedades semejantes ($H: 63 \pm 3.1$ y $H: 61.4 \pm 0.9$, respectivamente) produjo una EBA de 35.1 a 36.8% valores similares, pero rendimientos bajos, muy por debajo de los valores obtenidos al fructificar la cepa original PSma que produjo una EBA de 51.5 a 87% ($H = 61.4 \pm 0.3$ y $H = 60.5 \pm 1.4$, respectivamente).

Mientras que la cepa reconstituida PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a que se fructificó en el lote 4 ($H: 61.4 \pm 0.9$) produjo una EBA de 57.5% un valor superior que el de la cepa original PAsp14 con una EBA de 46.5% ($H = 61.4 \pm 0.3$), pero rendimientos bajos para ambas cepas. Sin embargo, esta cepa también fue reconstituida en experimentos de Sánchez (2013), donde observo que su EBA fue de 50.8%, mientras que la cepa PAsp14 tuvo una EBA de 50.6% en ambos casos el incremento en comparación a los obtenidos en este trabajo fue mínimo.

Los bajos valores de EBA al RMS de las 7 cepas híbridas restantes pudo deberse en primera instancia que en el Lote 1 se hidrató por separado cada componente del sustrato para después ser mezclado mientras que en los lotes posteriores, se mezclaron primero todos los componentes y luego se hidrató el sustrato. El caso del lote 5, donde se obtuvieron los mayores valores de EBA, puede ser atribuido a que para entonces ya se contaba con mayor habilidad experimental así como a un mayor control de las variables experimentales, tales como la preparación del inóculo y el sustrato además de tener mejores condiciones de control en la etapa de fructificación.

Finalmente, si bien no todas las cepas híbridas fructificadas cumplieron con el objetivo de obtener mayor EBA que la cepa parental PSma, fue posible obtener cepas de *Pleurotus* con un adecuado fenotipo comercial, es decir con características morfológicas aceptables (colores claros).

Tabla 40: EBA Sin estípite al RMS de 16 cepas de *Pleurotus* evaluadas

Cepa	Lote	Velocidad de crecimiento micelial (días)	EBA al RMS	Tiempo para alcanzar RMS (semanas)
CONTROLES				
PSma	1	10	51.5 ± 8.8	10
	3		35.5 ± 10.2	10
	5		87.0 ± 12.5*	11
PAsp14	1	11	46.5 ± 6.0	9
PSma-n17j x PSma-n5j	2	9	35.1 ± 6.3	9
	4		36.8 ± 7.1	13
PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a	4	13	57.5 ± 5.7	11
PUap - n2g x P412	3	8.3	32.6 ± 4.0	12
	5		73.3 ± 7.8	12
HÍBRIDOS				
PSma-n12j x PAsp14-n8a	1	6	49.9 ± 5.6	9
PSma-n12j x PAsp14-n1a	3	8	43.6 ± 19.6	12
	5		102.8 ± 17.6*	11
PSma-n12j x PAsp14-n5a	2	8	95.5 ± 6.7*	11
PSma-n17j x PAsp14-n1a	4	8	51.7 ± 9.9	9
PSma-n17j x PAsp14-n5a	1	8.7	53.1 ± 5.0	8
PSma-n17j x PAsp14-n8a	2	10	61.6 ± 3.1	10
PSma-n12j x PUap-n2g	3	8	45.0 ± 9.0	13
	5		97.9 ± 13.6*	10
PSma-n12j x P412	4	8	31.4 ± 7.6	8
PSma-n17j x P407	4	9	41.1 ± 10.3	11
PSma-n12j x P408	4	9.7	14.5 ± 12.7	11
PSma-n17j x P412	3	11	44.4 ± 5.7	15
	5		96.3 ± 21.2*	10

*Cepas con mayor EBA al RMS

● Valores sombreados corresponden a las cepas del lote con menor humedad (H = 52.8 ± 3)

● Valores sombreados corresponden a las cepas con mayor EBA

7. DISCUSIÓN:

De los 11 neohaplontes de la cepa PSma fue posible clasificarlos en sus dos tipos de compatibilidad, esta recuperación de neohaplontes fue simétrica (1:1), es decir en proporciones iguales. En un estudio realizado por Ramírez (2011), reporta la recuperación simétrica de componentes monocarióticos de *Lentinula edodes* el cual también es un organismo de tipo tetrapolar heterotálico como lo es *Pleurotus ostreatus*.

En esa misma investigación Ramírez (2011) señalo que los componentes monocarióticos (obtenidos por el método de dedicariotización) de cepas de distintas especies pueden ser apareados y obtener híbridos fértiles con rendimientos comerciales. En la presente investigación se aparearon los neohaplontes de la cepa PAsp14 con neohaplontes de la cepa PSma y se reporto la EBA de 6 híbridos seleccionados para la etapa de fructificación. Con la finalidad de obtener mejores EBA que las cepa parental PSma que presenta signos de degeneración, pero inicialmente esta cepa comercial presentaba características apreciables para el mercado (color blanco, estípites cortos y buena eficiencia biológica). Además, de que al introducir el gen asporógeno en estos híbridos al recuperar la progenie meiótica y posteriormente aparear los componentes monocarióticos originales de la cepa PAsp14 con las esporas. De alguna manera se espera que algunos dicariotes generados se tengan presente el alelo recesivo en los dos núcleos y será posible obtener cepas de carácter asporógeno con características de la cepa comercial PSma, lo cual se ha logrado realizar con otras cepas de *P. ostreatus*, Baars y Hensen (2008).

En los lotes 3 y 5 (Humedad 52.8% y 60.5% respectivamente) se pudo evaluar el efecto del contenido de humedad en el sustrato sobre la productividad, donde se demostró que al incrementar el contenido de agua en el sustrato hay un aumento en la eficiencia biológica. Estos resultados representan un aporte al conocimiento científico ya que hay muy poca información reportada sobre la influencia del contenido de humedad en el sustrato sobre la productividad.

8. CONCLUSIONES:

- ❖ De los 11 neohaplontes de la cepa PSma; 8 neohaplontes fueron clasificados en el tipo I de compatibilidad y 3 en el tipo II. De acuerdo con la prueba de χ^2 , la distribución de los neohaplontes de la cepa PSma en los 2 tipos de compatibilidad fue simétrica (1:1)
- ❖ De 12 apareamientos realizados para la regeneración de la cepa PSma el apareamiento PSma-n17j x PSma-n5j fue el que presentó la mayor velocidad de crecimiento micelial (9 días), siendo incluso más rápido que la cepa parental PSma (10 días).
- ❖ Al aparear neohaplontes de la cepa PSma con monocariotes y neohaplontes de *P. ostreatus* así como con neohaplontes de *L. edodes*, se obtuvieron 8 híbridos.
- ❖ Al aparear los neohaplontes de la cepa asporógena PAsp14 con neohaplontes de la cepa PSma y con las cepas monocarióticas de *P. ostreatus* se obtuvieron 32 híbridos.
- ❖ Los 11 híbridos con más alta velocidad de crecimiento micelial fueron seleccionados para llevarlos a fructificar, con el propósito de identificar una cepa asporógena, que produjera esporóforos blancos con estípites cortos y altos rendimientos en tiempos cortos de producción. Adicionalmente, se incluyeron como cepas control, las cepas parentales (PSma, PAsp14), sus correspondientes cepas regeneradas (PSma-n17j x PSma-n5j y PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a) y un dicariote producido al aparear 2 cepas silvestres (PUap - n2g x P412).
- ❖ Se observó que el color de los carpóforos no cambio durante todo el experimento, esto se debe a que las condiciones se mantuvieron constantes a lo largo de todo el cultivo. Aunque el color no es un criterio taxonómico, desde un punto de vista comercial, el color presenta un atributo de calidad, el cual es bueno en estas cepas, ya que presentan coloración blanca muy cercana a la cepa parental PSma (color blanca), haciendo que sean atractivas visualmente para el consumidor.

- ❖ De los 11 híbridos que fueron fructificados, 4 híbridos produjeron eficiencias biológicas cercanas al 100% (95.5 a 102.8%) y presentaron morfologías adecuadas para su producción comercial.
- ❖ En la Tabla 40 se observa que la cepa que presentó la mayor EBA al RMS fue PSma-n12j x PAsp14-n1a (EBA 102.8%) a la 11ª semana seguida de las cepas PSma-n12j x PUap-n2g (EBA 97.9%), PSma-n17j x P412 (EBA 96.3%) alcanzándolo a la 10ª semana y PSma-n12j x PAsp14-n5a (EBA 95.5%) lo alcanzó a la 11ª semana.
- ❖ Los 4 híbridos con mayor EBA representan material importante para estudios de mejoramiento genético posteriores, ya que en ellos se conjuntan dos atributos valiosos como lo son la coloración atractiva y la productividad aceptable.
- ❖ Al comparar los lotes 3 y 5 (Tablas 32 y 38) en donde se fructificaron las mismas cepas pero en sustratos con diferente humedad (H: 52.8 ± 3.3 y H: $60.5 \pm 1.4\%$ respectivamente), se observó un incremento significativo de EBA con todas las cepas, al aumentar la humedad del sustrato. Estos resultados nos indican que es de suma importancia mantener la humedad del sustrato a lo largo de toda la etapa de preparación y en particular durante la etapa de esterilización para no afectar los rendimientos en la fructificación.
- ❖ La cepa PSma-n12j x P408 fue la que produjo los menores rendimientos de EBA (14.5%).
- ❖ La cepa reconstituida PSma-n17j x PSma-n5j que se fructificó en los lotes 2 y 4 con humedades semejantes (H: 63 ± 3.1 y H: 61.4 ± 0.9 , respectivamente) produjo una EBA de 35.1 a 36.8% valores similares, pero rendimientos bajos. Muy por debajo de los valores obtenidos al fructificar la cepa original PSma que produjo una EBA DE 51.5 a 87% (H = 61.4 ± 0.3 y H = 60.5 ± 1.4 , respectivamente).
- ❖ En este trabajo se obtuvieron híbridos de cepas con fenotipos de interés comercial como estípites cortos, píleo de color claro, que además en algunos casos son portadoras del gen asporógeno. Se evaluó la productividad de estas cepas lo cual permite contar con una colección de cepas adecuadas

para la producción comercial, que también representan material genético valioso para obtener en un futuro cepas asporógenas con fenotipos comerciales.

- ❖ Para mejorar la producción comercial de hongos comestibles resulta importante proporcionar al mercado (a los consumidores), un producto atractivo, de buena calidad, con alto contenido proteico y en forma continua. Los resultados obtenidos en este trabajo, al desarrollar híbridos de *P. ostreatus* con fenotipos de interés comercial y altamente productivos, es una contribución importante en este sentido. Para su implementación y un posible impacto positivo sobre el mercado, se necesita hacer una mayor difusión de esta información y desarrollar nuevas alternativas de comercialización.

9. ANEXO

Figura 10: OBSERVACION DEL MICELIO AL MICROSCOPIO

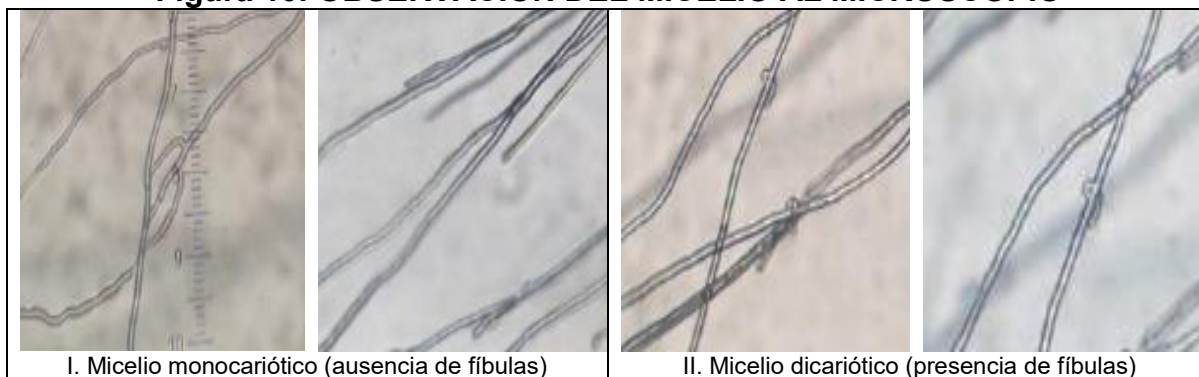


Figura 11: PREPARACIÓN DEL INÓCULO DE GRANO





j) Colocación del hule espuma



k) Bolsa de trigo inoculada

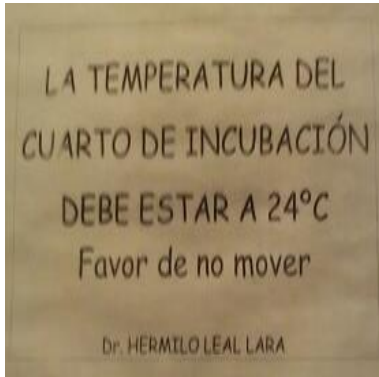


l) Etiquetado del inóculo

Figura 12: PREPARACIÓN DEL SUSTRATO



1) Inóculo no invadido



2) Condiciones de incubación



3) Inóculo invadido de micelio



4) Vaciado de componentes



5) Mezclado de componentes



6) Hidratación de componentes



7) Reposo de 24 horas



8) Llenado de la autoclave



9) Enfriado en campana de flujo



10) Inóculo de grano invadido



11) Sustrato cubierto con saco de tela

12) Sustrato frío

13) Adición de inóculo al sustrato



14) Dispersión del inóculo

15) Comprimido del sustrato

16) Colocación del tubo PVC



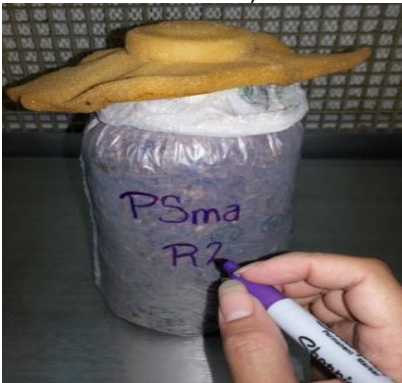
17) Colocación del tubo PVC



18) Colocación del hule espuma



19) Sustrato inoculado



20) Etiquetado del sustrato



21) Sustrato no invadido



22) Sustrato invadido de micelio



23) Abertura en forma de triángulo invertido



24) Cuarto de fructificación



25) Formación de primordios



26) Hongos óptimos para cosecha



27) Pesado de hongos

Tabla 41: Análisis de varianza aleatorio para el desarrollo vegetativo de cepa PSma, neohaplontes y cepas reconstituidas

Análisis de varianza aleatorio							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Cepas	84.15	23	3.65	58.54	1.62	1.97	**
*Error	7.5	120	0.06				
Total	91.65	143					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para la variable cepas, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la cepa con mayor velocidad de crecimiento micelial.

Tabla 42: Prueba de Duncan para el desarrollo vegetativo de cepa PSma, neohaplontes y cepas reconstituidas

Clasificación con el paquete estadístico SPSS								Interpretación	
Cepas	Grupos								
	1	2	3	4	5	6	7		
PSma-n17j x PSma-n5j	9							9.0	± 0 ^a
PSma-n17j x PSma-n7j		9.3						9.3	± 0.5 ^b
PSma			10					10.0	± 0 ^c
PSma-n3j			10					10.0	± 0 ^c
PSma-n12j			10					10.0	± 0 ^c
PSma-n12j x PSma-n4j			10					10.0	± 0 ^c
PSma-n17j x PSma-n12j			10					10.0	± 0 ^c
PSma-n17j x PSma-n18j			10					10.0	± 0 ^c
PSma-n17j x PSma-n15j				10.3				10.3	± 0.5 ^d
PSma-n7j					10.7			10.7	± 0.6 ^e
PSma-n12j x PSma-n16j					10.7			10.7	± 0.5 ^e
PSma-n17j x PSma-n10j					10.8			10.8	± 0.4 ^e
PSma-n5j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n10j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n14j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n15j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n18j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n4j x PSma-n5j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n4j x PSma-n18j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n17j x PSma-n14j					11	11		11.0	± 0 ^{ef}
PSma-n4j x PSma-n10j						11.3		11.3	± 0.5 ^f
PSma-n4j							12	12.0	± 0 ^g
PSma-n16j							12	12.0	± 0 ^g
PSma-n17j							12	12.0	± 0 ^g

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 7 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la cepa más rápida, se consideró que el grupo que inició corresponde a la letra "a", así se concluyó que la cepa con mayor velocidad de crecimiento micelial lo alcanzó a la 9 días.

Tabla 43: Análisis de varianza aleatorio para el desarrollo vegetativo de monocariotes y neohaplontes de *P. ostreatus* e híbridos de neohaplontes de PSma con monocariotes de *P. ostreatus*

Análisis de varianza aleatorio							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Cepas	982.35	16	61.39	326.17	1.76	2.22	**
Error	16	85	.018				
Total	998.35	101					

**= Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para la variable cepas, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la cepa con mayor velocidad de crecimiento micelial.

Tabla 44: Prueba de Duncan para el desarrollo vegetativo de cepa PSma, neohaplontes y cepas reconstituidas

Clasificación con el paquete estadístico SPSS								Interpretación		
Cepas	Grupos									
	1	2	3	4	5	6	7			
PSma-n12j x P412	8							8.0	±	0 ^a
PSma-n12j x PUap-n2g	8							8.0	±	0 ^a
PUap-n2g x P412	8.3							8.3	±	0.5 ^a
PSma-n12j x P407		9						9.0	±	0 ^b
PSma-n17j x P407		9						9.0	±	0 ^b
PUap-n2g x P408		9						9.0	±	0 ^b
PUap-n2g x PSec-n1g		9						9.0	±	0 ^b
PSma-n12j x P408			9.7					9.7	±	0.5 ^c
PUap-n2g			10					10.0	±	0 ^c
PSma-n17j x PSec-n1g			10					10.0	±	0 ^c
PSec-n1g x P408			10					10.0	±	0 ^c
PSma-n17j x P408				11				11.0	±	0 ^d
PSma-n17j x P412				11				11.0	±	0 ^d
P407					12.3			12.3	±	0.5 ^e
PSec-n1g					12.3			12.3	±	0.5 ^e
P408						15.7		15.7	±	0.5 ^f
P412							20.7	20.7	±	1.4 ^g

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 7 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la cepa más rápida, se consideró que el grupo que inició corresponde a la letra "a", así se concluyó que las cepas con mayor velocidad de crecimiento micelial lo alcanzó a los 8 días.

Tabla 45: Análisis de varianza aleatorio para el desarrollo vegetativo de apareamientos entre neohaplontes de cepa asporógena PAsp14 y monocariotes de *Pleurotus ostreatus*

Análisis de varianza aleatorio							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)		Interpretación	
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Cepas	7027.49	41	171.40	698.92	1.45 1.68	**	
Error	51.5	210	0.24				
Total	7078.99	251					

**= Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para la variable cepas, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la cepa con mayor velocidad de crecimiento micelial.

Tabla 46: Prueba de Duncan para el desarrollo vegetativo de apareamientos entre neohaplontes de cepa asporógena PAsp14 y monocariotes de *Pleurotus ostreatus*

Cepas	Clasificación con el paquete estadístico SPSS																	Interpretación
	Grupos																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
PAsp14-n1a	6																	6 ± 0 ^a
PAsp14 n2a		6.7																6.7 ± 1 ^b
PAsp14 n5a			7.3															7.3 ± 1 ^c
PAsp14 n8a			8	8														8 ± 0 ^{de}
PAsp14 n26d			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														8 ± 0 ^{de}
P407			8	8														8 ± 0 ^{de}
P408			8	8														8 ± 0 ^{de}
P412			8	8														

PAsp14 n2a x P407						9.7												9.7	±	0.5 ^g
PAsp14 n2a x P408						9.7												9.7	±	0.5 ^g
PAsp14 n2a x P412						10	10											10	±	0 ^{gh}
PAsp14 n2a x PUap-n2g						10	10											10	±	0 ^{gh}
PAsp14 n2a x PSma-n12j						10	10											10	±	0 ^{gh}
PAsp14 n2a x PSma-n17j						10	10											10	±	0 ^{gh}
PAsp14 n5a x P407						10	10											10	±	0 ^{gh}
PAsp14 n5a x P408						10	10											10	±	0 ^{gh}
PAsp14 n5a x P412							10.3	10.3										10.3	±	0.5 ^{hi}
PAsp14 n5a x PSec-n1g							10.3	10.3										10.3	±	0.5 ^{hi}
PAsp14 n5a x PUap-n2g								10.7										10.7	±	0.5 ⁱ
PAsp14 n5a x PSma-n12j									11.3									11.3	±	0.5 ^j
PAsp14 n5a x PSma-n17j										12								12	±	0 ^k
PAsp14 n8a x P408										12								12	±	0 ^k
PAsp14 n8a x P412										12.3								12.3	±	0.5 ^k
PAsp14 n8a x PUap-n2g										12.3								12.3	±	0.5 ^k
PAsp14 n8a x PSma-n12j											15.7							15.7	±	0.5 ^l
PAsp14 n8a x PSma-n17j											16							16	±	0 ^l
PAsp14 n26d x P407												18.7						18.7	±	0.5 ^m
PAsp14 n26d x P408													20					20	±	0 ⁿ
PAsp14 n26d x P412														20.7				20.7	±	1.4 ^o
PAsp14 n26d x PSec-n1g															22.7			22.7	±	0.5 ^p
PAsp14 n26d x PUap-n2g																23.8		23.8	±	0.4 ^q
PAsp14 n26d x PSma-n12j																24.3		24.3	±	1.4 ^q
PAsp14 n26d x PSma-n17j																	27	27	±	0.9 ^r

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 17 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la cepa más rápida, se consideró que el grupo que inició corresponde a la letra “a”, así se concluyó que las cepas con mayor velocidad de crecimiento micelial lo alcanzó a los 6 días.

Tabla 47: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Análisis de varianza en bloques						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)		Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)	
Semanas	13932.75	14	995.19	24.67	1.87 2.54	**
Repeticiones	1668.33	4	417.08	10.33	2.54 3.67	**
Error	2259.08	56	40.34			
Total	17860.16	74				

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 48: Prueba de Duncan para la cepa PSma (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS										
Semana de corte	Grupos									Interpretación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	11.0									11.0 ± 15.5 ^a
2		22.3								22.3 ± 14.1 ^b
3		29.9	29.9							29.9 ± 7.6 ^{bc}
4			32.8	32.8						32.8 ± 6.5 ^{cd}
5				40.2	40.2					40.2 ± 5.0 ^{de}
6					43.9	43.9				43.9 ± 4.7 ^{ef}
7					46.6	46.6	46.6			46.6 ± 6.9 ^{efg}
8					46.6	46.6	46.6			46.6 ± 6.9 ^{efg}
9						49.3	49.3	49.3		49.3 ± 7.2 ^{fgh}
10						51.5	51.5	51.5	51.5	51.5 ± 8.8 ^{fghi}
11						51.5	51.5	51.5	51.5	51.5 ± 8.8 ^{fghi}
12							55.3	55.3	55.3	55.3 ± 3.9 ^{ghi}
13								57.3	57.3	57.3 ± 4.7 ^{hi}
14									58.7	58.7 ± 5.4 ⁱ
15									58.7	58.7 ± 5.4 ⁱ

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 9 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "i", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 10^a semana de producción.

Tabla 49: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PAsp14 (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Análisis de varianza en bloques						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)		Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)	
Semanas	9629.87	14	687.84	36.32	1.79 2.27	**
Repeticiones	1116.97	7	159.56	8.42	2.10 2.83	**
Error	1855.56	98	18.93			
Total	12602.40	119				

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 50: Prueba de Duncan para la cepa PAsp14 (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS					Interpretación
Semana de corte	Grupos				
	1	2	3	4	
1	26.1				26.1 ± 2.8 ^a
2	26.1				26.1 ± 2.8 ^a
3	26.1				26.1 ± 2.8 ^a
4	30.7				30.7 ± 6.0 ^a
5		37.9			37.9 ± 5.9 ^b
6		37.9			37.9 ± 5.9 ^b
7		39.3			39.3 ± 3.2 ^b
8			43.8		43.8 ± 3.8 ^c
9			46.5	46.5	46.5 ± 6.0 ^{cd}
10			46.5	46.5	46.5 ± 6.0 ^{cd}
11			46.5	46.5	46.5 ± 6.0 ^{cd}
12			47.9	47.9	47.9 ± 5.6 ^{cd}
13				49.9	49.9 ± 4.9 ^d
14				50.3	50.3 ± 4.7 ^d
15				51.0	51.0 ± 5.6 ^d

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 4 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "d", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 9^a semana de producción.

Tabla 51: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x PAsp14 - n5a (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	5664.85	14	404.63	27.08	1.84	2.35	**
Repeticiones	2229.15	5	445.83	29.84	2.35	3.29	**
Error	1045.74	70	14.93				
Total	8939.75	89					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 52: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n17j x PAsp14 - n5a (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	35.8						35.8 ± 9.2 ^a
2	35.9						35.9 ± 9.1 ^a
3	39.1	39.1					39.1 ± 6.4 ^{ab}
4		41.5					41.5 ± 7.3 ^b
5			47.9				47.9 ± 5.2 ^c
6			49.2	49.2			49.2 ± 7.0 ^{cd}
7			51.9	51.9	51.9		51.9 ± 7.2 ^{cde}
8				53.1	53.1	53.1	53.1 ± 5.0 ^{def}
9					54.2	54.2	54.2 ± 7.0 ^{ef}
10					55.6	55.6	55.6 ± 6.7 ^{ef}
11					56.5	56.5	56.5 ± 6.2 ^{ef}
12						57.6	57.6 ± 5.2 ^f
13						57.6	57.6 ± 5.2 ^f
14						57.6	57.6 ± 5.2 ^f
15						58.1	58.1 ± 5.1 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 8^a semana de producción.

Tabla 53: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n8a (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	9112.31	14	650.88	30.14	1.84	2.35	**
Repeticiones	2877.79	5	575.55	26.65	2.35	3.29	**
Error	1511.44	70	21.592				
Total	13501.54	89					

** = Existe diferencia altamente significativa

NS = No existe diferencia significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 54: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n8a (Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS									Interpretación
Semana de corte	Grupos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	24.1								24.1 ± 13.7 ^a
2	25.3								25.3 ± 13.4 ^a
3		33.4							33.4 ± 7.9 ^b
4		38.0	38.0						38.0 ± 9.2 ^{bc}
5			42.0	42.0					42.0 ± 7.4 ^{cd}
6				46.8	46.8				46.8 ± 5.8 ^{de}
7				47.4	47.4	47.4			47.4 ± 5.8 ^{def}
8					48.4	48.4	48.4		48.4 ± 4.3 ^{efg}
9					49.9	49.9	49.9	49.9	49.9 ± 5.6 ^{efgh}
10					51.9	51.9	51.9	51.9	51.9 ± 5.4 ^{efgh}
11					52.7	52.7	52.7	52.7	52.7 ± 5.4 ^{efgh}
12						53.2	53.2	53.2	53.2 ± 5.9 ^{fgh}
13							53.8	53.8	53.8 ± 5.4 ^{gh}
14								54.7	54.7 ± 6.0 ^h
15								55.5	55.5 ± 5.5 ^h

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 8 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "h", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 9^a semana de producción.

Tabla 55: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x PSma - n5j (Lote 2, H = 63.0 ± 3.1)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	5492.71	14	392.33	56.14	1.94	2.54	**
Repeticiones	1395.27	3	465.09	66.55	2.83	4.29	**
Error	293.51	42	6.98				
Total	7181.49	59					

* = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 56: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n17j x PSma - n5j (Lote 2, H = 63.0 ± 3.1)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS								Interpretación
Semana de corte	Grupos							
	1	2	3	4	5	6	7	
1	7.3							7.3 ± 5.3 ^a
2		14.8						14.8 ± 3.2 ^b
3		16.9						16.9 ± 2.9 ^b
4			21.0					21.0 ± 6.5 ^c
5				25.5				25.5 ± 8.2 ^d
6				26.5				26.5 ± 6.3 ^d
7				29.5	29.5			29.5 ± 5.4 ^{de}
8					31.3	31.3		31.3 ± 6.3 ^{ef}
9						35.1	35.1	35.1 ± 6.3 ^{fg}
10							36.0	36.0 ± 6.8 ^g
11							36.6	36.6 ± 7.3 ^g
12							36.6	36.6 ± 7.3 ^g
13							38.4	38.4 ± 6.0 ^g
14							38.4	38.4 ± 6.0 ^g
15							38.4	38.4 ± 6.0 ^g

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 7 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "g", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 9ª semana de producción.

Tabla 57: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x PAsp14 - n8a (Lote 2, H = 63.0 ± 3.1)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	12647.91	14	903.422	41.08	1.87	2.42	**
Repeticiones	287.16	4	71.79	3.26	2.54	3.67	*
Error	1231.31	56	21.98				
Total	14166.40	74					

* = Existe diferencia significativa

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para la variable semana y solo diferencia significativa para la variable repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 58: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n17j x PAsp14 - n8a (Lote 2, H = 63.0 ± 3.1)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS						Interpretación
Semana de corte	Grupos					
	1	2	3	4	5	
1	25.3					25.3 ± 14.2 ^a
2	30.5					30.5 ± 2.8 ^a
3	30.5					30.5 ± 2.8 ^a
4		45.5				45.5 ± 2.8 ^b
5		45.5				45.5 ± 2.8 ^b
6		45.5				45.5 ± 2.8 ^b
7			55.9			55.9 ± 3.4 ^c
8			55.9			55.9 ± 3.4 ^c
9			57.0	57.0		57.0 ± 4.5 ^{cd}
10			61.6	61.6	61.6	61.6 ± 3.1 ^{cde}
11			61.6	61.6	61.6	61.6 ± 3.1 ^{cde}
12			62.5	62.5	62.5	62.5 ± 3.9 ^{cde}
13				63.5	63.5	63.5 ± 5.1 ^{de}
14					64.0	64.0 ± 4.2 ^e
15					64.2	64.2 ± 4.1 ^e

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 5 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "e", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 10^a semana de producción.

Tabla 59: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n5a (Lote 2, H = 63.0 ± 3.1)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	17599.78	14	1257.12	230.87	2.06	2.79	**
Repeticiones	760.07	2	380.03	69.79	3.34	5.45	**
Error	152.46	28	5.44				
Total	18512.32	44					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 60: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n5a (Lote 2, H = 63.0 ± 3.1)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS									
Semana de corte	Grupos								Interpretación
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	25.6								25.6 ± 2.6 ^a
2		58.7							58.7 ± 3.8 ^b
3		58.7							58.7 ± 3.8 ^b
4			74.9						74.9 ± 5.8 ^c
5			74.9						74.9 ± 5.8 ^c
6				80.5					80.5 ± 9.9 ^d
7				83.9	83.9				83.9 ± 5.5 ^{de}
8					86.4				86.4 ± 5.0 ^e
9						91.8			91.8 ± 5.1 ^f
10						93.7	93.7		93.7 ± 3.9 ^{fg}
11						95.5	95.5	95.5	95.5 ± 6.7 ^{gh}
12							97.2	97.2	97.2 ± 5.0 ^{gh}
13							97.9	97.9	97.9 ± 6.2 ^{gh}
14								99.2	99.2 ± 5.1 ^h
15								99.2	99.2 ± 5.1 ^h

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 8 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "h", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 11^a semana de producción.

Tabla 61: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	8159.28	14	582.80	64.46	1.87	2.42	**
Repeticiones	4416.35	4	1104.08	122.12	2.54	3.67	**
Error	506.28	56	9.04				
Total	13081.93	74					

**= Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 62: Prueba de Duncan para la cepa PSma (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	6.6						6.6 ± 9.4 ^a
2		13.2					13.2 ± 5.0 ^b
3		14.7					14.7 ± 7.8 ^b
4		15.9					15.9 ± 8.0 ^b
5			21.6				21.6 ± 8.0 ^c
6			22.8				22.8 ± 8.0 ^c
7				28.4			28.4 ± 9.0 ^d
8				28.4			28.4 ± 9.0 ^d
9					32.6		32.6 ± 8.1 ^e
10					35.6	35.6	35.6 ± 10.2 ^{ef}
11					36.1	36.1	36.1 ± 9.6 ^{ef}
12						37.6	37.6 ± 11.0 ^f
13						37.6	37.6 ± 11.0 ^f
14						39.0	39.0 ± 9.9 ^f
15						39.0	39.0 ± 9.9 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 10^a semana de producción.

Tabla 63: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PUap - n2g x P412 (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	7737.13	14	552.65	33.61	1.84	2.35	**
Repeticiones	860.69	5	172.13	10.47	2.35	3.29	**
Error	1150.83	70	16.44				
Total	9748.66	89					

**= Existe diferencia significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 64: Prueba de Duncan para la cepa PUap - n2g x P412 (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	5.4						5.4 ± 6.3 ^a
2		12.5					12.5 ± 4.3 ^b
3		12.5					12.5 ± 4.3 ^b
4		12.5					12.5 ± 4.3 ^b
5		16.1	16.1				16.1 ± 7.3 ^{bc}
6			20.6	20.6			20.6 ± 6.4 ^{cd}
7				21.4			21.4 ± 6.1 ^d
8				21.4			21.4 ± 6.1 ^d
9				23.9			23.9 ± 5.8 ^d
10					29.5		29.5 ± 4.2 ^e
11					29.5		29.5 ± 4.2 ^e
12					32.6	32.6	32.6 ± 4.0 ^{ef}
13					32.6	32.6	32.6 ± 4.0 ^{ef}
14					34.1	34.1	34.1 ± 3.5 ^{ef}
15						37.1	37.1 ± 5.1 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 12^a semana de producción.

Tabla 65: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n1a (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Análisis de varianza de dos vías							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	10216.10	14	729.72	17.59	1.87	2.42	**
Repeticiones	14108.65	4	3527.16	85.05	2.54	3.67	**
Error	2322.19	56	41.46				
Total	26646.94	74					

**= Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 66: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n1a (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	11.1						11.1 ± 10.9 ^a
2	14.4						14.4 ± 9.1 ^a
3	19.6	19.6					19.6 ± 12.9 ^{ab}
4	19.6	19.6					19.6 ± 12.9 ^{ab}
5		24.9	24.9				24.9 ± 17.0 ^{bc}
6		25.8	25.8				25.8 ± 17.2 ^{bc}
7			32.9	32.9			32.9 ± 17.5 ^{cd}
8			33.6	33.6			33.6 ± 17.7 ^{cd}
9				36.6	36.6		36.6 ± 18.7 ^{de}
10				39.3	39.3		39.3 ± 20.1 ^{de}
11				40.1	40.1		40.1 ± 20.2 ^{de}
12					43.6	43.6	43.6 ± 19.6 ^{ef}
13					43.6	43.6	43.6 ± 19.6 ^{ef}
14					44.2	44.2	44.2 ± 19.6 ^{ef}
15						50.3	50.3 ± 7.2 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 12^a semana de producción.

Tabla 67: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x PUap - n2g (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	5265.57	14	376.11	27.55	1.94	2.54	**
Repeticiones	848.44	3	282.81	20.72	2.83	4.29	**
Error	573.20	42	13.64				
Total	6687.22	59					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 68: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x PUap - n2g (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS						Interpretación
Semana de corte	Grupos					
	1	2	3	4	5	
1	18.6					18.6 ± 7.2 ^a
2	21.7					21.7 ± 3.6 ^a
3	23.3					23.3 ± 1.4 ^a
4	23.3					23.3 ± 1.4 ^a
5		30.5				30.5 ± 2.7 ^b
6		32.3				32.3 ± 0.9 ^b
7		34.9	34.9			34.9 ± 3.6 ^{bc}
8		34.9	34.9			34.9 ± 3.6 ^{bc}
9		35.6	35.6			35.6 ± 4.9 ^{bc}
10			40.1	40.1		40.1 ± 4.9 ^{cd}
11			40.8	40.8		40.8 ± 4.1 ^{cd}
12				43.9		43.9 ± 9.9 ^d
13				45.0	45.0	45.0 ± 9.0 ^{de}
14				45.0	45.0	45.0 ± 9.0 ^{de}
15					50.3	50.3 ± 6.6 ^e

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 5 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "e", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 13^a semana de producción.

Tabla 69: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x P412 (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	6917.05	14	494.07	32.86	1.87	2.42	**
Repeticiones	1363.04	4	340.76	22.66	2.54	3.67	**
Error	841.85	56	15.03				
Total	9121.95	74					

*= Prueba de S.N.K

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de S.N.K para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 70: Prueba de S.N.K para la cepa PSma - n17j x P412 (Lote 3, H = 52.8 ± 3)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS								Interpretación
Semana de corte	Grupos							
	1	2	3	4	5	6	7	
1	3.1							3.1 ± 7.0 ^a
2		14.5						14.5 ± 4.1 ^b
3		16.7	16.7					16.7 ± 4.2 ^{bc}
4		16.7	16.7					16.7 ± 4.2 ^{bc}
5			22.3	22.3				22.3 ± 6.2 ^{cd}
6				23.9	23.9			23.9 ± 4.9 ^{de}
7				24.8	24.8			24.8 ± 5.5 ^{de}
8				26.0	26.0	26.0		26.0 ± 6.8 ^{def}
9				26.4	26.4	26.4		26.4 ± 7.2 ^{def}
10					30.4	30.4		30.4 ± 6.6 ^{ef}
11					30.9	30.9		30.9 ± 5.9 ^{ef}
12						33.3		33.3 ± 7.0 ^f
13						33.3		33.3 ± 7.0 ^f
14						33.3		33.3 ± 7.0 ^f
15							44.4	44.4 ± 5.7 ^g

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de S.N.K el paquete estadístico reportó 7 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "g", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 15ª semana de producción.

Tabla 71: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x PSma - n5j (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	12170.80	14	869.34	52.31	1.87	2.42	**
Repeticiones	6043.81	4	1510.95	90.92	2.54	3.67	**
Error	930.60	56	16.61				
Total	19145.22	74					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 72: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n17j x PSma - n5j (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	4.1						4.1 ± 9.1 ^a
2	4.1						4.1 ± 9.1 ^a
3	4.1						4.1 ± 9.1 ^a
4		10.8					10.8 ± 14.4 ^b
5		11.8					11.8 ± 14.4 ^b
6		14.2					14.2 ± 12.8 ^b
7		14.2					14.2 ± 12.8 ^b
8			22.2				22.2 ± 10.8 ^c
9				29.1			29.1 ± 11.2 ^d
10				30.7			30.7 ± 10.9 ^d
11				32.2	32.2		32.2 ± 10.6 ^{de}
12				33.1	33.1		33.1 ± 10.8 ^{de}
13					36.8	36.8	36.8 ± 7.1 ^{ef}
14					36.8	36.8	36.8 ± 7.1 ^{ef}
15						40.1	40.1 ± 7.7 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 13^a semana de producción.

Tabla 73: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x P408 (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	3567.43	14	254.81	13.04	2.06	2.79	**
Repeticiones	117.46	2	58.73	3.00	3.34	5.45	NS
Error	546.98	28	19.53				
Total	4231.88	44					

* *= Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y no hay diferencia significativa para la variable repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 74: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x P408 (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS			Interpretación
Semana de corte	Grupos		
	1	2	
1	0		0 ± 0 ^a
2	0		0 ± 0 ^a
3	0		0 ± 0 ^a
4	0		0 ± 0 ^a
5	0		0 ± 0 ^a
6	0		0 ± 0 ^a
7	0		0 ± 0 ^a
8	0		0 ± 0 ^a
9	0		0 ± 0 ^a
10	0		0 ± 0 ^a
11		14.5	14.5 ± 12.7 ^b
12		14.5	14.5 ± 12.7 ^b
13		21.1	21.1 ± 1.9 ^b
14		21.1	21.1 ± 1.9 ^b
15		21.1	21.1 ± 1.9 ^b

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 2 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "b", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 11^a semana de producción.

Tabla 75: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x P412 (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	7048.93	14	503.49	32.26	1.94	2.54	**
Repeticiones	3123.22	3	1041.07	66.71	2.83	4.29	**
Error	655.43	42	15.60				
Total	10827.58	59					

**= Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 76: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x P412 (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS						Interpretación
Semana de corte	Grupos					
	1	2	3	4	5	
1	6.3					6.3 ± 9.2 ^a
2	7.5					7.5 ± 8.4 ^a
3	11.4					11.4 ± 10.8 ^a
4		20.0				20.0 ± 15.7 ^b
5			26.4			26.4 ± 12.8 ^c
6			27.9	27.9		27.9 ± 11.3 ^{cd}
7			27.9	27.9		27.9 ± 11.3 ^{cd}
8			31.4	31.4	31.4	31.4 ± 7.6 ^{cde}
9				33.4	33.4	33.4 ± 9.6 ^{de}
10					36.2	36.2 ± 6.1 ^e
11					36.2	36.2 ± 6.1 ^e
12					37.4	37.4 ± 4.9 ^e
13					37.4	37.4 ± 4.9 ^e
14					37.4	37.4 ± 4.9 ^e
15					37.4	37.4 ± 4.9 ^e

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 5 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "e", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 8ª semana de producción.

Tabla 77: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x PAsp14 - n1a (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	12064.17	14	861.72	16.54	1.94	2.54	**
Repeticiones	1504.42	3	501.47	9.62	2.83	4.29	**
Error	2187.34	42	52.08				
Total	15755.94	59					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 78: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n17j x PAsp14 - n1a (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	20.4						20.4 ± 6.1 ^a
2	20.4						20.4 ± 6.1 ^a
3	20.4						20.4 ± 6.1 ^a
4	28.6	28.6					28.6 ± 8.8 ^{ab}
5		31.9	31.9				31.9 ± 6.8 ^{bc}
6			39.7	39.7			39.7 ± 8.4 ^{cd}
7				43.8	43.8		43.8 ± 9.0 ^{de}
8				45.1	45.1		45.1 ± 11.5 ^{de}
9					51.7	51.7	51.7 ± 9.9 ^{ef}
10					52.6	52.6	52.6 ± 11.1 ^{ef}
11					54.0	54.0	54.0 ± 11.0 ^{ef}
12					54.0	54.0	54.0 ± 11.0 ^{ef}
13					54.0	54.0	54.0 ± 11.0 ^{ef}
14						60.6	60.6 ± 8.0 ^f
15						60.6	60.6 ± 8.0 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 9ª semana de producción.

Tabla 79: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x P407 (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Análisis de varianza en bloques						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)		Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)	
Semanas	9398.77	14	671.34	13.50	1.84 2.35	**
Repeticiones	6308.03	5	1261.60	25.38	2.35 3.29	**
Error	3479.03	70	49.70			
Total	19185	89				

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 80: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n17j x P407 (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	19.8						19.8 ± 17.3 ^a
2	19.8						19.8 ± 17.3 ^a
3	20.6						20.6 ± 18.0 ^a
4	27.3	27.3					27.3 ± 10.6 ^{ab}
5		30.1	30.1				30.1 ± 11.2 ^{bc}
6		30.9	30.9				30.9 ± 10.9 ^{bc}
7		30.9	30.9				30.9 ± 10.9 ^{bc}
8		31.7	31.7	31.7			31.7 ± 10.9 ^{bcd}
9			38.9	38.9	38.9		38.9 ± 9.2 ^{cde}
10				40.2	40.2		40.2 ± 9.0 ^{de}
11					41.1	41.1	41.1 ± 10.3 ^{ef}
12					42.1	42.1	42.1 ± 10.8 ^{ef}
13						49.6	49.6 ± 4.2 ^f
14						49.6	49.6 ± 4.2 ^f
15						49.6	49.6 ± 4.2 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 11^a semana de producción.

Tabla 81: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	22935.31	14	1638.23	75.00	1.81	2.30	**
Repeticiones	2258.53	6	376.42	17.23	2.21	3.02	**
Error	1834.60	84	21.84				
Total	27028.45	104					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 82: Prueba de Duncan para la cepa PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a (Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS										Interpretación
Semana de corte	Grupos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	11.8									11.8 ± 9.2 ^a
2		21.0								21.0 ± 8.8 ^b
3			30.4							30.4 ± 5.0 ^c
4			33.4							33.4 ± 9.2 ^c
5				40.6						40.6 ± 7.7 ^d
6				42.2						42.2 ± 6.9 ^d
7				43.4	43.4					43.4 ± 5.9 ^{de}
8					48.3	48.3				48.3 ± 6.3 ^{ef}
9						51.7	51.7			51.7 ± 7.3 ^{fg}
10							56.0	56.0		56.0 ± 6.9 ^{gh}
11								57.5	57.5	57.5 ± 5.7 ^{hi}
12								58.0	58.0	58.0 ± 4.9 ^{hi}
13								58.8	58.8	58.8 ± 5.1 ^{hi}
14								60.4	60.4	60.4 ± 4.7 ^{hi}
15									62.0	62.0 ± 4.9 ⁱ

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 9 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "i", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 11^a semana de producción.

Tabla 83: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)**

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	52151.15	14	3725.08	89.37	1.87	2.42	**
Repeticiones	1689.44	4	422.36	10.13	2.54	3.67	**
Error	2334.09	56	41.68				
Total	56174.69	74					

**= Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de S.N.K para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 84: Prueba de S.N.K para la cepa PSma (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)**

Clasificación con el paquete estadístico SPPS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	25.0						25.0 ± 0.9 ^a
2	25.0						25.0 ± 0.9 ^a
3	25.0						25.0 ± 0.9 ^a
4	31.7						31.7 ± 10.4 ^a
5		53.0					53.0 ± 10.4 ^b
6		57.6	57.6				57.6 ± 6.0 ^{bc}
7		60.6	60.6				60.6 ± 7.6 ^{bc}
8			64.4				64.4 ± 5.7 ^c
9				81.0			81.0 ± 8.5 ^d
10				83.1	83.1		83.1 ± 7.3 ^{de}
11				87.0	87.0	87.0	87.0 ± 12.5 ^{def}
12				88.7	88.7	88.7	88.7 ± 10.6 ^{def}
13					94.6	94.6	94.6 ± 10.0 ^{ef}
14					94.6	94.6	94.6 ± 10.0 ^{ef}
15						95.6	95.6 ± 8.2 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de S.N.K el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 11^a semana de producción.

Tabla 85: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PUap - n2g x P412 (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	29259.48	14	2089.96	71.10	1.94	2.54	**
Repeticiones	2163.70	3	721.23	24.53	2.83	4.29	**
Error	1234.53	42	29.39				
Total	32657.72	59					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 86: Prueba de Duncan para la cepa PUap - n2g x P412 (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Clasificación con el paquete estadístico SPPS								Interpretación
Semana de corte	Grupos							
	1	2	3	4	5	6	7	
1	0							0.0 ± 0.0 ^a
2		22.5						22.5 ± 2.9 ^b
3		22.5						22.5 ± 2.9 ^b
4		29.1						29.1 ± 11.4 ^b
5			49.5					49.5 ± 10.6 ^c
6			55.0	55.0				55.0 ± 9.0 ^{cd}
7			56.3	56.3				56.3 ± 11.6 ^{cd}
8			56.3	56.3				56.3 ± 11.6 ^{cd}
9				59.4	59.4			59.4 ± 9.8 ^{de}
10				61.3	61.3			61.3 ± 11.5 ^{de}
11					65.5	65.5		65.5 ± 10.8 ^{ef}
12						73.3	73.3	73.3 ± 7.8 ^{fg}
13						73.3	73.3	73.3 ± 7.8 ^{fg}
14							75.1	75.1 ± 5.2 ^g
15							75.1	75.1 ± 5.2 ^g

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 7 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "g", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 12^a semana de producción.

Tabla 87: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n1a (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	38994.26	14	2785.30	67.07	1.94	2.54	**
Repeticiones	4935.37	3	1645.12	39.61	2.83	4.29	**
Error	1743.97	42	41.52				
Total	45673.61	59					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 88: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x PAsp14 - n1a (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS									Interpretación
Semana de corte	Grupos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	37.8								37.8 ± 5.8 ^a
2	38.0								38.0 ± 5.5 ^a
3	45.1								45.1 ± 14.7 ^a
4		54.6							54.6 ± 9.8 ^b
5			69.4						69.4 ± 9.9 ^c
6			74.3	74.3					74.3 ± 17.0 ^{cd}
7				82.5	82.5				82.5 ± 14.4 ^{de}
8					84.6				84.6 ± 12.3 ^e
9					88.5	88.5			88.5 ± 15.1 ^{ef}
10						95.4	95.4		95.4 ± 9.0 ^{fg}
11							102.8	102.8	102.8 ± 17.6 ^{gh}
12								108.2	108.2 ± 11.3 ^h
13								108.2	108.2 ± 11.3 ^h
14								109.2	109.2 ± 10.2 ^h
15								109.9	109.9 ± 11.3 ^h

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 8 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "h", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 11^a semana de producción.

Tabla 89: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n12j x PUap - n2g (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Análisis de varianza en bloques						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)		Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)	
Semanas	51908.42	14	3707.74	60.43	1.94 2.54	**
Repeticiones	8117.64	3	2705.88	44.10	2.83 4.29	**
Error	2576.69	42	61.35			
Total	62602.76	59				

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 90: Prueba de Duncan para la cepa PSma - n12j x PUap - n2g (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS							Interpretación
Semana de corte	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
1	23.5						23.5 ± 17.5 ^a
2	24.2						24.2 ± 16.1 ^a
3	29.7						29.7 ± 8.3 ^a
4		49.1					49.1 ± 23.5 ^b
5		57.0	57.0				57.0 ± 18.1 ^{bc}
6			64.4	64.4			64.4 ± 13.7 ^{cd}
7				72.5			72.5 ± 14.9 ^d
8				74.0	74.0		74.0 ± 14.2 ^{de}
9					85.1		85.1 ± 18.0 ^e
10						97.9	97.9 ± 13.6 ^f
11						99.2	99.2 ± 11.8 ^f
12						102.4	102.4 ± 11.9 ^f
13						104.1	104.1 ± 14.4 ^f
14						104.6	104.6 ± 15.4 ^f
15						105.9	105.9 ± 14.3 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 10^a semana de producción.

Tabla 91: Análisis de varianza de bloques para identificar diferencias significativas en la eficiencia biológica acumulada durante 15 semanas de cosecha de la cepa PSma - n17j x P412 (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Análisis de varianza en bloques							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Semanas	45456.37	14	3246.88	46.69	1.94	2.54	**
Repeticiones	13944.56	3	4648.18	66.84	2.83	4.29	**
Error	2920.71	42	69.54				
Total	62321.65	59					

** = Existe diferencia significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para las variables semanas y repeticiones, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo.

Tabla 92 Prueba de Duncan para la cepa PSma - n17j x P412 (Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)

Clasificación con el paquete estadístico SPSS								Interpretación
Semana de corte	Grupos							
	1	2	3	4	5	6	7	
1	23.6							23.6 ± 17.4 ^a
2	24.3							24.3 ± 16.0 ^a
3		47.5						47.5 ± 26.6 ^b
4		54.3	54.3					54.3 ± 23.2 ^{bc}
5			63.7					63.7 ± 17.4 ^c
6				76.3				76.3 ± 20.5 ^d
7				83.5	83.5			83.5 ± 19.0 ^{de}
8				85.0	85.0			85.0 ± 19.2 ^{de}
9					89.7	89.7		89.7 ± 20.7 ^{ef}
10					96.3	96.3	96.3	96.3 ± 21.2 ^{efg}
11						98.1	98.1	98.1 ± 19.3 ^{fg}
12							104.4	104.4 ± 16.8 ^g
13							104.4	104.4 ± 16.8 ^g
14							104.4	104.4 ± 16.8 ^g
15							106.1	106.1 ± 16.2 ^g

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las semanas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 7 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana donde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana donde inició el último grupo que corresponde a la letra "g", así se concluyó que el RMS se alcanzó a la 10^a semana de producción.

**Tabla 93: Análisis de varianza aleatorio de la EBA al RMS para 4 cepas del lote 1
(Lote 1, H = 61.4 ± 0.3)**

Análisis de varianza aleatorio							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Cepas	165.31	3	55.10	1.307	3.07	4.87	NS
Error	885.45	21	42.16				
Total	1050.77	24					

NS = No existe diferencia significativa

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas para las cepas del lote 1, por lo que ya no se realizó la prueba de Duncan.

**Tabla 94: Análisis de varianza aleatorio de la EBA al RMS para 3 cepas del lote 2
(Lote 2, H = 61.4 ± 0.3)**

Análisis de varianza de aleatorio							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Cepas	5595.01	2	2797.50	115.20	5.79	13.27	**
Error	121.41	5	24.28				
Total	6490.04	11					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para la variable cepa, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la cepa con mayor EBA al RMS para el lote 2.

**Tabla 95: Prueba de Duncan para identificar la cepa más productiva en el lote 2
(Lote 2, H = 61.4 ± 0.3)**

Clasificación con el paquete estadístico SPSS				
Cepa	Grupos			Interpretación
	1	2	3	
PSma - n12j x PAsp14 - n5a	95.46			95.46 ± 6.0 ^c
PSma - n17j x PAsp14 - n8a		61.64		61.64 ± 3.1 ^b
PSma - n17j x PSma - n5j			35.12	35.12 ± 6.3 ^a

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las cepas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 3 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la semana dónde se alcanzó el rendimiento máximo significativo (RMS), se consideró la semana dónde inició el primer grupo que corresponde a la letra "c", así se concluyó que la cepa con mayor EBA al RMS del lote 2 fue PSma - n12j x PAsp14 - n5a.

**Tabla 96: Análisis de varianza de aleatorio de la EBA al RMS para 5 cepas del lote 3
(Lote 3, H = 52.8 ± 3)**

Análisis de varianza aleatorio							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Cepas	686.57	4	171.64	2.40	2.87	4.43	NS
Error	2406.67	20	120.33				
Total	3093.25	24					

NS = No existe diferencia significativa

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas para la variable cepas, por lo que ya no se realizó la prueba de Duncan.

**Tabla 97: Análisis de varianza aleatorio de la EBA al RMS para 6 cepas del lote 4
(Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)**

Análisis de varianza aleatorio							
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)			Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)		
Cepas	4915.61	5	983.12	13.11	2.64	3.94	**
Error	1723.72	23	74.94				
Total	6639.33	28					

** = Existe diferencia altamente significativa

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas para la variable cepas, por lo que se realizó la prueba de Duncan para identificar la cepa con mayor EBA al RMS para el lote 4.

**Tabla 98: Prueba de Duncan para identificar la cepa más productiva en el lote 4
(Lote 4, H = 61.4 ± 0.9)**

Clasificación con el paquete estadístico SPSS							Interpretación
Cepa	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	
PSma - n12j x P408	14.52						14.52 ± 12.7 ^a
PSma - n12j x P412		31.44					31.44 ± 7.6 ^b
PSma - n17j x PSma - n5j			36.81				36.81 ± 7.1 ^c
PSma - n17j x P407				41.06			41.06 ± 10.3 ^d
PSma - n17j x PAsp14 - n1a					51.74		51.74 ± 9.9 ^e
PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a						57.53	57.53 ± 5.7 ^f

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las cepas

Como resultado de la prueba de Duncan el paquete estadístico reportó 6 grupos. Para su interpretación, se asignó una letra diferente a cada grupo. Para identificar la cepa con el máximo rendimiento significativo (RMS) del lote 4, se consideró la cepa dónde inició el último grupo que corresponde a la letra "f", así se concluyó que la cepa con mayor EBA al RMS del lote 4 fue PAsp14 - n1a x PAsp14 - n5a.

**Tabla 99: Análisis de varianza aleatorio de la EBA al RMS para 5 cepas del lote 5
(Lote 5, H = 60.5 ± 1.4)**

Análisis de varianza aleatorio						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	F(α)		Interpretación
				Calculada	Tablas (0.05 0.01)	
Cepas	2188.65	4	547.16	2.40	3.01 4.77	NS
Error	3638.81	16	227.42			
Total	5827.46	20				

NS = No existe diferencia significativa

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas para la variable cepas, por lo que ya no se realizó la prueba de Duncan.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Asturnatura.com. Consultado 04 noviembre 2016.
<http://www.asturnatura.com/articulos/hongos/basidiomycetes.php>
- Bano, Z., S. Rajarathnam. 1989. *Pleurotus* mushrooms as a nutritious food. Pp. 363-380. In: Tropical Mushrooms, Biological Nature and Cultivation Methods. Eds. S. T. Chang y T. H. Quimio. The Chinese University Press, Shatin.
- Baars, J.J.P, H. Hesen.(2008). Experience with sporeless strains of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in commercial production, In: Mushroom Science XVII Proceedings of the 18th International Congress Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi Greuning M.V. Ed. Pretoria, South AFRICA, 774-787.
- Cabral, E.L., V.S, Romero F, 2013. Hongos diversidad vegetal. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, (UNNE).
- Cardona Urrea, L. F. 2001. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (en línea). Crónica Forestal y del Medio Ambiente 16(6): 99-119. Universidad Nacional de Colombia. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, San Luis Potosí, México. Consultado 4 nov. 2016.
<http://sipicyt.ipicyt.edu.mx:7777/materialbiblioteca/BaenaGonzalezArmando3.pdf>
- Chang, S.T., P. G. Miles. 2004. Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact. CRC Press, Boca Raton.
- Ciappini, C. Ma., Gatti, B, López, Z.I. Ma., *Pleurotus ostreatus*, una opción en el menú. Estudio sobre las gírgolas en la dieta diaria. Consultado 07 noviembre 2016. file:///C:/Users/pilli_000/Downloads/Dialnet-PleurotusOstreatusUnaOpcionEnElMenu-3331404.pdf
- Cisterna Lagos, C. 2002. Cultivo del Champiñón Ostra en Chile (en línea). Mycotec, Ltda. Editores–Concepción, Chile. Consultado 4 de nov. 2016.
<http://www.micotec.cl/Libro%20Cultivo%20Hongo%20Ostra%20en%20Chile.pdf>
- CODEX STAN 38-1981 “Norma general del CODEX para los hongos comestibles y sus productos”.

- Curvetto, N. 2004. *Biotecnología en los hongos superiores. parte I. Revista AgroUNS. No.2. AÑO I: 12-15*
- Gaitán, R., Salmones, D., Pérez, R., Mata, G. 2006. Manual práctico del cultivo de Setas. Aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología, A.C. Veracruz, México. Disponible en PDF.
- Guzmán, G., G. Mata, D. Salmones., C. Soto-Velazco., L. Gúzman-Davalos. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. *Trabajo de grado*.IPN. 1ª. Edición. México D.F.
- Huertes de Pablo, P., 2013. Estudio micológico de las especies más representativas del Valle del Jaramilla y Pico del Ocejón (Guadalajara), Consultado 16 de octubre 2016. http://oa.upm.es/15576/1/PFC_Pablo_Huertes.pdf
- López, Rodríguez. C., R. Hernández Corredor. 2008. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Trabajo de grado*. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Microbiología Industrial Bogotá, D. C.
- Martínez-Carrera., D. 1998. Oyster mushrooms. McGraw-Hill Yearbook of Science &Technology 1999. McGrawHill, Inc., Nueva York.
- Martínez-Carrera, Mora. D., V.M., 2007. *Investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre el cultivo de setas (Pleurotus) en México*. Colegio de Postgrados (COLPOS), Campus Puebla, Biotecnología de Hongos Comestibles.
- Marroquín Corona C., 2009. Mejoramiento genético de hongos comestibles a partir de neohaplontes de *Pleurotus eryngii*. *Tesis licenciatura*, Facultad de Química, UNAM.
- Quintero. R., (compilador) 1987. *Prospectivas de la biotecnología en México*. Fundación Justo Sierra. México.
- Rajarathnam, Bano. S. Y., 1987. *Pleurotus* Mushroom. Part B. Morphology, life cycle, taxonomy, breeding and cultivation. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition.

- Ramírez- Carrillo, R. (2011). Mejoramiento genético de *Lentinula*. *Tesis Doctoral*. UNAM. México, D.F.
- Rodríguez Macias, R; González González R, Ruiz López M. A, García López P M, Ruiz Moreno J, Zamora Natera J F y Salcedo Pérez E., 2005. Perspectivas de producción de hongos comestibles (*Pleurotus* spp.) en la región nordeste del estado de Nuevo León (en línea). *Revista SCIENTIA* 8(2): 163-170. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (UCBA), Universidad de Guadalajara. Consultado 4 septiembre 2016.
http://www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/page_scientia_cucba/Scientia_8_2.pdf
- Sánchez Hernández A. 2013. Recuperación de componentes monocarióticos de cepas comerciales del género de *Pleurotus* por dedicariotización, *Tesis licenciatura*, Facultad de ciencias, IPN.
- Sánchez, J.E., y D., Royse., 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. 1ª ed. ECOSUR. San Cristóbal de las casas, Chiapas.
- Sánchez, J; Royse, D., 2002. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chiapas, México, D. F., MX, Editorial Limusa, S.A.
- Schiess, M. 2006. Hongos comestibles (en línea). Universidad de Chile, Facultad de ciencias agronómicas. La Pintana, Santiago de Chile. Consultado 23 de octubre 2016.
<http://agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/12003/Macarena%20Schiess/DHCEXport/default.htm>
- Solomon, E. P. Berg, L. R. Martin, D.W. Villen, C. 1996. *Biología de Villee*. 3ª edición. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México D.F.
- Tormo Molina, R. 1996. Los hongos: generalidades (en línea). Lecciones hipertextuales de botánica, España. Consultado 14 septiembre. 2016.
<http://www.unex.es/polen/LHB/hongos/hongos0.htm>
- Tormo Molina, R. 1996. Desarrollo del basidiocarpo en amanita (en línea). Universidad de Extremadura, Extremadura, España. Universidad de Hamburg, Alemania. Consultado 19 de septiembre 2016.
<http://www.biologie.uni-hamburg.de/bonline//ibc99/botanica/botánica/amanita.htm>

- Villaseñor, I. L, A. García. Arias., O. Rodríguez Alcanzar. 1997. Hongos comestibles que podemos cultivar. Sección Universitaria, Internet. México. <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/bot/19.pdf> Consultado 28 de octubre 2016.
- <http://www.micomania.rizoazul.com/microscopia%20el%20himeneo%20de%20los%20basidiomocetos.html>. Consultado 28 de octubre 2016.