Centro de Formación e Experimentación Agroforestal de Guísamo

Proxecto de ciclo formativo de grao superior en paisaxismo e medio rural

“O cultivo de shiitake sobre troncos”

Titor: Xosé Antonio Meixide Fernández

Co titor: Xosé Lois Arenas Barreiro

Autor: Gustavo Méndez Gómez

Convocatoria decembro 2018

Centro de formación e experimentación
agroforestal de Guísamo

Lugar de Bos, nº14, 15640 Guísamo, Bergondo (A Coruña)
Tel. 881 881 057 / 881 881 043. Fax. 881 881 044
www.cfeaguisamo.org / cfea.guisamo@edu.xunta.es

Formación agroforestal

FEADER

FONDO SOCIAL EUROPEO

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL
Dirección Xeral de Innovación
e Industrias Agrarias e Forestais

Titor: Xosé Antonio Meixide Fernández

Co titor: Xosé Lois Arenas Barreiro

Autor: Gustavo Méndez Gómez

Convocatoria decembro 2018

Memoria presentada por

D. Gustavo Méndez Gómez

para optar ao título de

Técnico superior de paisaxismo e medio rural

Índice

1.Introdución 6
1.1.Antecedentes 6
1.2.Xustificación 8
1.3.Obxetivos 9
2.Revisión bibliográfica 10
2.1.O reino dos fungos, a súa clasificación e bioloxía 10
2.2.A reprodución dos fungos 12
2.3.Os cultivos de cogomelos 13
2.3.1.Análise comparativo das opcións de cultivo 14
2.3.2.O shiitake e a historia do seu cultivo 17
2.3.3.O micelio 21
2.3.3.1.A produción de micelio 21
2.3.3.2.Formatos de micelio 25
2.3.3.3.Almacenamento e viabilidade do micelio 27
2.3.3.4.Seleción de cepas 27
2.4.O cultivo de shiitake sobre troncos 30
2.4.1.A madeira para o cultivo 30
2.4.1.1Tipos de madeira 31
2.4.1.2.A corta e o manexo da madeira 34
2.4.2.A inoculación 35
2.4.2.1.A preparación da madeira 35
2.4.2.2.A inoculación dos troncos 36
2.4.2.3.O selado e o etiquetado dos troncos 38
2.4.3.A incubación 38
2.4.3.1.O campo de incubación 38
2.4.3.2.Tempos de incubación 39
2.4.3.3.Métodos de amontoado 39
2.4.3.4.Sistema de rega e períodos de rega 40
2.4.4.A produción 41
2.4.4.1.Os campos de produción e repouso 43
2.4.4.2.A produción forzada 43
2.4.4.3.Calendario de produción 44
2.4.4.4.A colleita 45
2.4.4.5.A conservación 45

2.4.5.Enfermidades pragas e defectos 45
2.4.5.1.Enfermidades 46
2.4.5.2.Pragas 47
2.4.5.3.Defectos 49
3.Materiais e métodos 51
3.1.Deseño do estudo 51
3.2.O micelio e a elección de Cepas 52
3.3.Madeira 53
3.4.Inoculación. 59
3.5.Campo de incubación 69
3.6.Control da perda de humidade 70
3.7.Campo de produción 85
3.8.Produción forzada 86
3.9.Datos de produción 88
3.10.Colleita 88
3.11.Conservación 92
3.12.Deshidratación e elaboración de sal de shiitake 92
4.Resultados e discusión dos resultados 94
4.1.Condicións iniciais da madeira e do micelio 95
4.2.Proceso de inoculación 96
4.3.Proceso de incubación 99
4.4.Proceso de produción 105
5.Conclusións 120
6.Fotografías 125
7.Bibliografía 125

1. Introdución

Dende fai tempo vense dando un incremento no consumo e o interese polo cogomelo popularmente coñecido como shiitake, en troques segue a haber un grande escurantismo no que respecta ás técnicas de cultivo, xa que existen poucos produtores dispostos a revelar os segredos da produción.

A formación en funxicultura así como as publicacións en español son tamén moi escasas, mentres que en galego practicamente inexistentes, o que dificulta enormemente a incorporación de novos produtores no noso país. En España, sen embargo, hai unha notable tradición de cultivo de champiñón, e existen laboratorios dedicados á produción de micelio que hoxe en día tamén elaboran semente de shiitake.

Considerando a crecente popularidade de shiitake, as súas grandes posibilidades de transformación e comercialización, a alta rendibilidade do cultivo e as vantaxes de acharnos nun país con tradición histórica na produción de cogomelos no que se pode mercar micelio con facilidade e no que temos madeira apta para o cultivo en abundancia, parece axeitado realizar unha tarefa de documentación e investigación que aclare as posibilidades deste cultivo en Galicia.

O presente traballo consta, en primeiro lugar, dunha labor de documentación, na que se revisaron multitude de textos co obxectivo de determinar cales son as técnicas de cultivo máis avanzadas que se empregan nos principais países produtores de shiitake, U.S.A., China e Xapón, que tamén son os países nos que se deron os máis importantes avances das técnicas de cultivo e onde a investigación é máis puxante.

En segundo lugar, o traballo presenta os datos, experiencias e resultados dun experimento no que se poñen en práctica as técnicas estudadas nun ensaio de cultivo sobre troncos das tres madeiras aptas para o cultivo máis abundantes en Galicia.

Este texto está fundamentalmente enfocado ao cultivo de shiitake sobre troncos, pero as técnicas e procesos de cultivo que se detallan nel poden ser aplicadas, con pequenos cambios, ó cultivo de outras especies de cogomelos saprófitos que medran sobre madeira.

1.1. Antecedentes

O cultivo de cogomelos é unha actividade produtiva bastante descoñecida e misteriosa, pero que está a medrar constantemente en importancia dende fai anos. Nas ultimas dúas décadas multiplicouse a produción mundial de cogomelos por 5, sendo España o terceiro país produtor da UE cunha produción de 110000 toneladas en 2004. Ata 1981 a produción mundial de champiñón supoñía o 72% do total, pero esta porcentaxe baixara ata o 32% en 2011, debido ó drástico incremento na produción de cogomelo de ostra e de shiitake, o cal indica unha tendencia a que a produción sexa dominada por especies que son comestibles e que ademais teñen propiedades medicinais.

Hoxe en día esta tendencia continúa e o shiitake está a piques de se converter no segundo cogomelo máis consumido do mundo

Constantemente se están a acadar éxitos no cultivo de especies de fungos que ata agora non se podían cultivar, e isto supón a entrada no mercado de cogomelos que ata entón só se podían atopar no entorno natural mediante o método de colleita tradicional, é dicir buscándoos polos montes e prados. Estes cogomelos recollidos por afeccionados á micoloxía ou profesionais da recolleita de cogomelos, apenas chegaban aos mercados, quedando case relegados ao autoconsumo, cunha presencia testemuñal en mercados e locais de restauración. Sen embargo os cultivos de cogomelos pode colocar no mercado gran cantidade dos mesmos, poñéndoos ao alcance de gran parte da poboación.

Outro sector que está a ter moito éxito, é o da biotecnoloxía dos fungos, o cal se dedica á elaboración de subprodutos de cogomelos. Tratase probablemente da rama máis punteira dentro do mundo do aproveitamento dos fungos, e consiste na elaboración de todo tipo de complementos nutricionais e/ou medicinais feitos a base de extractos procedentes de cogomelos ou ben de micelios cultivados. Estes procesos realízanse en laboratorios, e son levados a cabo por persoal especializado. O shiitake é un cogomelo especialmente interesante dado que múltiples estudos confirmaron a súa eficacia como axuda para baixar o nivel de colesterol e na loita contra cancros, debido a unha sustancia chamada Lentinan que se pode encontrar neste cogomelo, a cal se extrae e se emprega xunto con outros elementos para elaborar estes produtos mencionados anteriormente. Ademais o consumo de shiitake reduce a posibilidade de contraer gripe e catarro, reforza o sistema inmune, reduce a presión arterial alta e cura certas afeccións do fígado.

Tamén se están a producir avances significativos no campo da restauración de entornos danados, baixo o nome de micorestauración o micelio de certos fungos está a ser empregado para filtrar auga, como axudantes en reforestacións, para eliminar residuos tóxicos ou como micopesticidas para o control de pragas de insectos. Ademais non debemos esquecer que o cultivo de cogomelos ten a capacidade de empregar gran cantidade de residuos agroindustriais, consumindo no proceso de cultivo gran parte destes materiais e deixando un residuo que pode ser aproveitado como abono. É mais, comprobouse que algunhas especies de cogomelos poden metabolizar certos compostos eliminándoos ou acumulándoos nos corpos frutíferos, como por exemplo o cogomelo de ostra, que é capaz de procesar a cafeína, xa se fixeron ensaios con éxito nos que se obtiveron cogomelos de ostra con elevados contidos de cafeína os cales poderían destinarse á súa comercialización con este valor engadido.

Outro mercado que está en constante evolución e o da venda de bloques de substrato ou troncos xa inoculados, incubados e listos para a produción. A venda deste tipo de produto estaba destinada a produtores de autoconsumo en un principio, e acostuma adoitar a forma de alpacas de palla enriquecida

embolsada. Hoxe en día este formato segue existindo, pero o sector evolucionou cara a outros como o das caixas de cartón, de menor tamaño e mais axeitadas para os consumidores que viven nas cidades. Tamén cobrou máis relevancia a venda de troncos inoculados, xa que á xente gústalle ver como saen os cogomelos dos troncos, e hai quen os emprega como elementos decorativos en xardíns. O que nos está a indicar todo isto e que o consumidor mércaos cada vez máis por curiosidade, para facer un agasallo ou simplemente por que son pintorescos, e xa non tanto nese concepto de autoconsumo orixinal. Sen embargo cabe destacar que en países asiáticos como China ou Tailandia onde o cultivo de cogomelos leva moitos anos afincado, si que existen modelos produtivos máis especializados onde hai produtores que mercan o substrato xa esterilizado, envasado, inoculado e incubado, polo que soamente realizan a última etapa do proceso de cultivo, a produción.

No que atangue aos fungos micorrizóxenos, séguese investigando sobre como lograr inducir a micorrización de certos tipos de fungo en certos árbores. Conseguiuse reproducir micelio e inducir a micorrización nos campos experimentais e no mercado podemos atopar micelio de especies micorrizóxenas para sementar, así como árbores xa micorrizadas. Parece que de momento o problema está na implantación xa que no entorno natural existen gran cantidade de fungos competidores que poden rexeitar ou desprazar ós micelios cultivados cando son levados ó terreo, ademais moitas especies de fungo tenden a asociarse con árbores de certas idades ou requiren condicións moi específicas para desenrolarse adecuadamente. De certo que o traballo de investigación continua e o desenrolo de plantacións con fungos micorrizóxenos asociados é unha meta moi atractiva con grandes posibilidades.

Polo tanto vemos que o mundo do cultivo de cogomelos está, se cadra, mais vivo ca nunca, non debemos esquecer que aínda que a técnica de cultivo do champiñón se descubriu hai uns 600 anos e a do shiitake hai case 1000 anos, non ocorre o mesmo co resto das especies, as cales non se empezaron a cultivar eficazmente ata datas moi recentes. O número de especies cultivadas medra ano tras ano, e o avance na selección de cepas, a investigación de novos aproveitamentos, e o perfeccionamento dos métodos de produción fai pensar que o sector continuará medrando, volvéndose cada vez máis técnico e complexo.

1.2. Xustificación

No norte de España existe unha importante industria dentro do campo da produción de cogomelos, esta, no pasado, estaba dedicada á produción de champiñón. A técnica de cultivo de champiñón importouse dende Francia, lugar de orixe da mesma, e dou bos resultados, de xeito que a industria de produción de cogomelos en España chegou a ser unha das máis importantes da U. E. Hoxe en día, os importantes cambios nas tendencias de consumo fixeron que o porcentaxe de produción de shiitake medrase en detrimento de champiñón, e nos laboratorios de produción de micelio pódese atopar semente de shiitake

con facilidade, é máis, móstranse dispostos a cultivar micelios de novas cepas se o cliente lles proporciona cogomelos da cepa desexada para poder levar a cabo a reprodución vexetativa.

As condicións climatolóxicas de Galicia e do resto da franxa norte de España son moi axeitadas para o cultivo da maioría de especies de cogomelo, xa que a alta pluviometría, as temperaturas moderadas e os niveis de humidade elevados proporcionan condicións ideais para estes cultivos.

Ademais, en Galicia existe unha gran dispoñibilidade de madeira de especies que son consideradas aptas ou moi aptas para o cultivo, como serían o carballo, o castaño e quizais o eucalipto. De feito unha das principais vantaxes do cultivo sobre troncos é que permite aproveitar recursos propios, neste caso a madeira, incrementando notablemente a rendibilidade dos mesmos fronte a outros aproveitamentos, como podería ser a venda da madeira como combustible. A maiores, a implantación do cultivo apenas require inversión económica, é ecolóxico, xera pouco impacto ambiental e obtén cogomelos de calidade superior ós producidos por métodos máis intensivos, polo que resulta unha actividade idónea tanto para pequenos como grandes produtores.

Se o mencionado anteriormente engadimos que o consumo de shiitake leva moitos anos aumentando tanto en España como a nivel mundial, e que se trata dun cultivo de alta rendibilidade económica que incluso foi proposto polas Nacións Unidas como solución de desenrolo para áreas fortemente empobrecidas de Asia e África, parece que o único obstáculo para o desenvolvemento deste sector produtivo en Galicia está na falta de coñecemento das técnicas e procesos de cultivo, así como da inexistencia de investigacións e experimentos que diluciden as posibilidades reais do cultivo de shiitake no noso país.

1.3. Obxectivos

Como punto de partida, propúxenme esclarecer cales son as técnicas e métodos de cultivo máis modernos que se empregan nos países onde o cultivo de shiitake está máis desenvolvido. Foi en China, Xapón e U.S.A. onde se produciron os principais e máis revolucionarios avances no cultivo de shiitake, e é tamén nestes países onde se publican a maior parte dos textos e onde se realizan a maior parte das investigacións sobre o tema. A labor de revisión bibliográfica ten como obxectivo a elaboración dun manual de cultivo que permita levar a cabo ensaios con garantías.

Unha vez realizado o traballo de documentación, débese comprobar a capacidade e eficacia dos métodos de produción, para o cal se leva a cabo un ensaio de cultivo no que se emprega madeira de tres especies distintas, carballo, castaño e eucalipto. Todas as madeiras son tratadas da mesma

maneira e mantéñense xuntas durante os procesos de inoculación, incubación e produción.

A toma de datos, con respecto á capacidade produtora de cada unha das tres madeiras do ensaio é unha meta a longo prazo, xa que os troncos deberían de ter unha vida produtiva de entre 3 e 5 anos, polo que só cando estes se esgoten se poderá dar por rematado o proceso de toma de datos e proceder a valoración dos resultados.

Ademais unha vez que os troncos se esgoten e se dispoña dos datos do proceso de cultivo ó completo, pretendo comprobar se os porcentaxes de rendemento en peso de cogomelos con respecto ó peso inicial dos troncos, os cales, segundo a bibliografía consultada deberían estar entre ó 20% e o 30%, son ou non consistentes cos datos obtidos no ensaio de cultivo.

2. Revisión bibliográfica

Durante a labor de documentación revisáronse gran cantidade de publicacións e artigos, a maior parte deles, en especial aqueles de maior rigor, soamente están dispoñibles en inglés, algúns dos textos están en español, e non atopei ningún en galego.

A orixe dos textos consultados é moi heteroxénea, algúns deles foron escritos por reputados biólogos e micólogos, pero moitos outros son a creación de afeccionados ou profesionais do cultivo de cogomelos, estudantes, extensións universitarias, ou ben de programas de desenrolo promovidos por gobernos e organizacións internacionais.

2.1. O reino dos fungos, a súa clasificación e bioloxía

Os fungos non son plantas e non son animais, aínda que comparten características con ambos. Estiveron considerados como plantas ata o século 16, momento no que pasaron a ser clasificados como un reino aparte, o reino dos fungos. Son heterótrofos, e polo tanto non son capaces de realizar a fotosíntese, senón que procesan materia orgánica ou ben establecen relacións de simbiose ou parasitismo con algunha planta. De feito só o 10% dos fungos están considerados como macrofungi, son visibles e producen cogomelos, o outro 90 % dos fungos son microfungi e non son perceptibles a simple vista, aínda que nalgúns casos podemos ver as súas esporas cando hai moitas xuntas, como ocorre co moho azul, verde ou branco que acotío podemos observar sobre froitas e outros alimentos. Como dixemos, moitas das especies de fungos degradan materia orgánica para sobrevivir, de feito os fungos son os responsables da degradación de mais do 80% da mesma a nivel mundial.

As sementes dos fungos chámanse esporas, e nos fungos superiores son producidas polos cogomelos, e pesan tan pouco que o aire as pode chegar a transportar moi lonxe. Basicamente están por todas partes e enraízan nos nosos pulmóns a diario, pero son eliminadas polo noso sistema inmune.

Loxicamente se son os responsables de procesar a inmensa maioría da materia orgánica do planeta comprenderemos facilmente que as súas sementes se atopen diseminadas por tódolos lados, isto explica moitas das actuacións que se realizan nos cultivos de cogomelos para evitar que o mesmo sexa contaminado por fungos competidores.

O organismo dun fungo está formado por unha especie de pequenas raíces brancas e filamentosas chamadas hifas, o conxunto das hifas denominase micelio. O micelio medra no substrato do cal se está a alimentar no caso dos fungos saprófitos, no interior do organismo hóspede no caso dos parasitos, e rodeando e envolvendo as raíces do seu socio no caso dos micorrizóxenos. Isto lévanos ó tema da clasificación dos fungos.

Os fungos están ordenados segundo o sistema taxonómico de Linneo, e polo tanto hai familias, xéneros, especies, etc., con todo, podemos clasificalos tamén en función de como se alimentan, e é esta a diferenciación que mais nos interesa cando falamos de cultivar cogomelos.

Deste xeito temos, primeiro, fungos parasitos, os cales viven no interior dos seus hóspedes, normalmente plantas, aliméntanse deles e prexudícanos no proceso, podendo chegar a matalos. Os cogomelos producidos por fungos parasitos teñen pouca importancia gastronómica, xa que existen moi poucas especies comestibles con características organolépticas adecuadas, e a maiores precisan un organismo hóspede, polo que non se cultivan, aínda que si se colleitan fundamentalmente para o autoconsumo.

En segundo lugar, atópanse os fungos micorrizóxenos, os cales establecen relacións de simbiose con plantas e medran rodeando e envolvendo as súas raíces. Créese que mais do 90% das plantas establecen relacións simbióticas con algún fungo nalgún momento do seu ciclo vital. Esta relación é beneficiosa para ambos organismos, xa que a planta ve sumamente aumentada a envergadura do seu sistema radicular e o seu potencial para absorber nutrientes así como a súa capacidade de reter auga, mentres que o fungo recibe azucres e outros elementos que non pode sintetizar por si mesmo. O cultivo de cogomelos de fungos micorrizóxenos é un cultivo necesariamente asociado a unha plantación forestal, xa que as especies apreciadas e comestibles de cogomelo deste tipo que se coñecen asócianse con este tipo de árbores.

En terceiro lugar están os fungos saprófitos, os cales procesan materia orgánica en descomposición medrando sobre e a través dela. A maior parte dos fungos pertence a este grupo, e son o único tipo de fungos que se pode cultivar por si mesmo, ó mesmo tempo as principais pragas dun cultivo de cogomelos son outros fungos saprófitos. A importancia deste tipo de fungos no sector da alimentación é enorme: as levaduras son fungos saprófitos unicelulares; o que lle da ó queixo azul a súa característica cor e sabor é o fungo *penicillum*; o consumo de cogomelos no mundo non deixa de medrar; e por suposto os fungos son tamén uns dos mais importantes inimigos e a maior parte das medidas tomadas na conservación dos alimentos están destinadas a

loitar contra eles. Hoxe en día pódense cultivar multitude de especies de cogomelos que pertencen a este tipo e cada ano conséguense cultivar outras novas.

2.2. A reprodución dos fungos

As sementes dos fungos chámanse esporas, e nos macrofungi son producidas nos cogomelos. Unha destas esporas pesa entre 1 e 3 micras, polo que a mais lixeira corrente de aire a pode levar moi lonxe. Un só cogomelo é quen de producir millóns de esporas, se temos en conta que un micelio forte pode producir moitos cogomelos, vemos que a cantidade total de esporas lanzadas é moi alta. Isto forma parte da estratexia reprodutiva dos fungos. Estes, precisan de condicións moi específicas para desenvolverse e medrar adecuadamente, polo que diseminan moitas sementes de xeito que algunhas cheguen ó lugar axeitado nas condicións necesarias, e dean lugar a novos organismos. As esporas son tan pequenas que non podemos velas a non ser que teñamos moitas xuntas. É posible recoller as esporas dun cogomelo fresco e aperto colocándoo sobre algunha superficie, despois dun día as esporas deberían estar depositadas na superficie sobre a que colocamos o cogomelo, poden ser de moitas cores e de feito algunhas especies de cogomelo soamente poden ser identificadas a través da cor da esporada.

Os cogomelos, tamén chamados carpóforos, son estruturas reprodutivas xeradas polos fungos superiores para diseminar as súas esporas. Poden ter moitas formas, texturas e cores, pero as variantes que recordan a un paraugas son moi comúns, e a maioría dos cogomelos comestibles cultivados teñen esta forma, textura carnosa e boas características organolépticas. Os cogomelos na natureza saen cando se dan certas condicións, normalmente na primavera e no outono, xa que o seu nacemento é inducido por períodos de escaseza de auga seguidos por abundancia de auga acompañada de frío repentino, estas condicións danse normalmente nas estacións mencionadas, nas que son frecuentes as choivas esporádicas e as noites frías.

O primeiro indicio visible de que vai saír un cogomelo nun substrato determinado é un avultamento redondeado sobre a superficie do mesmo, un botón de cor branca chamado primordio, a partir do cal medrará o cogomelo con gran rapidez, abrindo e expandindo progresivamente o sombreiro, baixo o cal se atopan as glándulas que producen e lanzan as esporas. Moitos cogomelos teñen láminas debaixo do sombreiro, entre elas o shiitake, pero algunhas especies teñen tubos ou agullas, e incluso algunhas non teñen nada debaixo, senón que segregan unha sustancia viscosa que as recobre, e na que están as esporas, pero a maioría das especies de cogomelo liberan as esporas cara abaixo de xeito que poidan ser atrapadas polas correntes de aire que se encargarán de diseminalas.

As glándulas que producen as esporas chámanse basidios, na maioría das especies, contan nun principio cunha célula dicariótica, a cal se reproduce por mitose dando lugar a outra célula dicariótica idéntica, entón as dúas células se reproducen por meiose dando lugar a dúas parellas de células monocarióticas.

Os membros de cada unha destas parellas poderían ser ou non xenéticamente iguais entre si, a continuación estas catro células monocarióticas evolucionan converténdose en esporas que son finalmente liberadas polo cogomelo, é que son chamadas basidioesporas.

Cando unha espora chega a un lugar axeitado para o seu desenvolvemento, pode xerminar, converténdose nun organismo novo, a este micelio inicial nacido dunha espora chámaselle micelio primario, o cal comeza a medrar entendéndose polo substrato, cando se atopa con outro micelio primario compatible, é dicir, que non é xenética mente idéntico, poden fusionarse, dando lugar a unha estrutura chamada micelio secundario. Este mecanismo polo que se funden as hifas é chamado plasmogamia. Aínda que os dous micelios primarios orixinais eran monocarióticos, unha vez que se fusionan e comezan a medrar xuntos, o micelio secundario resultante é dicariótico e capaz de reproducirse, non se trata de unha unión pasaxeira, senón que é permanente, continuará expandíndose e reproducíndose estación tras estación mentres as condicións atmosféricas e a presenza de nutrientes sexan favorables. É a partir do tecido do micelio secundario que se forman os cogomelos, os cales produciran esporas que darán lugar a novos micelios primarios continuando o ciclo.

2.3. Os cultivos de cogomelos

Os cultivos de cogomelos en realidade non son tan diferentes dos cultivos de vexetais, o fungo precisa para medrar e desenrolarse axeitadamente, dun substrato sobre o que asentarse que lle proporcione os nutrientes necesarios para a súa actividade metabólica. Neste substrato, unha vez preparado, realízase a sementeira, se ben a semente que se emprega, chamada micelio, non é realmente semente propiamente dita, non se empregan esporas, senón que se usa unha sorte de material biolóxico obtido por reprodución vexetativa que se hacha nun estado activo e que posúe capacidade reprodutiva. Deste xeito, o micelio, ten certas semellanzas cun enxerto, xa que se trata da implantación de material biolóxico que non é unha semente, senón de tecido vivo procedente dun organismo maduro dende o punto de vista reprodutivo.

Quizais a maior e máis importante diferenza dos cultivos de cogomelos con respecto a outros cultivos é a súa susceptibilidade de ser atacado e contaminado por enfermidades, xeralmente outros fungos. Esta especial sensibilidade é debida á que os nutrientes que contén o substrato onde se vai a cultivar o fungo que desexamos é igualmente moi atractivo para moitos outros fungos saprófitos, os cales, normalmente son máis rápidos e aptos para colonizar ese substrato, de xeito que, de non tomarse medidas para evitalo, van a invadir este substrato interferindo co desenrolo do fungo que desexamos cultivar. É máis, o propio micelio que empregamos como semente é en si mesmo un material extremadamente atractivo para todo tipo de enfermidades que poden contaminar o cultivo. Debido a estas circunstancias, o substrato sobre o que se pretende levar a cabo un cultivo de cogomelos, debe ser debidamente esterilizado mediante autoclave ou ben mediante pasteurización,

mentres que o micelio empregado como semente debe ser envasado axeitadamente para evitar que se contamine. No caso do cultivo sobre troncos, estes non se esterilizan, pero si que se debe realizar un manexo axeitado, de xeito que se preserven as protecciónsnaturais que posúe o propio tronco, ademais os orificios de inoculación deben ser selados, de maneira que se evite, na medida do posible, a contaminación por competidores.

Os cultivos de cogomelos lévanse a cabo en varias fases diferenciadas, as cales son comúns para os cultivos de calquera especie de fungo, aínda que os tempos e actuacións específicas en cada unha delas poden presentar lixeiras diferencias. A primeira fase é a da preparación do substrato, na que se prepara o mesmo para recibir o micelio, que no caso do cultivo sobre troncos é a madeira. A segunda fase é a de inoculación, a sementeira, na que o micelio é introducido no substrato para que comece a medrar sobre el. A terceira fase é a de incubación, período no cal o micelio medra e expándese ata que finalmente logra ocupar o bloque de substrato por completo. A cuarta fase é a de produción, na que, cando o micelio xa ocupou todo o bloque no que está a medrar, empezará a producir cogomelos para reproducirse, a produción continua ata que o bloque queda sen nutrientes, momento no cal o micelio vai esmorecendo, producindo cada vez menos cogomelos ata que acaba por morrer, o que marca o fin do cultivo.

2.3.1. Análise comparativo das opcións de cultivo

Hai moitos xeitos de cultivar cogomelos, aínda que hoxe en día empréganse dous deles fundamentalmente, o cultivo sobre substratos sintéticos en bolsas e o cultivo en troncos. Estes dous tipos de cultivo son os que imos a analizar no presente apartado. O resto dos métodos de cultivo apenas se empregan, dende logo non na produción comercial, algúns deles son : o cultivo en camas, o cultivo en táboas e os cultivos colgantes.

O cultivo de cogomelos levase a cabo en varias fases, o cultivo en bolsas e o cultivo en troncos teñen diferencias importantes pero tamén semellanzas. Na fase de preparación do substrato, o cultivo en bolsas supón que vamos a construír o substrato no que medrará o fungo, unindo diversos materiais segundo unha fórmula. Esta vai a variar segundo que especie desexemos cultivar, por exemplo o substrato para champiñón constrúese con esterco de cabalo, palla e esterco de galiña, o de shiitake, en troques, faise con serrín e algún residuo agrícola de orixe vexetal, como as cascarillas de café/arroz/cacao, o carozo da espiga de millo e outros. É bastante común a adición dunha pequena porcentaxe de cal para corrixir a acidez do substrato, pero de calquera xeito, un vez feito temos que esterilizalo, ben por autoclave ou ben por pasteurización, o substrato pode ser embolsado tras a esterilización ou ben antes da esterilización se empregamos bolsas resistentes ao autoclave. Existen moitos formatos para o envasado do substrato, como bolsas, alpacas, sacos, caixas de cartón, etc. En cambio no cultivo en troncos empregase como substrato un bloque natural inalterado, o cal require certa manipulación pero que non ten que ser esterilizado antes de inoculalo. Debemos recordar que en

troncos só podemos cultivar fungos xilófagos, fungos que se alimentan de compoñentes da madeira como a celulosa, a hemicelulosa e a lignina, pero o cultivo en bolsas permite cultivar outras especies de saprófitos, coma o champiñón que é coprófago.

A segunda fase é a de inoculación, neste momento é cando imos a sementar o substrato co micelio do fungo que desexamos cultivar. Aínda que as sementes dos fungos son as esporas, a obtención das mesmas entraña grandes dificultades e risco de contaminación, polo que en lugar de sementar esporas empregase micelio. O micelio é producido en laboratorios e multiplicado para a súa comercialización en diversos formatos, normalmente os produtores profesionais mercan o micelio para a semente en laboratorios especializados, pero tamén podemos facelo na casa, aínda que o risco de contaminación é moi alto. A inoculación consiste en introducir no substrato un pouco de micelio, o cal medrará e comezará a estenderse polo mesmo, para realizar esta operación empregase unha ferramenta chamada inoculador, a inoculación é moi sinxela no cultivo en bolsas, en cambio no cultivo en troncos hai que tradear, inocular e selar.

A terceira fase do cultivo é a de incubación, na cal o micelio que inoculamos debe de medrar e desenrolarse no substrato ata colonizalo por completo. O cultivo en bolsas require de cámaras con parámetros controlados, que deberán contar con: porta dobre, filtro de partículas na entrada de aire e ventiladores se fosen necesarios; un sistema de rega por pulverización tipo fog podería valer para subir o nivel de humidade no aire, pero son mellores os paneis humectantes, tamén se pode empregar un sistema de refrixeración por evaporación, o cal xera humidade e axuda a baixar a temperatura se é necesario, en cambio e moi pouco eficaz como refrixerador por debaixo dos 25º C polo que non interfire coa calefacción; sistema de calefacción; e xanelas ou iluminación regulables. O cultivo en troncos pode realizar esta fase ó aire libre baixo cuberta forestal ou con maia de sombreo do 80%, e só precisa de regas esporádicas, para as que é suficiente un sistema de rega por aspersión. A razón desta diferencia é que o substrato que preparamos para o cultivo en bolsas é moi rico en nutrientes tanto para o fungo que desexamos cultivar como para moitos outros potenciais competidores, as esporas dos cales están por todas partes, en cambio o tronco é madeira polo que só resulta viable para certas especies e a maiores conta coa protección da cortiza, a cal como veremos, é moi importante. Ademais, para que ese substrato tan rico en nutrientes que preparamos para o cultivo en bolsas exprese un rendemento óptimo en produción de cogomelos debemos acadar as condicións ambientais idóneas na nosa cámara de incubación, que son : temperatura entorno ós 20-25º C dependendo da especie e cepa que esteamos a cultivar; humidade en torno ó 95% podendo variar dependendo da especie; a renovación de aire non ten demasiada importancia nesta fase xa que o micelio soporta niveles moi elevados de CO_2; en canto á iluminación, esta fase precisa moi pouca luz, entre uns 50 e uns 100 lux. Non esquezamos que o cultivo en bolsas dentro de cámaras pódese levar a cabo en calquera época do ano, en cambio no cultivo

en troncos so podemos producir en certas datas, cando se dan na natureza as condicións adecuadas para a saída dos cogomelos.

A cuarta fase é a de produción, pero xusto antes de comezar con ela imos a realizar unha operación denominada shock térmico ou shock frío, que inducirá a aparición dos cogomelos, esta técnica é a base do que se denomina produción forzada. Este método empregase tanto na produción en troncos como na produción en bolsas, na primeira levase a cabo somerxendo os troncos en auga fría durante 12 horas, na segunda realizase baixando a temperatura, mantendo a humidade, incrementando a taxa de renovación do aire, e aportando algo de luz, algo así como a necesaria para ler un periódico é suficiente, entre 500 e 2000 lux.

Unha vez que xa inducimos a aparición dos cogomelos entramos na fase de produción, no caso do cultivo en bolsas temos que modificar os valores dos factores ambientais da cámara, basicamente convertemos a cámara de incubación en cámara de produción, os valores adecuados para a produción son: temperatura 2 ou 3 grados máis baixa que a de incubación; humidade entre o 60% e o 80%; a taxa de renovación do aire debe ser maior xa que temos que aportar o osixeno que precisan os cogomelos e eliminar da cámara o CO2 que os prexudica; a iluminación deberá ser a suficiente para poder ler un periódico, entre 500 e 2000 lux. No caso do cultivo en troncos soamente temos que colocalos nun sistema “frame”, é dicir apoiados no chan repousando contra un listón nun ángulo de entre 45 e 60 grados baixo maia de sombreo do 80% ou cobertura forestal e regar cando sexa preciso, sen embargo moitos produtores elixen efectuar esta fase nun invernadoiro ou similar para protexer os cogomelos da choiva, xa que a acumulación excesiva de auga sobre estes pode facer que desenrolen defectos ou podrezan.

Quizais a diferenza máis importante entre os dous sistemas de produción é a seguinte: o cultivo en bolsas pódese levar a cabo nun total de entre 4 e 8 meses, aportando rendementos de entre o 50% e o 80% do peso do substrato en cogomelos; en troques o cultivo en troncos pode aportar rendementos de entre o 20% e o 30% do peso dos troncos en cogomelos ao largo dun período de entre 3 e 5 anos.

Normalmente no cultivo en bolsas só se aproveitan as tres primeiras oleadas de cogomelos, pero algúns substratos que xa produciron son aptos para producir outros cogomelos que se alimentarán dos nutrientes que non aproveitaron os fungos do primeiro cultivo, por exemplo o substrato gastado de shiitake pode servir para producir pleurotus ostreatus; os troncos producen ben durante uns anos e despois producen moi pouco e hai quen os utiliza en xardinería para delimitar alcorques, zonas de céspede etc.

É importante sinalar que o cultivo en cámaras realiza unha actividade produtiva ininterrompida, sinxelamente dispoñendo de dúas cámaras, deste xeito cando as bolsas que están incubándose nunha cámara pasan á fase de produción, hai un cultivo na outra cámara que acaba de rematar, polo que só hai que

desfacerse dos residuos, e preparar unha nova remesa de bolsas para encher de novo a cámara e poñelas a incubar.

En conclusión, a forma máis rendible e eficaz de producir cogomelos é o cultivo en bolsas con substratos sintéticos dentro de cámaras con ambiente controlado, xa que acada rendementos moi elevados, non depende das condición atmosféricas naturais, e pode realizar unha actividade produtiva ininterrompida. Sen embargo este tipo de cultivo require unha inversión inicial elevada e ten custes enerxéticos significativos, en cambio o cultivo en troncos apenas require inversión, non ten custes enerxéticos, e é unha boa maneira de aproveitar os nosos recursos, xa que é máis beneficiosa a produción de cogomelos en troncos que a venda da madeira para leña (estudos americanos apuntan que uns 240 troncos de madeira dura producindo shiitake poden aportar uns beneficios de entre 2000 e 3000 dólares despois de 3 anos, en cambio a mesma cantidade de madeira vendida como combustible da 150 dólares), ademais os cogomelos producidos en troncos xeran menos impacto ambiental e xeralmente conteñen moitos máis polisacáridos que os cultivados en substratos sintéticos. Adicionalmente, durante a realización de tests de cata a cegas descubriuse que os cogomelos de shiitake cultivados en bosques empregando troncos como substrato son superiores en sabor e frescura aos cultivados en substratos sintéticos.

2.3.2. O shiitake e a historia do seu cultivo

O nome científico do fungo popularmente coñecido como shiitake é *Lentinula edodes.* O nome Shiitake deriva das verbas xaponesas “shii”, que se refire á madeira dura da árbore *Pasania* spp., e “take” que significa fungo, deste xeito, o nome deste fungo en xaponés significa “o fungo da árbore shii”. En EEUU tamén é coñecido co nome de “Fungo negro do bosque”, en Francia como “lectin”, e en China ten tres nomes diferentes: “xiang gu”, o fungo que recende, “dong gu”, o fungo de inverno, e “hua gu”, o fungo flor; dos cales os dous primeiros fan referencia á coloración do sombreiro dos cogomelos, mentres que o terceiro refírese ós cogomelos producidos segundo unha técnica tradicional chinesa que consiste en provocar a deshidratación da cutícula que recobre o sombreiro do cogomelo e despois hidratala repentinamente de xeito que se produzan fendas, quedando cun aspecto que recorda ó dunha flor.

Taxonomicamente o shiitake foi orixinalmente descrito por Berkeley no 1887, dende entón foi colocado nos seguintes xéneros: *Collybia, Armillaria, Lepiota, Pleurotus* e *Lentinus,* pero foi movido ó xénero *Lentinula* por Pegler no 1975, debido a estudos que demostraron diferenzas co xénero *Lentinus*, observables con microscopio, na morfoloxía das hifas e na distribución celular.

cogomelo de shiitake

Taxonomía de *Lentinula edodes*	
Reino	Fungi
División	Basidiomycota
Clase	Agaricomycetes
Orde	Agaricales
Familia	Marasmiaceae
Xénero	*Lentinula*
Especie	*Lentinula edodes*

Os sombreiros dos cogomelos de shiitake miden entre 5 e 25 cm de diámetro, son anchos, semiesféricos, expandíndose a convexos e posteriormente planos na madurez. O sombreiro é de cor marrón , case negro nun comezo, volvese dun marrón máis claro coa idade ou coa deshidratación; sen embargo, algunhas cepas presentan un moteado de cor branco que pode recordar ó da pel dun gamo, especialmente na marxe do sombreiro, que pode chegar a ser totalmente branco. A marxe do sombreiro pode ser irregular, enrolada ó principio, despois incurvada, aplanándose na madurez e ondulándose coa idade. As láminas son brancas, lisas ó principio, vólvense aserradas ou irregulares coa idade, e collen cor marrón se son danadas, en un principio están cubertas por un velo branco, o cal rompe a medida que se abre o sombreiro permitindo que se liberen as esporas. O estipe é fibroso, recto ou ben curvado na base, de textura robusta. A carne é branca, de recendo agradable, e volvese marrón se é danada. As esporas son brancas, cunha forma que pode ir de ovoide a elipsoide oblonga.

cogomelo de shiitake vista das láminas

cogomelo de shiitake vista superior

O micelio de shiitake é branco ó principio, pero coa idade, ou como resposta ós danos, volvese de cor marrón escuro. Sobre a madeira, medra seguindo as fibras, polo que se expande máis rápido no sentido lonxitudinal que no transversal. Infesta primeiro as partes máis brandas da madeira, onde se atopan os azucres máis inmediatamente dispoñibles, pero co tempo acaba por atacar incluso o duramen. Algunhas cepas desenrolan agregados hifais, unhas

estruturas brandas, algodonosas, de forma esférica que aparecen na superficie do substrato e que poden ou non evolucionar a primordios.

A súa distribución na natureza limítase a Asia do Leste, sendo nativo de China, Xapón e Corea, coa crecente deforestación destas áreas o xenoma desta especie parece estar en perigo. Na natureza medra en árbores frondosas mortas ou moribundas, especialmente en *Pasianna* spp., *Quercus* spp. e outras especies de *Quercus*. Aínda que en ocasións se atopa en árbores moribundas, o shiitake é un saprófito xilófago verdadeiro e só ataca tecidos mortos.

Historicamente o cultivo do shiitake en Asia leva un longo percorrido, a lenda di que o primeiro cultivador desta especie foi Wu Sang Kang, un afeccionado ós cogomelos que viviu arredor do 1100 D.C., durante a dinastía Sung, na provincia de Zhejiang. Presuntamente este personaxe deduciu como cultivar shiitake silvestre sobre troncos. Primeiro observou que os shiitake se atopaban en troncos caídos no bosque e comprobou que cando realizaba cortes nos troncos, os cogomelos medraban mellor e máis grandes, sen embargo para a súa desilusión ás veces non había cogomelo ningún a pesar dos cortes, un día nun ataque de rabia golpeou os troncos furiosamente, e despois duns poucos días, para a súa sorpresa, os cogomelos xurdiron profusamente. Este foi a suposta orixe da técnica de shock físico, que consiste na practica de golpear e realizar cortes nos troncos colonizados por shiitake para estimular e mellorar a produción de cogomelos; aínda non se sabe o motivo, pero comprobouse que esta técnica funciona. Todo isto pode parecer un conto, pero o certo é que hoxe en día o 95% dos granxeiros dos condados da provincia de Zhejiang continúan coa tradición de cultivar principalmente shiitake, aínda que o 80% empregan serrín embolsado e só o 20% continua coa produción en troncos. Este sería o primeiro fito na historia deste cultivo.

O segundo fito foi a aplicación de inóculo de cultivo puro sobre troncos, é dicir, o emprego de micelio como semente. O primeiro que o fixo foi K. Kitajima en 1936 no Xapón, quen sacou partido da técnica de cultivo puro, naquel momento recentemente descuberta por Shozaburo Mimura, un micólogo xaponés, aplicándoa á elaboración de semente para cultivos de shiitake.

O terceiro fito histórico no cultivo de shiitake foi a invención do cultivo sobre substrato de serrín, é dicir o cultivo sobre bloques sintéticos de substrato formulado, o cal foi desenrolado en China por Z. W. Peng en 1974.

O cuarto e último fito ocorre en EEUU, e consiste en empregar bloques de uns 15 kg, moito máis grandes que os dos chineses, en bolsas de polipropileno seladas con filtros microporosos como ventilación. Este é o sistema máis perfeccionado, e hoxe en día existen bolsas de polipropileno con microfiltros e porto para inoculación resistentes ó autoclave.

Ademais é un cogomelo medicinal recoñecido en Asia desde fai séculos, onde é coñecido como cura contra o catarro e co que se fan medicinas tradicionais. Estudos recentes sinalan que axuda a reducir o nivel de colesterol e a loitar contra certos cancros, debido a unha sustancia contida nos cogomelos

denominada Lentinan, un polisacárido soluble en auga; tamén posúe propiedades antivirales.

Por último, sinalar que o shiitake non só é apreciado en fresco polo seu agradable sabor e olor, senón que incluso deshidratado adquire un particularmente agradable recendo e un sabor único, o que o fai un candidato idóneo para este tipo de procesamento.

2.3.3. O micelio

Nos cultivos de cogomelos empréganse micelios activados cultivados como semente para provocar a infestación dos bloques de cultivo co fungo que produce os cogomelos que se desexa cultivar.

Como se dixo, o micelio é o autentico organismo do fungo, e está constituído por unhas pequenas raíces brancas, sen embargo non todos os micelios son iguais nin teñen o mesmo aspecto. Algúns teñen aparencia filamentosa, mentres que outros se volven algodonosos, con patróns de crecemento menos lonxitudinais, como é o caso do shiitake. Aínda que nun principio acostuman a ser brancos, coa idade poden coller outras tonalidades. En canto á estrutura das hifas, podemos atopar micelios monohifais e micelios bihifais, aínda que a diferenza só é apreciable a través do microscopio; o shiitake é monohifal, feito que xunto con diferenzas na disposición das células determinou que fose movido do xénero *Lentinus* ao xénero *Lentinula* que ocupa actualmente.

O micelio medra e expándese a medida que coloniza o substrato no que se hacha, ata que o ocupa por completo, momento no cal comeza a aumentar a densidade das hifas, de seguido o micelio tentará reproducirse producindo cogomelos. Cando o micelio esgota os nutrientes do substrato comeza a dexenerar e morrer, pero aínda así continuará producindo cogomelos en cantidades cada vez menores a medida que esmorece.

2.3.3.1. A produción de micelio

O micelio preparado para empregar como semente tamén se chama “spawn”, a súa produción normalmente lévase a cabo en laboratorios especializados, pero tamén é posible a elaboración caseira.

Existen dous métodos para producir o que se chama micelio nai, é dicir, un cultivo puro de fungos dunha cepa determinada, o cal é o punto de partida do proceso de produción de micelio.

O primeiro método consiste en xerminar esporas dun ou varios cogomelos nunha placa de petri, empregando como substrato un preparado chamado PDA (Pataca, Dextrosa, Agar), O cal podemos facer na casa, pero temos que esterilizalo no autoclave ou pasteurizalo; a continuación poñemos a placa de petri a incubar a uns 20º-25º C, e en poucos días observaremos que se desenrolan diversos organismos, sen dubida o micelio do fungo que nos desexamos, pero tamén outros; se vemos cores vermellas probablemente sexan bacterias ou virus, cores azuis ou verdes indican a presencia de fungos competidores, o noso fungo debería ser branco e ocupar a maioría da placa de

petri; os fungos xeran barreiras formadas por unha masa de micelio moi compacta sinxelamente visible para illarse dos seus inimigos, polo que se deixamos incubar a placa de petri durante moito tempo é posible que observemos este fenómeno; de calquera xeito o que temos que facer a continuación é preparar outra placa de petri con PDA, cortar cun bisturí un pequeno anaco do micelio do noso fungo que non estea contaminado e colocalo na nova placa de petri, incubámola e de novo temos que observar se saíron organismos competidores, de ser así temos que repetir o proceso ata que obteñamos un cultivo puro, sen contaminantes, do fungo que nos queríamos.

Barreira formada por micelio de shiitake contra a contaminación de parte do substrato

O segundo método é o mais empregado hoxe en día, xa que o risco de contaminación é moito menor, e consiste en reproducir vexetativamente micelio a partir dun anaquiño dun cogomelo. Recordemos que xa se dixo que os cogomelos fórmanse do tecido do micelio secundario, polo tanto ese anaquiño de cogomelo é en realidade micelio secundario, e polo tanto capaz de reproducirse e de producir cogomelos. O que temos que facer é cortar o cogomelo pola metade e a continuación, cun bisturí esterilizado, cortar un anaquiño da carne interna do cogomelo, é recomendable tomar este anaco da parte onde o estipe se une ó sombreiro, cerca da superficie exterior do cogomelo; colocamos este anaco nunha placa de petri con PDA e poñerémola a incubar como se indicou anteriormente, se se contamina repetimos o proceso

ata que obteñamos un cultivo puro. O motivo polo que o risco de contaminación é menor con este método, é que tomamos un anaco de tecido do interior dun cogomelo, onde dificilmente haberá esporas de fungos competidores, en cambio, na superficie exterior do cogomelo probablemente si que haberá bacterias e esporas de fungos contaminantes, as cales poden facilmente mesturarse coa esporada e contaminar o cultivo.

Unha vez que temos este cultivo puro, o que imos a facer é reproducilo, sen dubida precisamos un substrato sobre o que cultivar a nosa semente, este substrato debe de ser rico en nutrientes e permitir unha dosificación doada. O máis común é empregar grao de cereais, xa que estes presentan abundancia de nutrientes e a súa natural morfoloxía granulada fainos idóneos para dosificar; podemos usar moitas clases de grao, se ben algunhas especies de fungo se desenrolan mellor en certos tipos de cereal, para o shiitake é moi popular o mijo, pero en realidade todos poden servir para cultivar micelio. No caso de que o micelio que vamos a reproducir sexa de especies xilófagas, como o shiitake ou o *pleurotus ostreatus,* existe unha alternativa ao grao de cereais que funciona ben e é bastante común, tratase do serrín, o cal deberá ser necesariamente de frondosas. Para o cultivo en troncos tamén se empregan taquiños cilíndricos e mechóns de carpintería de madeira, os primeiros úsanse combinados con micelio en grao ou serrín e actúan como selo, os segundos introdúcense en buratos feitos a medida cun martelo. Calquera que sexa o substrato que imos a empregar debemos envasalo, hidratalo e esterilizalo, xa sexa en autoclave ou por pasteurización. Cando falábamos do cultivo en bolsas advertimos que o substrato formulado era moi atractivo para toda clase de fungos competidores, pois ben, isto é, se cabe, aínda máis certo no caso do grao de cereal, o serrín é tamén moi susceptible de contaminarse, sendo quizais os tacos e os mechóns os que corren menor risco, o cal non quere dicir que non haxa que tomar precaucións. Polo tanto débense tomar medidas eficaces que eviten a contaminación do substrato.

Cando xa temos o cultivo puro e o substrato para a reprodución preparados, procederemos a realizar a transferencia, que consiste en pasar o micelio dun medio PDA a un medio sólido. Para facelo collemos a placa de petri co cultivo nai e cun bisturí dividimos o micelio que se atopa nela en porcións, non é preciso que sexan moi grandes e unha soa placa de petri debería dar para facer unhas 12 porcións. Collemos cada unha desas porcións e colocámolas en cadanseu envase con substrato esterilizado, a continuación poñemos os envases a incubar a 20-25º C, é recomendable que as tapas dos botes teñan un burato que permita entrar osixeno e evacuar CO2, este burato temos que tapalo con algodón ou fibra de poliestireno para que non entren esporas do exterior. Unha vez que o micelio invadiu todo o substrato, está listo para empregar e normalmente lévase a cámaras de frío para mantelo inactivo ata que se vaia usar. A este micelio, obtido dun cultivo nai puro chámaselle micelio de primeira xeración.

Se desexamos obter máis cantidade de micelio como probablemente sexa o caso, podemos realizar outra operación, a multiplicación do micelio.

Basicamente o que temos que facer é preparar máis substrato e empregar o micelio de primeira xeración para sementar os novos recipientes, do mesmo xeito que fixemos cando levamos a cabo a transferencia. A continuación poñemos os novos recipientes a incubar ata que estean colonizados por completo. O micelio resultante é micelio de segunda xeración. Dende logo podemos continuar realizando este proceso, obtendo micelios de terceira, cuarta e quinta xeración, pero unha vez que academos esta última non debemos continuar multiplicándoo, xa que podería dexenerar. Cada recipiente de micelio pódese usar para inocular moitos recipientes, xa que só precisamos unha pequena cantidade de micelio para lograr a infestación de cada un deles, polo que este proceso é exponencial, co micelio nai cultivado nunha soa placa de petri podemos acadar moitos kg de micelio de quinta xeración.

Micelio de shiitake medrando sobre cereal

Todos estes procesos supoñen un risco de contaminación moi elevado, polo que normalmente se levan a cabo en laboratorios especializados, os produtores profesionais de cogomelos normalmente mercan o micelio. Tamén é posible facelo na casa, pero debemos ter en conta que é moi posible que moito do micelio que preparemos se contamine. Para evitalo podemos tomar certas medidas que dan bastante bo resultado: temos que usar luvas; mascara para evitar que o noso alento traslade esporas ó substrato no que traballamos; traballar nun lugar limpo onde non haxa correntes de aire, se podemos pulverizalo cunha disolución de lixivia mellor; desinfectar as nosas maos e as

ferramentas que vaiamos a empregar con alcohol; ter á man un chisqueiro de alcohol é moi útil para esterilizar o bisturí entre operacións e ademais pódese empregar para crear unha corrente de aire quente que afaste ás esporas do lugar de traballo; un elemento que é altamente recomendable é unha glovebox se podemos dispoñer dunha ou construíla; e recorda que as placas de petri que empregues deben estar esterilizadas. É importante que sexamos moi limpos, meticulosos e coidadosos ó realizar estes traballos, no momento en que nos relaxemos e moi posible que xurdan problemas.

Non é posible gardar o micelio para a reprodución de semente de xeito indefinido, sen embargo a súa conservación en cámara de frío aumenta moito o tempo durante o que é viable, xa que as baixas temperaturas retardan o desenrolo do micelio, este queda como inactivo, pero o seu crecemento nunca chega a deterse por completo, polo que é necesario producir cogomelos a partir dos cales obter un novo cultivo puro periodicamente.

2.3.3.2. Formatos de micelio

O micelio podemos atopalo á venda en laboratorios especializados, pódese achar medrando sobre diversos substratos e estar presentado en diversos formatos.

Os máis comúns son o micelio en grao e o micelio en serrín, estes podemos atopalos en formato sinxelo, no que o micelio se atopa medrando na masa do substrato, é posible que estea apelmazado, polo que deberemos disgregalo na medida do posible para facilitar a inoculación, normalmente este tipo de micelio aplícase cunha ferramenta chamada inoculador. Ambos tipos poden ser empregados en calquera clase de cultivo.

Bolsa de 3kg de micelio de shiitake sobre grao de mijo

Os mencionados no parágrafo anterior, tamén se atopan en formato pellet, é dicir, xa sexa micelio en grao ou en serrín, é colocado en moldes para crear pellets de micelio prensado que son sinxelos de empregar e non se precisan inoculador; só se empregan no cultivo en troncos.

Un dos últimos formatos que recentemente apareceron no mercado, consiste nunha especie de pellets con forma de dedal que veñen pechados en bolsas de plástico individuais e que traen incorporado un selo de polipropileno, tamén están pensados para o cultivo en troncos e non precisan nin inoculador nin selado, polo que facilitan moito a labor de inoculación.

Para o cultivo en troncos existen varias modalidades de micelio en anacos de madeira, o máis empregado é o “dowell”, que consiste en mechóns de carpintería infestados, este formato non precisa inoculador, senón que os mechóns son introducidos cun martelo en buratos feitos á medida.

O formato de cilindros de madeira curtos está pensado para unha inoculación mixta en troncos, na que empregaremos micelio en grao para empezar a encher os buratos, rematando coa introdución a martelo dos cilindros que actuarán a modo de tapadeira, para levar a cabo a inoculación precísase inoculador e martelo.

Tacos de madeira infestados con micelio de shiitake

2.3.3.3. Almacenamento e viabilidade do micelio

A conxelación mata o micelio, do mesmo xeito que as temperaturas superiores ós 60º C, normalmente gardase o micelio en cámaras de frío a unha temperatura de 2º C, deste xeito pode permanecer inactivo por períodos longos de tempo. Recoméndase a súa utilización nun período de 6 meses pero pode chegar a aguantar máis dun ano. Antes da utilización do micelio para a inoculación ou reprodución, debemos activalo de xeito que comece a medrar a través do substrato onde o poñamos o máis rápido posible, para conseguir isto basta con sacalo da cámara e deixalo a temperatura ambiente durante unha semana. Polo mesmo motivo non deberíamos ter problemas co micelio que merquemos durante o transporte, xa que non é necesario mantelo refrixerado, simplemente chegará a nós en estado activado ou semiactivado, dependendo de canto tempo pase ata que chegue ás nosas mans, unha vez que o teñamos podemos metelo en cámara ou no refrixerador ata que o empreguemos, ou deixalo a temperatura ambiente ata que estea totalmente activado.

2.3.3.4. Seleción de cepas

Cando falamos de árbores froiteiras, por exemplo, todos sabemos que dentro dunha mesma especie existen multitude de variedades, pois ben, cos fungos ocorre o mesmo, só que en lugar de chamarse variedades denomínanse cepas. Do mesmo xeito que ocorre coas froiteiras, a elección da cepa que imos cultivar e unha decisión que debemos meditar detidamente.

Os cogomelos de distintas cepas poden ter características morfolóxicas diferentes, das cales a máis identificable soe ser a cor do sombreiro, isto pode ter certa relevancia, e algúns poden ser realmente fermosos, pero son máis importantes outras diferenzas como os patróns de crecemento, a produtividade, a resistencia dos cogomelos á humidade, as datas nas que frutifican e as temperaturas entorno ás que se desenvolven ben.

Na produción en bolsas con substratos sintéticos, quizais o factor máis importante sexa a temperatura á que o micelio se desenvolve axeitadamente, xa que nos permite reducir o gasto de enerxía das cámaras de cultivo seleccionando cepas axeitadas para temperaturas similares ás do lugar de cultivo. Este tipo de cultivo non depende das estacións para a produción, pero se eliximos cepas con rangos de temperatura moi diferentes dos locais, os nosos custos enerxéticos serán máis elevados.

Na produción en troncos a selección de cepas é especialmente importante, xa que se trata dun cultivo ao aire libre. Debemos seleccionar aquelas cepas que sexan máis axeitadas para as condicións climáticas dos campos de cultivo, especialmente as temperaturas medias ao longo do ano. Neste tipo de cultivo os cogomelos saen soamente durante certos meses, polo que o cultivo simultáneo de cepas con diferentes rangos de temperatura é un factor estratéxico, que permite ampliar o período de meses do ano no que se producen cogomelos.

As cepas dos cogomelos comestibles que se cultivan xeralmente están clasificadas segundo a temperatura máis axeitada para o cultivo, deste xeito temos: cepas de temperaturas altas ou de climas quentes, cepas de temperaturas baixas ou de climas fríos, e cepas de amplo rango, que están nunha posición intermedia entre as dúas primeiras. Un cultivador que empregue cepas dos tres tipos pode estender o seu período produtivo ata cubrir case todo o ano, pero hai que ter en conta que as condicións do lugar de cultivo permitan o uso dos tres tipos de cepas.

A seguinte táboa describe algunhas das cepas de shiitake que se cultivan en Norte América. Se ben é dubidoso que se poida atopar micelio destas cepas no mercado español, pódenos servir de exemplo para comprender o rango de eleccións das que se dispón nun país onde o cultivo de shiitake está ben desenrolado, mentres que en España a maioría dos laboratorios produtores de micelio só dispoñen de micelio de unha única cepa de shiitake.

Nome da cepa	**Temperatura de frutificación**	**Características**
Cepas de amplo rango		
Wr46	12.6-23.6º C	Vai ben en zonas con noites frías e climas quentes Repouso breve entre oleadas A calidade reséntese co exceso de humidade
West wind	12.6-23.6º C	Funciona mellor que outras cepas de amplo rango con tempo seco Repousos curtos entre oleadas nos troncos xoves
Double jewell	12.6-23.6º C	Produce mellor con noites frías e días cálidos Tolera mellor a humidade que outras cepas de amplo rango
Native harvest	7.15-23.6º C	Produción natural abundante no final do verán e o outono, reponde ben á produción forzada nestas datas Ornamentación característica no sombreiro

Cepas de climas quentes		
Night velvet	12.6-26.4º C	Produce maiores frutificacións en troncos vellos que as cepas de amplo rango no verán É a mellor cepa para pradairos
WW70	9.9-26.4º C	Excelente produtor de outono cun período de produción longo Especialmente boa para colleitas no outono tardío en zonas orientadas ó sur
Bulochka	8.8-25.3º C	Vai ben en zonas moi húmidas Funciona ben en interior
Cepas de climas frios		
Bellwether	8.8-17.6º C	É a que frutifica máis cedo de tódalas de climas fríos Sombreiro de excepcional beleza Produce moito na primavera
Miss happiness	6.6-19.8º C	Excelente produtor de outono Períodos de produción longos en primavera e outono
Snow cap	6.6-19.8º C	Gusta de humidade alta durante o inverno en áreas orientadas ó sur Pódese realiza-la produción forzada cun sistema fog Unha das primeiras cepas de climas fríos en ser cultivada
Chocolov	4.4-16.5º C	Produce as primeiras e últimas frutificacións da campaña
Jupiter	1.3-12.6º C	Produce as primeiras e últimas frutificacións da campaña

As cepas de shiitake de climas quentes teñen un rango de temperatura de 10ºC a 29º C e frutifican nun rango de 8.8º C a 26.4º C, normalmente a calidade dos cogomelos é mellor que en cepas de amplo rango durante os meses máis quentes; son as máis axeitadas para o cultivo sobre madeiras semiduras; o período de incubación vai de 9 a 12 meses. As de climas fríos teñen un rango de temperatura de 7º C a 20.9º C, frutificando nun rango de 1.6º C a 19.8º C, os cogomelos de cepas desta categoría soen ter un aspecto impresionante, boa textura e bo sabor, pero non responden tan ben como as outras dúas categorías á produción forzada, aínda que en lugares de cultivo con temperaturas elevadas poden ser regados en inverno cando a temperatura é axeitada para a frutificación, estimulando produciónss abundantes; en lugares con temperaturas baixas podemos esperar produciónss concentradas no principio da primavera e o outono; o período de incubación vai de 9 a 12 meses. As cepas de amplo rango teñen un rango de temperatura de 12.5º C a 23.5º C, e frutifican nun rango de 7º C a 23.5º C, responden ben á produción forzada cando a temperatura é a axeitada para a frutificación, pero a produción e a calidade dos cogomelos pode diminuír con temperaturas elevadas e altos índices de humidade; o seu período de incubación é máis curto que o das outras categorías, de 6 a 12 meses.

Hai moitas cepas de shiitake dispoñibles, e poden variar considerablemente en canto á duración do seu período de incubación, a morfoloxía dos cogomelos e a súa adaptabilidade ós diferentes tipos de madeira. Algunhas delas poden ser moi precoces, chegando a frutificar ata tan só 14 días despois da inoculación en substratos sintéticos enriquecidos, como describe Paul Stamets no seu libro Growing gourmet and medicinal mushrooms.

2.4. O cultivo de shiitake sobre troncos

O cultivo sobre troncos é unha opción económica de implantar, moi respectuosa co medio ambiente, flexible e aplicable tanto a pequena como gran escala.

A continuación descríbense as técnicas materiais e métodos necesarios para o cultivo de shiitake sobre troncos, se ben son igualmente aplicables a outros cultivos de cogomelos que se alimentan de madeira.

2.4.1. A madeira para o cultivo

Os fungos saprófitos xilófagos atacan principalmente ós polisacáridos, celulosa, hemicelulosa e lignina de tecidos vexetais mortos. O cogomelo de ostra e o shiitake, dúas das tres especies máis cultivadas no mundo, pertencen a esta categoría.

Cada fungo deste tipo ten as súas preferencias a cerca da madeira da que prefire alimentarse, o shiitake é un fungo da podremia na madeira recen morta e en estado natural é común atopalo sobre árbores accidentados, árbores que estaban sans ata que sufriron algún percance que provocou a súa morte; prefire as madeiras duras, sobre todo *Pasiana Spp.* e *Quecus;* alimentase principalmente da celulosa e da hemicelulosa, pero co tempo acaba atacando

tamén á lignina; é un fungo saprófito puro e só en moi raras ocasións se ten atopado medrando sobre árbores vivas.

En xeral a madeira pro cultivo de cogomelos debe proceder de árbores que estean sans no momento da corta; os diámetros dos troncos máis apropiados van de 12 a 20 cm; débese realiza-la corta na época axeitada pouco antes da inoculación e temos que manipular e desramar os troncos do xeito adecuado. Ademais debemos ter en conta que as condicións do lugar onde medra unha árbore poden afectar ó contido en nutrientes dos troncos, e que a mellor madeira para cultivar cogomelos é a que medra en lugares fértiles. As ramas que proveñen de restos de poda poden ser empregadas para o cultivo sempre que sexan tratadas adecuadamente e se corten na época de repouso invernal.

Segundo que madeira se empregue, pode variar a produción de cogomelos en cada oleada, o número de oleadas, o tempo de incubación, e o tempo que tardarán os troncos en esgotarse e deixar de producir, e incluso pode afectar ó sabor e ó tamaño dos cogomelos, tamén pode haber diferenzas na capacidade de reter auga dos diferentes tipos de madeira, polo que uns poden requirir máis rega ca outros. É importante empregar a madeira máis axeitada que sexa posible, pero tamén é importante aproveitar os nosos recursos, a maioría das madeiras de frondosas son aptas para o cultivo.

2.4.1.1. Tipos de madeira

En primeiro lugar, advertir que a madeira das coníferas non é axeitada para o cultivo de cogomelos, xa que contén elementos, en especial as resinas, que inhiben o desenrolo do micelio dos fungos. En xeral a madeira das frondosas é apta para o cultivo, con algunhas excepcións, como no caso de *Robinia Pseudoacacia* que posúe potentes antifunxicos. É moi común usar aquela madeira da cal se dispón, pero certamente algunhas son máis axeitadas ca outras.

A madeira das frondosas podemos clasificala segundo a súa dureza, que é un dos aspectos máis relevantes para o cultivo de cogomelos, cada especie de fungo ten as súas preferencias e funciona mellor con unhas ou con outras. Deste xeito temos madeiras duras como o carballo, madeiras semiduras como o castiñeiro, e madeiras brandas como o olmo. O shiitake prefire madeiras duras, especialmente fagaceas, sobre todo as do xénero *Quercus*, mentres que o cogomelo de ostra desenrolase ben en madeiras brandas.

Outros parámetros importantes son o ratio samo-cerna, o grosor da cortiza e a densidade da madeira. O shiitake medra mellor sobre madeiras densas, con altos porcentaxes de celulosa con respecto á lignina e cortizas fortes; é importante que escollamos troncos cunha ampla sección de samo, xa que o micelio, ó comezo, precisa carbohidratos para medrar, e é no samo onde se atopan os azucres máis inmediatamente dispoñibles, ademais de que o nivel de humidade é moi superior ó da cerna; os troncos con cortizas grosas teñen unha capacidade maior de reter auga que os que teñen cortizas finas e son

máis axeitados para o cultivo, ademais as cortizas finas poden resultar danadas con facilidade polo que o seu manexo require maiores coidados.

O tempo durante o que os troncos serán produtivos e a duración do período de incubación vense afectados polo tipo de madeira que se empregue, así como polo diámetro dos troncos. O micelio de shiitake coloniza máis axiña as madeiras semiduras, polo que cando medra sobre elas o período de incubación é menor e entra antes en produción; neste tipo de madeiras podemos esperar unha primeira colleita precoz de cogomelos ós 8-12 meses da inoculación, mentres que se se empregan madeiras duras o micelio tarda máis en coloniza-lo tronco e a primeira produción pode ter lugar aos 12-20 meses da inoculación. Empregando troncos de madeira semidura de entre 12-20 cm de diámetro, estes serán produtivos durante un período de 1-3 anos, mentres que se empregamos madeiras duras o período de produción estendese ata os 2-5 anos; se se empregan troncos de diámetros inferiores a duración do cultivo e o tempo de incubación serán menores, mentres que sé se empregan troncos máis grandes ocorre o oposto. As madeiras brandas en xeral non son recomendables para o cultivo de shiitake, xa que producen poucos cogomelos e esgótanse axiña.

Das especies de árbore comúns en Galicia a máis axeitada para o cultivo sería o carballo, mentres que o castiñeiro está considerado como medianamente axeitado, a madeira do eucalipto posúe antifunxicos, polo que non se emprega, aínda que M. Garcia Rollan no seu libro “Cultivo de setas y trufas” menciona que o shiitake pode medrar sobre ela. Os pinos quedarían descartados como se dixo ó principio do capítulo. Existe pouca información a cerca das nosas variedades, abundando máis os datos referidos ás americanas e asiáticas.

Para a produción de shiitake, en xeral as especies do xénero *Quercus* son excelentes para o cultivo, tenden a ser produtivas durante máis anos e os cogomelos saen en oleadas curtas, o que facilita a recolleita. O pradairo, *Acer sacharum,* produce ben e da cogomelos de gran valor, cun sabor excelente. A madeira de *Ostrya virginiana* é igual de boa produtora que a de carballo, quizais mellor*. Carpinus caroliana* produce cogomelos impresionantes polo seu gran tamaño, sen embargo algúns cultivadores consideran que o sabor e peor que o de cogomelos cultivados noutras madeiras. Nas especies americanas de bidueiro, como *Betula lenta* e *Betula nigra*, o micelio desenvolvese ben e produce bos shiitakes. A madeira de nogueira americana, *Carya*, é colonizada máis lentamente ca outras especies, pero produce shiitakes moi apreciados. O pradairo vermello, *Acer rubrum*, tende a perde-la cortiza con facilidade, especialmente se a madeira é cortada moi tarde, tamén require máis rega de mantemento, pois perde humidade máis axiña que outras, sen embargo pode ser unha boa produtora, especialmente durante os primeiros anos sé se conserva a humidade dos troncos, recomendase usar cepas de shiitake de climas quentes para o cultivo sobre madeira desta especie.

Clasificación de especies de árbore segundo a súa viabilidade para o cultivo de shiitake			
Nome común	Familia	Xénero	Especies
Moi axeitadas			
Carballo	Fagaceae	*Quercus*	*acutissima, alba,brandisiana, crispula, dentata, garryanna, kelloggii, kerii, kingiana, mongolica, muehlenbergii, prinus, rubra, semiserrata, serrata, variabilis*
Castiñeiro anano	Fagaceae	*Castanopsis*	*accuminatisima, argentea,chrysophylla, cuspidata, indica*
Tanoak	Fagaceae	*Lithocarpus*	*auriculatus, densiflorus, lanceafolia, lindleyanus, polystachyus*
Carpe	Fagaceae	*Carpinus*	*betula, caroliniana, japonica, laxiflora, tschonoski*
Pradairo	Aceraceae	*Acer*	*saccharum*
Medianamente axeitadas			
Ameneiro	Betulaceae	*Alnus*	*glutinosa, japonica, rubra, serrulata, tinctoria*
Álamo	Betulaceae	*Populus*	*balsamifera, deltoides, grandidentata, nigra, trichocarpa*
Faia	Fagaceae	*Fagus*	
Bidueiro	Betulaceae	*Betula*	*nigra, lenta, lutea,pendula*
Castiñeiro	Fagaceae	*Castanea*	*crenata*
		Cyclobalanopsis	*acuta, glauca, salicina, myrsinfolia*
Nogueira americana	Juglandaceae	*Carya*	
Pradairo	Aceraceae	*Acer*	*rubrum, macrophyllum*
Liquidambar	Hamamelidaceae	*Liquidambar*	*styraciflua*
Tupelo	Nyssaceae	*Nyssa*	*silvatica*
Salgueiro	Salicaceae	*Salix*	*nigra*
Pouco axeitadas			
Cucumbertree	Magnoliaceae	*Magnolia*	*accuminata*
Álamo amarelo	Magnoliaceae	*Liriodendron*	*tulipifera*
Corexo	Cornaceae	*Comus*	*florida*
Maceira	Rosaceae	*Malus*	*sylvestris*
Sicómoro	Platanaceae	*Plantanus*	*occidentalis*
Pino de Virxínia	Pinaceae	*Pinus*	*virginiana*

2.4.1.2. A corta e o manexo da madeira

A madeira debe ser cortada durante o período de repouso invernal, cando a saiba está parada e a cortiza máis cinguida ó tronco, a finais do inverno ou principios da primavera antes de que nazan as follas. Se se corta cando a saiba xa se empezou a mover a cortiza tendera a desprenderse e pode ser danada con máis facilidade. Adicionalmente as temperaturas baixas destas datas retardarán o desenvolvemento dos fungos competidores, e o contido en azucres dos troncos incrementase a medida que baixa a temperatura, un proceso que as árbores comezan para evitar a conxelación. Os troncos cortados ó principio do outono terán moitos menos nutrientes que os cortados despois de que as follas se tornen encarnadas, xa que o nitróxeno das follas verdes móvense ó tronco antes de que estas caian. A data máis recomendada é o principio da primavera cando a madeira aínda está en repouso e as temperaturas comezan a ser adecuadas para o desenrolo do micelio, posto que a inoculación débese levar a cabo o antes posible trala corta de xeito que se minimice o risco de contaminación. Tamén podemos cortar os troncos durante o inverno e almacenalos ata a primavera, pero teremos que tentar non telos expostos ao sol e os ventos de xeito que manteñan altos niveis de humidade, nin tampouco colocalos directamente no chan para que non se enlamen.

Durante as operacións de corta debemos ser coidadosos para danar a cortiza o menos posible, xa que a boa conservación desta é un factor moi importante para o cultivo. A cortiza evita a perda de humidade, illa ó micelio dos cambios bruscos de temperatura, defende o tronco dos fungos competidores e estimula a produción de cogomelos. Cada tronco é produtivo durante un período prolongado de tempo, normalmente varios anos, e a cortiza é unha protección que debemos conservar tanto como nos sexa posible, aínda que ó final acabará por deteriorarse.

Despois de corta-la madeira imos a desramala, pero non realizaremos os cortes a carón do tronco senón que imos a deixar unha porción das ramas que será cortada máis adiante, cando se preparen os troncos para a inoculación, de xeito que os fungos competidores que penetren polas feridas sexan eliminados. A continuación deixaremos repousar a madeira durante un período de 10-15 días antes de preparala para a inoculación, durante este tempo a árbore acabará de morrer e perderá algo de humidade, o cal favorece o desenrolo do micelio, xa que sé se inocula antes, as defensas químicas naturais da árbore poderían estar aínda activas inhibindo o crecemento do fungo. Cando se corta a madeira, o seu porcentaxe de humidade ronda o 60%, mentres que o nivel máis axeitado para o cultivo de shiitake está entre o 30% e o 45%, a deshidratación leve durante este período mellora as condicións da madeira para o cultivo e debilita a resistencia da mesma contra o micelio, permitindo un mellor desenrolo deste.

2.4.2. A inoculación

Durante a fase de inoculación é cando imos a sementar a madeira co micelio do fungo que desexamos cultivar, para levala a cabo debemos realizar diversas operacións ata que o micelio queda introducido nos troncos e protexido de xeito que poida comezar a medrar sen dificultades. É a parte do proceso de cultivo que presenta unha maior intensidade en canto ós traballos necesarios, e na que se precisará máis persoal para levalos a cabo.

Esta fase debe facerse en pouco tempo, e demanda man de obra, xa que normalmente é oportuno facer unha cadea de traballo, de xeito que as operacións se desenrolen de maneira fluída e cada tronco sexa inoculado e selado o antes posible, minimizándose así o risco de que se contamine.

Podemos dividir esta etapa en varias subfases ou procesos. Deste xeito imos comezar coa preparación da madeira, eliminando os anacos das ramas que aínda están unidos ós troncos e cortando os mesmos ás lonxitudes desexadas. A continuación realízanse as perforacións nas que posteriormente se leva a cabo a inoculación propiamente dita. Finalmente sélanse os orificios xa recheos de micelio e márcanse os troncos para poder levar un control da produción e distinguir os bloques correspondentes a diferentes anos.

2.4.2.1. A preparación da madeira

Recordemos que se dixo que despois de cortar e desramar a madeira, temos que deixala repousar un tempo, pero debemos inocular o antes posible para evitar que sexa contaminada e invadida por fungos competidores.

O primeiro que temos que facer e ir buscar a madeira, a cal probablemente deixamos tirada onde a cortamos, agora é o momento de desramar completamente os troncos e cortalos á lonxitude adecuada para o cultivo. O diámetro dos mesmos inflúe máis que a lonxitude na produción, os troncos con máis sección de samo son mellores que os troncos grosos con moita cerna, os troncos con diámetros de 5 cm ou máis pequenos esgótanse rápido, producen pouco e é difícil controlar o seu nivel de humidade. Os mellores diámetros para o cultivo son aqueles de entre 10- 20 cm, e normalmente cortarémolos a unha lonxitude de 1 metro, estás dimensións fan que o tronco sexa manexable durante as tarefas do cultivo; os troncos máis grosos podemos empregalos igualmente, pero é aconsellable cortalos máis curtos para facilitar o seu manexo; os troncos máis pequenos, ata os 5cm, tamén son aproveitables, aínda que durarán menos e produciran poucos cogomelos.

Nesta fase é moi importante que teñamos coidado de danar a cortiza o menos posible, tanto durante os traballos coa motoserra como no proceso de carga e transporte cara o lugar de inoculación. A corta dos troncos ás lonxitudes desexadas facilita as labores de carga e descarga da madeira polo que normalmente se leva a cabo no monte.

2.4.2.2. A inoculación dos troncos

A mellor data para a inoculación é a comezos de primavera. Aínda que podemos inocular en calquera data, o verán debemos evitalo xa que hai pouca humidade, e o micelio non medra ben coas baixas temperaturas propias do inverno. É debido a que os troncos deben ser colonizados o máis rápido posible polo micelio do fungo que queremos cultivar, que a primavera é a mellor data, xa que se dan as condicións máis axeitadas para o seu desenrolo.

Previamente aos traballos de preparación da madeira, temos que asegurarnos de que o micelio que escollemos para inocular está activado, para conseguilo, basta sinxelamente con deixalo unha semana a temperatura ambiente, no caso de que nolo teñan enviado, debemos ter en conta o tempo que pasou na viaxe, a non ser que viñese refrixerado. É importante que o micelio estea activado, xa que dese xeito comezará a medrar colonizando o substrato máis axiña o cal reduce as posibilidades de que se instalen organismos competidores nos nosos troncos.

E aconsellable que o lugar onde se van a realizar os traballos de inoculación estea protexido das correntes de aire, da acción directa do sol, e que non sexa un foco de contaminantes en si mesmo, é dicir, non escollas un sitio onde haxa leña vella ou madeira podre, nin cerca do composteiro, busca un lugar limpo e seco.

Imos precisar algo no que colocar os troncos cando traballamos con eles, pódennos servir uns cabaletes coma os que se usan frecuentemente para cortar a leña , pero é máis práctica unha mesa de inoculación, moi sinxela de construír e ideal para a cadea de traballo, xa que permite traballar comodamente cos troncos e pasalos facilmente dun operario a outro. Basicamente é un marco rectangular sostido por varias patas, normalmente un operario traballa nun dos extremos tradeando os troncos, entón pásalle o tronco ó segundo operario que está dentro do marco inoculando, cando remata con un, pásallo ó terceiro operario que está no outro extremo realizando o selado dos buratos de inoculación, finalizando a cadea de traballo. Tamén precisaremos algúns útiles, ferramentas, e acceso á electricidade.

O proceso de inoculación desenrolase en varios pasos sucesivos, e normalmente o máis axeitado e montar unha cadea de traballo, como se mencionou anteriormente, de xeito que cada tronco sexa inoculado e selado o antes posible. Os traballadores que participen nos traballos de inoculación deberán empregar luvas e mascara para evitar contaminar o cultivo. Se os troncos que imos empregar non teñen a suficiente humidade, menos do 40%, debemos somerxelos en auga de 1 a 3 días antes de realiza-la inoculación.

O primeiro paso do proceso de inoculación consiste en practicar cun trade unha serie de buratos nos que despois sementaremos o micelio. Para esta operación precisaremos un trade, se imos inocular moitos troncos é aconsellable ter un trade de alta velocidade (4000 a 8000 rpm) ou ben converter unha radial nun trade de alta velocidade (hai que quita-la garda e poñerlle unha peza que temos que mercar), o noso trade debería dispoñer de freo para regular a

profundidade (tamén hai freos á venda para acoplar ó nosos trade) e debemos empregar unha broca de avellanado con guía do diámetro axeitado. O diámetro e a profundidade dos buratos vai a depender de que tipo de inóculo empreguemos, en xeral serán buratos de 1cm de diámetro e 2cm de profundidade, se empregamos pelletts ou “dowell” (mechóns de madeira para carpintería) os buratos terán que ser do diámetro axeitado para que entren xustos e debemos ter coidado de regular ben a profundidade de xeito que non sobresaian e que non quede unha bolsa de aire baixo eles, xa que dificultaría a medra do micelio. Os buratos imos a facelos en filas ao longo do tronco seguindo un patrón de tresbolillo, comezarase a tradear a uns 3-5cm do borde e entre buratos haberá unha distancia de 15-40cm, as filas estarán separadas entre si por 3-10cm, imos facer tantos buratos como sexa necesario ata encher o tronco seguindo este patrón. A decisión de espazar máis ou menos os buratos entre si ten que tomala o cultivador, basicamente cantos máis buratos fagamos máis rápida será a colonización dos troncos polo micelio, o cal pode influír un pouco no tempo de incubación, sen embargo o micelio supón un custe para o cultivador polo que o mellor é buscar un equilibrio para lograr unha boa colonización sen gastar demasiado. Algúns artigos recomendan facer buratos extra ó redor das feridas que presenten os troncos, por exemplo, onde se desramaron ou onde sufriron feridas por accidente, o obxectivo desta actuación é conseguir a rápida colonización da ferida e evitar así que poidan instalarse organismos competidores. É aconsellable ter á man un recipiente con alcohol onde ir somerxendo a broca entre fila e fila de buratos, para eliminar posibles contaminantes.

Unha vez que un tronco está tradeado, pásaselle ó operario encargado da inoculación, o cal encherá cada burato cun pouco de micelio. Se se empregan pellets ou “dowell” este paso é moi sinxelo, basta con introducilos cun martelo, pero sé se emprega micelio en grao ou en serrín é mais complicado, podemos levalo a cavo á man, pero tardase moito e os riscos de contaminación son maiores que se empregamos un inoculador. Un inoculador manual costa uns 70E e consiste nun aparello con forma de tubo que recolle o substrato por medio dun embolo e permite a súa dosificación, hai dous modelos, o que se emprega con unha soa man, activando o embolo co polgar, e o que se usa coas dúas mans, activando o embolo con unha mentres suxeitamos o tubo coa outra, dos dous parece que o mellor é o de dúas mans xa que o outro acaba fatigando ós operarios. Tamén existen pistolas de inoculación as cales contan cun depósito onde se coloca o micelio e levan unha cinta de polipropileno, a pistola enche os buratos co micelio e despois coloca un selo de polipropileno, polo que esta máquina é unha innovación recente moi eficiente, a cal de feito fai dous pasos do proceso de inoculación á vez. Recentemente tamén apareceron no mercado unha especie de pellets de micelio que veñen en bolsas de plástico individuais e traen o seu selo de polipropileno, de xeito que ó empregalos tamén realizamos os dous pasos á vez.

Cando os troncos xa foron inoculados, temos que selar os buratos, polo que pasamos o tronco ó operario que se ocupa desta tarefa.

2.4.2.3. O selado e o etiquetado dos troncos

Fai non moitos anos existía o costume de selar os troncos usando cinta americana ou similar, pero hoxe en día empregase parafina para queixo ou ben cera de abella, xa que estas dúas últimas opcións deben estar en estado líquido para ser aplicadas, e polo tanto quentes, o que fai que maten os contaminantes, aínda que tamén poden provocar a morte dunha pequena porción de micelio que está na parte superior do burato. A cortiza dos troncos debe estar seca, de outro xeito a cera podería desprenderse. Para manter a cera ou a parafina quente, precisaremos unha pequena cociña eléctrica e unha pota; para aplicala pódense empregar diversos utensilios, en América soen utilizar un utensilio tipo embolo, pero tamén se pode empregar unha brocha, ó parecer as sintéticas tenden a derreterse polo que é mellor usa-las naturais. Ademais de selar os buratos, podemos selar tamén as feridas, minimizando o risco de contaminación, algúns incluso selan as caras dos troncos.

O último que nos queda por facer é marcar os troncos, xa que deste xeito evitaremos confundirnos con troncos inoculados en anos diferentes, ou ben con troncos inoculados con cepas distintas que poidamos estar cultivando simultaneamente, tamén debemos deixar uns cantos troncos marcados como troncos testemuña para poder determinar a humidade dos mesmos durante a incubación e saber así cando regar.

2.4.3. A incubación

O proceso de incubación, tamén chamado “spawn run”, é a fase do cultivo na que temos que poñer maior atención, de xeito que o micelio medre e se desenrole axeitadamente ata coloniza-los troncos por completo. Para acadar isto debemos tentar aportarlles as mellores condicións posibles, polo que debemos buscar un lugar axeitado para poñer os troncos, o campo de incubación, e facer un seguimento activo do seu progreso. A produtividade dos troncos depende de como de ben se estableza o micelio de shiitake durante a fase de incubación.

2.4.3.1. O campo de incubación

Un dos factores máis importantes é a conservación da humidade dos troncos, o cal debemos ter en conta ao seleccionar o lugar para o campo de incubación, deberá ser un sitio abrigado dos ventos e protexido da acción directa do sol para evitar a deshidratación dos troncos. A perda de humidade é un dos nosos maiores inimigos, xa que o que realmente queremos é ter humidade no interior dos troncos pero a cortiza seca, dado que isto crea un medio menos adecuado para a proliferación de fungos competidores, ademais as regas frecuentes favorecen a estes organismos, polo que é preferible facer regas esporádicas. As zonas que se quentan axiña despois dunha choiva e se volven demasiado húmidas son máis susceptibles á contaminación, mentres que as zonas onde soe haber vento despois das choivas fan que os troncos se resequen con facilidade. Non debemos usar áreas que foran empregadas recentemente para cultivar shiitake, nin lugares situados cerca delas, xa que os contaminantes e as pragas tenden a afincar nestes sitios. Os entornos naturais que

proporcionan unha protección axeitada dos raios do sol son os montes, parece que os máis axeitados son os de coníferas, mentres que os de árbores de folla caduca tenden a contaminarse máis por culpa das follas e con frecuencia dan demasiada sombra; por exemplo, a sombra aportada polos carballos sería demasiado densa, atrasando o crecemento do micelio. Tamén podemos empregar unha maia de sombreo do 80% para protexer os troncos do sol.

A temperatura ideal para o crecemento do micelio de shiitake ronda os 22-26º C, a acción directa do sol pode elevar a temperatura dos troncos ata os 35º C, o que causa danos por calor ó micelio; cando a temperatura baixa dos 15º C redúcese o desenrolo do micelio, neste caso cubrir as pilas de troncos con plástico é unha medida efectiva para conservar o calor.

2.4.3.2. Tempos de incubación

O proceso de incubación dura ata que o micelio colonizou por completo o substrato e está totalmente establecido, normalmente entre 6 e 12 meses, dependendo da cepa que utilicemos, da cantidade de micelio que inoculamos e das condicións atmosféricas. Podemos esperar que os troncos de madeiras duras tarden máis en entrar en produción, uns 10-18 meses, mentres que os troncos de madeiras brandas deberían entrar no período de produción moito máis axiña. Un bo xeito de saber como progresa a infestación dos troncos consiste en observar as caras dos mesmos, cando o tronco está colonizado estas deberían estar brancas, cubertas de micelio.

2.4.3.3. Métodos de amontoado

Outro factor a considerar é o xeito de amontoar os troncos, existen varios formatos usados habitualmente, coma o “frame”, “crib”, “lean to”, “bulk” e “triangle”. Existen diferenzas entre eles en canto á aireación, a conservación da humidade, a exposición ao sol e as choivas, e o espazo que requiren. Sexa cal sexa o método de amontoado que se empregue, debemos evitar coloca-los troncos no chan para que non se enlamen, o máis común, é poñer na parte de abaixo da pila troncos sen inocular, pero tamén se poden usar pallets ou similares. O sistema “frame” consiste en colocar os troncos no chan en posición horizontal apoiados nun listón formando un ángulo de entre 45-60º, é a forma de amontoado que se emprega tamén na fase de produción, unha das vantaxes deste sistema é que a choiva cae todo ao largo do tronco, polo que o contido de humidade dos troncos é moi homoxéneo, tamén aporta boa aireación. O sistema “lean to” foi desenrolado en Xapón para a súa utilización en terreos con pendentes pronunciadas, prové a mellor exposición á choiva e ao sol de todos os sistemas de amontoado, consiste en colocar os troncos case en posición horizontal normalmente apoiados noutro tronco que descansa sobre a pendente, fanse capas de troncos separadas por outro tronco colocado en perpendicular, só temos que coidarnos de que as pilas de troncos formen un ángulo de 45-60º co chan. O sistema “triangle” consiste en colocar os troncos sobre o chan formando un triangulo e a continuación ir facendo capas de triángulos opostos, este método prové máis exposición ao sol e a choiva que o “crib” e conta con moi boa aireación. O sistema “crib” é moi empregado xa que

permite a acumulación de moitos troncos en pouco espazo, consiste en ir colocando filas de troncos unhas sobre outras, perpendiculares entre si e nas que a separación entre troncos é igual ó diámetro dun tronco, este sistema provoca que dentro das pilas se creen microclimas os cales fan que os troncos do exterior e o interior da pila teñan niveis de temperatura e humidade desparellos. Por ultimo, o sistema “bulk”, tamén chamado “firewood”, é empregado fundamentalmente para aforrar espazo, consiste en colocar os troncos uns sobre os outros facendo longos montóns de varias capas; sepáranse os troncos uns de outros con pequenos listóns de madeira, xa que se os troncos se tocan entre si, o micelio medra pegándoos e provocando que se desprenda a cortiza cando se moven; con este sistema tamén hai diferenzas nos niveis de humidade e temperatura dos troncos, xa que os do interior estarán máis fríos e máis húmidos, ademais parece ser que este sistema favorece a aparición de *trichoderma,* un fungo contaminante; non é recomendable empregar este sistema en inverno, xa que os troncos pasarán frío reducíndose a taxa de crecemento do micelio.

Normalmente os troncos van a ser amontoados varias veces ao longo do proceso de cultivo, cada sistema de amontoado ten as súas vantaxes, e é o cultivador o que terá que valorar as condicións que se dan nos campos de cultivo en cada momento para decidir cal deles empregar ou se debe cambiar de un a outro. En xeral podemos dicir que os sistemas que aportan máis ventilación son axeitados para amontoar troncos mollados, mentres que os sistemas máis densos son axeitados para troncos secos. Debemos ter especial coidado durante os 2 primeiros meses despois da inoculación, xa que é un período critico no que o micelio está comezando a medrar.

Un exemplo de como actuar podería ser o caso de Corea, onde normalmente se inocula cando o tempo aínda é frío e seco, inicialmente colócanse os troncos en sistema “bulk” e despois de 2 meses, cando o micelio medrou uns 20cm a través da madeira, cambian a sistema lean to ou “crib”, realizan o resto do período de incubación con esta modalidade de amontoado e finalmente pasan a “frame” para a fase de produción.

2.4.3.4. Sistema de rega e períodos de rega

O porcentaxe de humidade dos troncos non debe baixar do 30%, xa que valores inferiores fan que se deteña o crecemento micelio, a porcentaxe de humidade dos troncos debería manterse entre o 45% e o 30% en todo momento, se baixa demasiado debemos regar; a taxa de crecemento do micelio tamén pode diminuír despois das choivas debido ó exceso de auga. Para realiza-las labores de rega basta con un sistema por aspersión, pero hai que ter en conta que o campo de incubación debe ter acceso á auga.

Para determinar cando os troncos precisan ser regados é fundamental coñecer o porcentaxe de humidade que teñen, ó parecer os cultivadores expertos poden sabelo sinxelamente collendo os troncos e calculando intuitivamente segundo o seu peso, pero existe un método para determinar o nivel de humidade con máis precisión. Para poder saber o porcentaxe de humidade

temos que cortar un disco de madeira de uns 2 ou 3 cm de ancho do centro de cada un dos troncos testemuña e pesalo, este vai a ser o peso mollado para os nosos cálculos; a continuación, colocamos o disco nun forno durante 12 horas a uns 92º C e despois pesámolo, este vai a ser o peso seco; para calcular a porcentaxe de humidade dese tronco testemuña aplicamos a seguinte formula: peso mollado menos peso seco, o resultado dividido polo peso mollado, e o resultado multiplicado por 100. Para levar un control da perda de humidade dos troncos temos que pesar os troncos testemuña cada certo tempo, con eses datos podemos saber a porcentaxe de humidade perdida polos troncos aplicando a seguinte formula: peso inicial do tronco menos peso actual do tronco, o resultado dividido polo peso orixinal do tronco, e o resultado multiplicado por 100; a medida que os troncos se descompoñen vólvense máis lixeiros, polo que debemos recalibrar o peso orixinal dos troncos testemuña cada 6 meses, para o cal temos que somerxelos en auga e deixar que escorran, despois pésanse e empregase este novo dato como peso inicial, o novo peso inicial debería ser menor que o peso inicial orixinal. En xeral cando os troncos perderon máis do 10% de humidade precisan ser regados. Recordemos que cada tronco testemuña determinado só é representativo para troncos do mesmo diámetro e da mesma especie.

Cando os troncos se están secando, o micelio perde vitalidade e os troncos son máis susceptibles á contaminación, se as regas non se aplican correctamente poderíase potenciar o desenrolo destes organismos. As regas breves e lixeiras tenden a favorecer aos competidores sen subir o nivel de humidade dos troncos de xeito significativo, en cambio os períodos de rega demasiado prolongados poden provocar a acumulación de auga baixo a cortiza e facer que esta se desprenda prematuramente. Son preferibles as regas espazadas, e deberemos esperar como mínimo 24 horas entre elas. En rega por aspersión non debemos superar as 8 horas, e o sistema de rega nunca debe estar conectado de noite. Se a humidade dos troncos pasa a ser excesiva debemos aportar aireación ós troncos, por exemplo cambiando o sistema de amontoado.

2.4.4. A produción

A fase de produción é a máis prolongada de todas durante o cultivo. En realidade trátase dun período o máis ben dunha serie de períodos nos que os troncos producen cogomelos no que se chaman oleadas de produción.

A baixada das temperaturas, a abundancia de humidade e a exposición á luz son os factores máis importantes que inducen a produción de cogomelos. O cambio repentino das condicións ambientais é o que provoca que o micelio pase dunha fase de crecemento vexetativo a unha fase reprodutiva. O primeiro paso da fase reprodutiva, tamén chamada “pinning”, é a formación dos primordios, unhas masas de micelio redondeadas de uns 2-5 cm de diámetro que se forman na cortiza dos troncos. Normalmente a formación dos primordios ocorre uns 3-5 días despois de forzalos, a temperatura máis axeitada para a formación dos primordios varía entre cepas, pero normalmente ronda os 15-25º

C. Os cogomelos medrarán e desenrolaranse rapidamente a partir dos primordios, normalmente en 5-9 días.

Durante a súa formación e ata que son recollidos, os cogomelos son fráxiles e quizais debamos protexelos, os ventos fortes e o clima frío poden inhibir o crecemento dos carpóforos, e os cogomelos expostos a condicións de conxelación durante o seu crecemento poden deixar de medrar ou desenrolar unha textura desagradable. Tamén é recomendable protexer os cogomelos das treboadas, en especial nos 2-3 días anteriores á colleita, xa que os cogomelos mollados teñen menos valor. Cubrir os troncos cunha manta de rafia ou similar pode ser unha medida efectiva para protexer o cultivo, pero son moitos os que prefiren realizar a fase de produción nun invernadoiro para evitar complicacións.

Os troncos que xa produciron, debemos colocalos a repousar ata que lles toque producir de novo ese ano ou ata a temporada seguinte se xa rematou o seu ciclo produtivo na campaña actual. Para os períodos de repouso precísase un lugar de características análogas as do campo de incubación e teremos que controlar os parámetros de humidade, exposición ao sol, vento e choiva da mesma maneira, executando regas cando sexa preciso. As fases de produción e repouso sucédense repetidamente ano tras ano para cada tronco ata que quedan esgotados.

En certo momento comezaremos a notar que os troncos producen menos cogomelos e de menor tamaño en cada oleada, os troncos tamén comezarán a ter aspecto de gastados, perdendo a cortiza, con moi pouco peso e sendo atacados por cada vez máis competidores, son os síntomas de que eses troncos están esgotados e é o momento de retiralos do cultivo. Podemos reciclalos para empregar en xardinaría como xa se ten comentado anteriormente, pero tamén podemos colocalos nun campo a parte, sen mantemento a excepción de recoller algúns cogomelos de vez en cando, ou ben podemos desfacernos deles doutro xeito, queimándoos por exemplo. Se nalgún momento do cultivo observamos que algún tronco está sendo invadido por fungos competidores tamén debemos retiralo da zona de cultivo e destruílo ou deixalo nunha zona a parte onde non poida contaminar aos troncos sans do cultivo.

A produción esténdese dende o final da fase de incubación, cando a aparición das primeiras oleadas de cogomelos marca a entrada en produción, ata que os troncos quedan extenuados polo esgotamento dos nutrientes, a perda da cortiza protectora e os cada vez máis intensos ataques de competidores, o que provoca a dexeneración do micelio e sinala o fin do período produtivo. Normalmente podemos esperar que os troncos de madeiras brandas sexan produtores durante 2-3 anos, mentres que se falamos de madeiras duras, os troncos deberían de manterse en produción durante uns 4-5 anos.

2.4.4.1. Os campos de produción e repouso

Unha vez que os troncos foron forzados (ver apartado seguinte), ou ben cando se achega o período de produción natural, debemos colocalos en posición de produción. A estratexia de amontoado máis axeitada para esta fase é a tipo “frame”, que xa foi descrita no apartado adicado á incubación. Os troncos colocarémolos nun campo de cultivo con características similares ó campo de incubación, se queremos podemos empregar incluso o mesmo emprazamento, pero debemos ter en conta que non debemos cultivar shiitake no mesmo sitio onde xa se cultivou, pero si que podemos empregar o campo de incubación ano tras ano, xa que os troncos que se colocan alí están recen cortados e non deberían ser un vector de contaminación. Polo tanto quizais desexemos establecer un campo de produción a parte para seguir empregando o campo de incubación.

Neste campo de produción debemos reservar espazo para colocar os troncos cando se atopen en fase de repouso entre dous períodos produtivos. Os troncos deben repousar un mínimo de 40 días entre períodos produtivos no mesmo ano, pero tamén teñen un período inactivo, no que non hai produción debido á adversidade das condicións durante os meses máis cálidos e máis fríos do ano.

2.4.4.2. A produción forzada

En condicións naturais, cada cepa de shiitake produce cogomelos cando se dan as condicións axeitadas, ó achegarse as datas nas que os nosos troncos deben de producir, temos que colocalos en posición de produción e esperar a que saian os cogomelos. Sen embargo é posible provocar a produción fora destas datas aplicando a técnica do shock térmico, basicamente o que facemos é simular as condicións que estimulan a frutificación, a isto chamáselle produción forzada. Esta técnica empregase para estender o tempo de produción dos troncos e concentrar a produción en oleadas máis curtas, normalmente os produtores profesionais fan uso dela en lugar de permitir a frutificación natural.

O momento axeitado para comezar a forza-los troncos vai a depender da cepa que esteamos a cultivar, algunhas cepas de climas fríos poden ser forzadas a producir a finais de primavera ou principios de verán, mentres que as cepas de amplo rango e as de climas quentes normalmente deben ser forzadas durante o verán ou o principios de outono.

Para provocar a produción de oleadas de cogomelos aplícase a técnica do shock térmico, tamén coñecida como a técnica do shock frío, que normalmente se leva a cabo somerxendo os troncos en auga fría. Imos a precisar dispoñer de algún lugar axeitado para realizar esta operación, normalmente un tanque ou similar que conte cunha tapa ou algún outro medio para manter os troncos somerxidos, xa que de outro modo aboiarán e non absorberán a suficiente

auga. Os troncos deben quedar somerxidos de 12 a 72 horas, a capacidade de absorción e retención de auga varía de unhas especies de madeira a outras así como coa idade do tronco, en xeral os troncos xoves e as madeiras máis densas precisan períodos máis prolongados, pero normalmente non se deixan os troncos na auga máis de 24 horas. Unha vez somerxidos, a auga reempraza ó aire nos troncos e provoca que suban burbullas cara a superficie, os troncos deben ser retirados antes de que as burbullas deixen de formarse, os troncos deixados demasiado tempo no tanque, ou os que se retiren demasiado pronto, non acadarán o seu total potencial produtivo. Normalmente empregaremos auga o máis fría posible, pero podemos citar como excepción as cepas de climas fríos, a maioría das cales non responden ben a esta técnica, en troques, algunhas delas poden ser forzadas a producir durante o inverno somerxendo os troncos en auga morna.

Unha vez que retiremos os troncos do tanque, debemos colocalos en posición de produción, sistema “frame”, onde comezarán a secar, o cal estimula a formación dos primordios e da paso a unha oleada de produción.

2.4.4.3. Calendario de produción

A pesar de que a produción de cogomelos se produce cando se dan na natureza as condicións axeitadas, o cultivo simultáneo de cepas de diversos rangos de temperatura e a aplicación da técnica de shock térmico permiten adaptar e estender a produción ata cubrir a maior parte do ano. En concreto a técnica do shock permítenos controlar moito a produción, podemos decidir cando e que troncos van a producir, mentres que a utilización de cepas de diversos rangos é unha cuestión estratéxica co obxectivo de estende-la produción a máis meses do ano.

Cada tronco forzado produce unha oleada de cogomelos, a cal tarda en estar lista para ser colleitada entre 10 e 15 días tras a aplicación do shock térmico, e despois o tronco debe repousar durante polo menos 40 días antes de que o micelio metabolice os suficientes polisacáridos para soportar unha nova oleada.

O plantexamento dende o principio na selección de cepas dunha estratexia adecuada, e a planificación dun calendario de produción que teña en conta os tempos do cultivo pode estender e optimizar moito a nosa capacidade para colocar cogomelos no mercado.

Un bo exemplo de como realizar isto sería o seguinte: durante a selección de cepas decídese inocular unha parte dos troncos con cepas de climas fríos e a outra parte con cepas de amplo rango; deste xeito imos a deixar que os troncos con cepas de climas fríos frutifiquen naturalmente, o cal debería ocorrer nos meses de marzo, abril, outubro e novembro; os troncos con cepas de amplo rango imos a forzalos a producir nos meses máis cálidos, de maio a setembro, en 7 grupos que se alternan cada 7 semanas, cada grupo vai a permanecer 9 días producindo e 40 días descansando, de xeito que na oitava semana cando o ultimo grupo rematou de producir, o primeiro grupo está listo para ser forzado de novo continuando o ciclo ata que cada tronco foi forzado unhas 3 veces. A

duración real do período de produción en cada ano vai a depender das condicións atmosféricas, pero como acabamos de ver, cunha planificación axeitada, teoricamente podemos producir cogomelos durante 9 meses ó ano, quedando tan só os máis fríos, decembro, xaneiro e febreiro como período improdutivo.

2.4.4.4. A colleita

Os cogomelos de shiitake deben ser recollidos cando a apertura do sombreiro se completou entre un 50% e un 70%, o cal ocorre pouco despois de que o velo que cobre as láminas, que está entre o estipe e o sombreiro, se rompe. Os cogomelos podemos colleitalos asíndoos polo pe, tirando e torsionando ata que se desprendan do tronco, ou ben cortándoos a ras da cortiza cun coitelo, non debería quedar ningunha porción do estipe no tronco e o cogomelo debería ter un pouco de madeira na base do pe. Se quedasen partes do pe do cogomelo no tronco debemos recortalas cun coitelo ou unhas tesoiras para evitar que se contamine o cultivo.

2.4.4.5. A conservación

O shiitake en fresco ten unha duravilidade de 3 días, unha vez que foron recollidos, os cogomelos seguiran medrando empregando as súas reservas de alimento nun intento de completar o seu ciclo, para reducir o seu deterioro ó mínimo debemos refrixeralos tan pronto como sexa posible baixando a súa temperatura a entre 0.5º C e 1.65º C, non debemos permitir que se conxelen xa que resultarían danados. en condicións ideais os cogomelos de shiitake poden ser conservados durante unha semana sen problemas, pero despois deste tempo as súa características deterióranse axiña e poden perder ata o 1% do seu contido en humidade por día. Os sistemas de almacenamento baixo atmosfera controlada tamén son moi efectivos, un ambiente con 40% de CO2 e 1-2% de O2 pode manter a frescura do shiitake ata 4 veces máis tempo do normal a 20º C. Recordemos que o shiitake é un cogomelo excelente para deshidratar, adquirindo unha recendo e un sabor únicos.

2.4.5. Enfermidades pragas e defectos

Os cultivos de cogomelos son especialmente sensibles ós ataques durante a fase de incubación, e non se pode empregar tratamentos fitosanitarios neles, xa que tanto o micelio como os cogomelos tenden a absorber e acumular todo tipo de elementos do entorno e do substrato sobre o que medran, en especial partículas pesadas. Debido a isto, cando o ataque é moi forte non queda máis remedio que destruír os bloques afectados para evitar que se estenda ó resto do cultivo.

Os ataques máis graves son aqueles que afectan ós bloques de cultivo, que como se dixo, poden chegar a ter que ser destruídos. Dado que esta medida supón a diminución do potencial de produción, débese evitar no posible a contaminación mediante o uso de medidas preventivas.

Unha das cuestións máis relevantes nun cultivo de cogomelos sobre troncos é a preservación da cortiza, xa que esta é a principal barreira fronte ós ataques, ademais tamén ten un gran efecto na conservación da humidade dos troncos, o cal indirectamente afecta á susceptibilidade dos mesmos de ser contaminados, xa que os troncos que perderon a cortiza sécanse máis axiña de xeito que o micelio perde vitalidade e ten menos capacidade de enfrontarse ós competidores.

O selado dos buratos de inoculación é outra medida fundamental para evitar a contaminación, recordemos que o micelio que se emprega como semente se acha medrando sobre medios extremadamente nutritivos e polo tanto resulta moi atractivo para todo tipo de enfermidades e pragas.

Tamén podemos selar as feridas deixadas ó eliminar as ramas, ou as producidas por accidentes durante os traballos de corta e preparación da madeira. Os cantos dos troncos son outras dúas feridas moi obvias que podemos considerar tapar, pero gastase bastante parafina nelas.

Como contrapartida, cabe sinalar que a parafina ou a cera empregadas como selo poden tamén ser atacadas. Ós ratos, cervos e esquíos gústalles a cera, polo que si sufrimos os ataques destes animais deberemos tomar medidas para afastalos.

2.4.5.1. Enfermidades

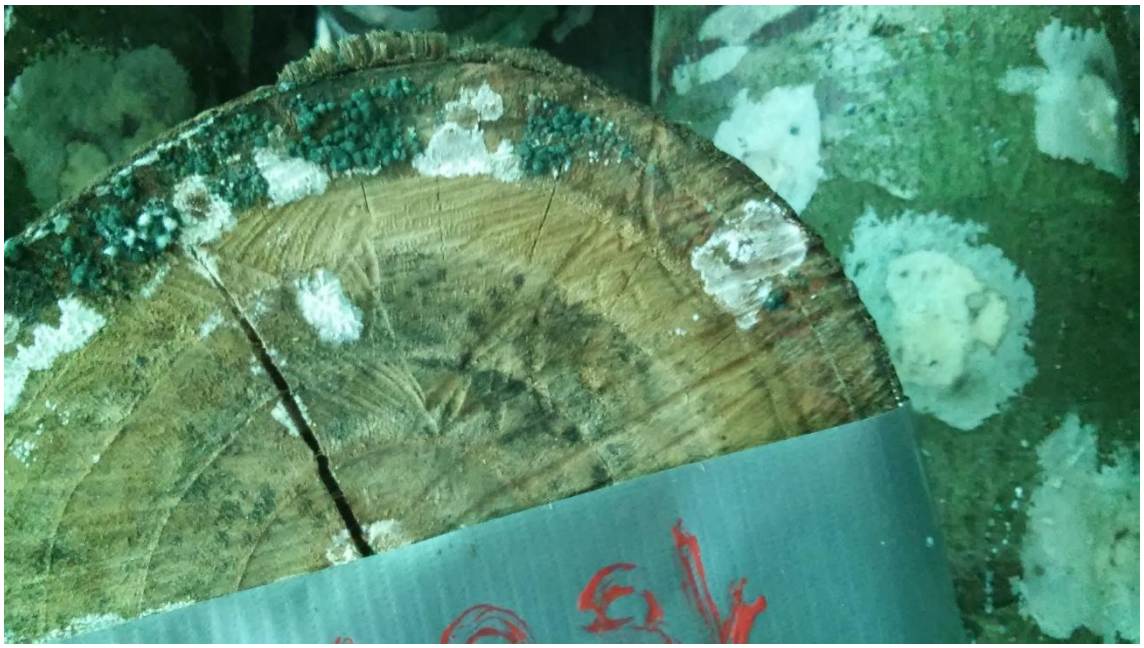
As principais enfermidades que afectan a un cultivo sobre troncos son ataques de outros fungos saprófitos que poden desprazar ó micelio de shiitake, ou retrasar o seu desenrolo. Estes organismos atacan a madeira e ou a cortiza dos troncos, así como o micelio que foi inoculado, se queda ó descuberto, e o micelio que se ache exposto na superficie dos troncos (por exemplo nos cantos dos mesmos). En troques os cogomelos raramente son atacados por fungos unha vez que superan a fase de primordio no seu desenrolo.

Hypoxylon spp. É un fungo xilófago que se desenrola formando colonias de cor verde amarelenta sobre a madeira, aparece en primavera medrando sobre os cantos dos troncos e avanzando cara a cortiza, e pode chegar a frear o crecemento do micelio de shiitake.

Bulgaria spp. É un fungo que resulta máis molesto que daniño, forma cogomelos case esféricos de cor marrón escuro sobre a cortiza dos troncos, pero non ten efectos significativos sobre o cultivo.

A cola de pavo, *Coriolus spp.,* moi común, compite co shiitake polo espazo es os nutrientes, pero non é tan agresivo como *Hypoxylon spp.*

Trichoderma spp., que constitúe *s*en dúbida a enfermidade máis grave dos cultivos de shiitake, tratase dun moho de cor branco nun principio, pero que se volve verde coa esporada, é moi común e pode causar grandes danos no cultivo, os troncos que presenten este fungo sobre a cortiza deben ser apartados do cultivo e destruídos para que non contaminen ó resto.



Trichoderma atacando micelio de shiitake

2.4.5.2. Pragas

As pragas dos cultivos de cogomelos afectan principalmente ós carpóforos, pero os troncos tamén poden ser, en ocasións, obxectivo de certos insectos xilófagos. O micelio recen sementado e a parafina ou a cera empregada como selo, son así mesmo susceptibles de ser atacados por ratos, esquíos e cervos.

Os parrulos, esquíos, ratos, cervos, xabarís e outros animais grandes poden sentirse atraídos polos cogomelos, pero os invertebrados son as principais pragas que atacan ós corpos frutíferos de shiitake.

Os trips, *Frankliniella occidentalis.*, poden chegar a ser un problema importante sobre todo en cultivos a gran escala, sé se permite a súa proliferación. Aliméntanse das esporas, e poden ser detectados nas láminas dos cogomelos antes da recolleita. O seu control supón un problema xa que non podemos atacalos con fitosanitários.

As especies de caracois, *Helix.*, e babosas, *Limaco.,* provocan danos menores, ás veces son un problema oculto, xa que se agochan entre os troncos durante o día e saen para devorar os cogomelos con voracidade pola noite. O seu control levase a cabo con molusquicidas, algúns cultivadores aconsellan mesturar un pouco de comida para gatos como atraínte para facelos baixar das pilas de troncos.

Babosa sobre cogomelo de shiitake

Danos causados por Helix que poden pasar desapercibidos

2.4.5.3. Defectos

Durante o seu desenrolo, os cogomelos poden adquirir certos defectos que os fan inadecuados para a súa comercialización ou ben que modifican o seu valor.

Cando os cogomelos de shiitake medran raquíticos, con pes excesivamente longos e sombreiros pequenos, o problema está na falta de aireación, xa que aínda que o micelio pode soportar altos niveis de CO2 no ambiente, os cogomelos non son tolerantes a elevadas concentracións deste gas, medrando defectuosamente. Para solucionar este problema é necesario aumentar a taxa de renovación de aire no campo de cultivo, incrementar un pouco a luminosidade tamén axuda. Os cogomelos con este defecto non son aptos para a comercialización, pódense reciclar mediante a deshidratación, pero aínda así, o pequeno tamaño do sombreiro fai que o rendemento sexa moi pobre.

Falamos de shiitakes desmesurados cando estes se deixaron medrar demasiado antes da colleita, os sombreiros son planos e anchos, o borde ondulado e incluso incurvado, ademais a súa cor pode ser máis pálida. Estes cogomelos aínda son comestibles, pero non son tan valiosos como os que teñen un

Vista de shiitake desmesurado

aspecto máis fresco. Moitos cultivadores elixen deshidratar os cogomelos desmesurados ou danados.

As fendas no sombreiro son provocadas pola deshidratación dos cogomelos cando estes se están empezando a desenrolar tras a fase de “pinning”, a carne de cor branco aparece e medra entre as fendas facendo que se asemelle a unha flor. En Asia a estes cogomelos chámaselles “hua gu”, e son moi apreciados tanto en fresco como deshidratados, xa que se considera que o seu sabor é máis intenso. Moitos cultivadores do citado continente intentan deliberadamente inducir este defecto, para o cal se precisa alta humidade e temperatura elevada durante o día pero ambiente seco e temperaturas frías durante a noite.

Fendas no sombreiro de cogomelo de shiitake

O goteo de auga de xeito continuado sobre o sombreiro dos cogomelos en desenrolo provoca un defecto caracterizado por profundas depresións na

Cogomelo de shiitake afectado polo goteo continuo de auga

superficie do mesmo que presentan unha textura coriácea. Os cogomelos afectados teñen mal aspecto, e pouca textura, non son aptos para o consumo

3. Materiais e métodos

A continuación paso a describir as experiencias, materiais e métodos do ensaio de cultivo de shiitake sobre troncos que se levou a cabo nas instalacións e campos do C.F.E.A. Guísamo no ano 2018.

É importante que se teña en conta que, no momento da presentación desta memoria, o ensaio de cultivo se acha nunha fase inicial, xa se produciron as primeiras oleadas de cogomelos, pero, en teoría, aínda quedarían uns 3-5 anos para o esgotamento dos troncos, polo que a valoración final dos datos do ensaio non se pode levar a cabo de momento. Así é todo, intentei interpretar os resultados na medida do posible e expresar as miñas impresións persoais a cerca dos traballos e controis levados a cabo durante o primeiro ano do ensaio de cultivo.

Por último, cabe sinalar que parte do aprendizaxe e experiencias que axudaron a fundamentar este estudo corresponden a ensaios previos que realicei en anos anteriores, como o ensaio de cultivo de shiitake sobre troncos de castaño en saturación de 2016, o ensaio de produción de shiitake sobre madeiras galegas de 2017 promovido pola Consellería de Medio Rural, ou o ensaio de multiplicación de micelio de shiitake e de *Pleorotus ostreatus* sobre grao de centeo en 2016.

3.1. Deseño do estudo

O obxectivo principal do ensaio é comprobar se as técnicas e métodos aprendidos na fase previa de documentación dan resultado, así como identificar os problemas que poidan aparecer nos procesos de cultivo e buscar solucións para eles.

Adicionalmente realízase un proceso de recollida de datos ao longo do proceso de cultivo. A finalidade desta labor e dobre, por un lado servirá como base para controlar a perda de humidade dos troncos durante o ensaio, e po outro para valorar a produtividade e a evolución da mesma ao longo do cultivo.

Outro aspecto fundamental do estudo consiste en tentar comprobar a viabilidade de diferentes tipos de madeira para o cultivo de shiitake. Dado que as coníferas quedan descartadas por non ser aptas para o cultivo, tómanse o carballo, castaño e eucalipto como representantes das madeiras aptas para o cultivo de shiitake máis importantes de Galicia. Por tanto determínase empregar 50 troncos de cada unha destas tres especies para o ensaio, os cales serán mantidos xuntos e tratados de igual maneira, de xeito que se poida facer unha valoración comparativa.

Para a avaliación do rendemento produtivo e o control da evolución do proceso de degradación dos troncos, tomaranse medicións e faranse pesadas dos troncos, tanto ó principio como ó final do cultivo. As dimensións dos troncos

rexistraranse cos seguintes detalles: a medida da cara do tronco de diámetro superior, a medida da cara do tronco de diámetro inferior, unha medida do perímetro do tronco na súa parte intermedia, unha medida do perímetro da cara do tronco de diámetro superior, unha medida do perímetro da cara do tronco de diámetro inferior, a medida da lonxitude do tronco, e o peso do tronco. Ademais tomarase nota do peso de cogomelos producido por cada tronco en cada intento de produción forzada co obxectivo de obter datos acerca da relación entre o peso inicial dos troncos e o peso de cogomelos producidos durante o proceso de cultivo.

Como mencionei, será necesario levar un control da perda de humidade dos troncos, xa que se trata dun factor crítico, especialmente durante a fase de incubación. Para efectuar este control imos aplicar un programa de troncos testemuña, os cales serán mantidos xunto co resto do cultivo e tratados de igual maneira, pero que non serán inoculados. Escolleranse 5 troncos de cada un dos 3 tipos de madeiras, estes deberán ser de diámetros variados, procurando que sexan representativos dos diámetros dos troncos do cultivo. Estes troncos deberán ser pesados cada certo tempo para poder seguir a progresión da perda de humidade nos troncos, o cal resulta fundamental para saber cando aplicar os períodos de rega.

O correcto etiquetado dos troncos será básico para poder levar a cabo as labores de seguimento e toma de datos sen atrancos. Establécese un código sinxelo para a marcaxe, en primeiro lugar sinálase o ano de inoculación cun numero de dous díxitos, en segundo lugar indícase a especie de madeira cunha letra (Q para carballo, C para castaño, e E para eucalipto), e en terceiro lugar numéranse os troncos con dous díxitos. Os troncos testemuña identifícanse cunha T que vai despois da letra que indica a especie de madeira. Deste xeito a etiqueta dos trocos rezará, por exemplo, 18C08,18Q32, 18E13,etc, mentres que no caso dos troncos testemuña será, po exemplo, 18TC02, 18TQ05, 18TE01, etc.

3.2. O micelio e a elección de Cepas

O micelio para a inoculación mercouse en Gurelan S.L., un laboratorio especializado de Pamplona. Por desgracia soamente dispoñían de micelio de shiitake de unha única cepa, sen embargo manifestáronme a súa disposición a cultivar micelio de outras sé se lles enviaba algúns cogomelos da cepa desexada.

A cepa coa que se realizou a inoculación chámase “Donko”, e trátase dunha variedade de shiitake que pertence á categoría de cepas de amplo rango de temperatura. Segundo me informaron no laboratorio é unha das cepas de shiitake máis cultivada en España, xa que parece ser que se adapta ben ás nosas condicións.

En canto ó formato do micelio, trátase de grao de mijo infestado e envasado en bolsas de polipropileno con filtro microporos de 3 kg. Foi enviado por transporte ordinario e gardado en cámara refrixeradora a 2ºC ata 10 días antes da

inoculación, momento no que se sacou da cámara e se deixou a temperatura ambiente para que se activase.

Caixa de bolsas de micelio de shiitake

Bolsas de micelio de 3 kg

3.3. Madeira

No que respecta á madeira , a de castaño e carballo adquiriuse en Boibel forestal S.L., un viveiro galego ó que se lle deron indicacións específicas con

respecto ó corte e manexo dos troncos. A de eucalipto foi aportada polo C.F.E.A. Guísamo, procedente dos campos do centro.

Madeira recepcionada do viveiro esperando a inoculación

Os troncos de castaño son dun hibrido de *Castanea sativa* con *Castanea crenatta*, os de carballo de *Quercus robur*, e os de eucalipto son *Ecaliliptus glóbulus.*

A corta realizouse de xeito planificado uns 15 días antes da inoculación, o 4 e 5 de febreiro, a madeira desramouse parcialmente e deixouse repousando ata o seu traslado o lugar de inoculación.

Tarefas de transporte da madeira ó lugar de inoculación

Empregáronse para o cultivo, troncos de diámetros comprendidos entre os 10 e os 30 cm, os cales foron cortados a unha lonxitude de 1 metro, aproximadamente, medida que permite un fácil manexo durante as labores de cultivo.

Aínda que o plantexamento inicial era empregar 50 troncos de cada especie, finalmente algúns dos que se prepararan para o cultivo tiveron que ser descartados por non ter o diámetro mínimo, por presentar feridas vellas e infectadas, ou por posuír formas retortas que poderían dificultar o manexo durante o cultivo. Deste xeito finalmente forman parte do ensaio de cultivo 45 troncos de castaño, 49 troncos de carballo, 38 troncos de eucalipto, e 5 troncos de cada especie para o programa de troncos testemuña.

Nas seguintes táboas preséntanse os datos que foron tomados con respecto ás medidas e pesos dos troncos ao inicio do cultivo.

Tronco	Perímetro superior cm	Diámetro superior cm	Perímetro medio cm	Diámetro inferior cm	Perímetro inferior cm	Lonxitude cm	Peso kg
18c01	22’6	5’4	21’3	6’7	21	106’9	1’800
18c02	21’6	6’2	21’8	4’4	15’6	102’2	1’775
18c03	44’8	14’2	41’6	10’5	36	107’6	13’525
18c04	51’6	18	49’8	13’5	42’5	108’8	18’100
18c05	42’5	13’5	41’3	10’9	36	106	11’075
18c06	57	18’7	48’6	14’3	45’2	104’5	18’025
18c07	52	15’9	49’5	14’7	48	108’8	18’750
18c08	46	14’2	45	12’8	46’8	109’6	15’825
18c09	55	17’4	43’5	13’1	42	108’4	14’275
18c10	36	10’7	31’8	8’2	27	107	6’525
18c11	64’2	20’3	56’3	16	52	108’3	24’850
18c12	37’2	11’2	30’8	8’5	28	108’5	8’325
18c13	22’8	7	19’5	6	19’9	107’2	1’675
18c14	52’5	17’1	46’5	13’5	43	108’5	16’075
18c15	43	14	42’5	13’7	41’5	105’8	12’775
18c16	47’9	15	48	13’6	43’2	104	14’375
18c17	42’5	13’3	36	8’8	28	106’3	10’250
18c18	43’6	13’1	38’6	10’9	35’3	111	9’775
18c19	27’2	8	22’5	5’8	20	106’4	2’300
18c20	39	13’5	30’6	9’3	30’2	107	5’875
18c21	30	9’5	23’3	6’5	22	109’4	3’675
18c22	40’8	12’8	39	10	39	106	9’375
18c23	55’5	17’1	49’5	16	51	110	18’200
18c24	46	14	36’6	10’6	36’4	107’5	9’625
18c25	38’5	12’6	36’5	9’3	31’2	105’5	7’975
18c26	29’8	9	27’4	7’2	24	108	4
18c27	31’1	9’5	25’2	7	23	108’6	4’050
18c28	65	22’5	51’2	15’8	49’2	108	21’600
18c29	56’5	18	49’3	14’3	46’1	105’5	19’025
18c30	30	8’6	26	8	26	106’6	3’800
18c31	29’2	9	28	8	27’1	104’9	4’025
18c32	46’5	14’2	45’5	14’1	45	109’5	14’275
18c33	46’8	14’2	42	12’1	40	109’2	11’750
18c34	51	16	46’5	15’2	47’3	107’2	14’250
18c35	41’5	13’1	39	12	37	105’5	9’825
18c36	29’2	8’7	27	8’4	27’8	110’5	4’500
18c37	35’6	11	35	9	39’3	107’8	7’175
18c38	27’6	8’2	25	5’8	20	109	3’525
18c39	59	19	51’5	15	48	105’2	20’025
18c40	56’6	17	50	14’2	47’6	107’8	16’900
18c41	36	10’9	31’9	9’2	31	105’2	6’500
18c42	29’2	9’1	28’5	6’8	22’1	111’7	4’825
18c43	24	7’2	23’7	6’6	22	108’1	2’325
18c44	35’8	12	34’5	9’2	29’7	105’3	7’050
18c45	55’1	17’1	49	14’3	47	107’5	16’925
18tc01	27	8’5	23	6’6	22	97’1	2’550
18tc02	37’5	12	36’5	11	32’4	101	7’400
18tc03	49’3	15’4	41	12’3	39’3	101	13’350
18tc04	49’6	15’5	45	12’7	40’3	101’2	14’075
18tc05	73	21	59	19’2	56’2	103’8	26’875

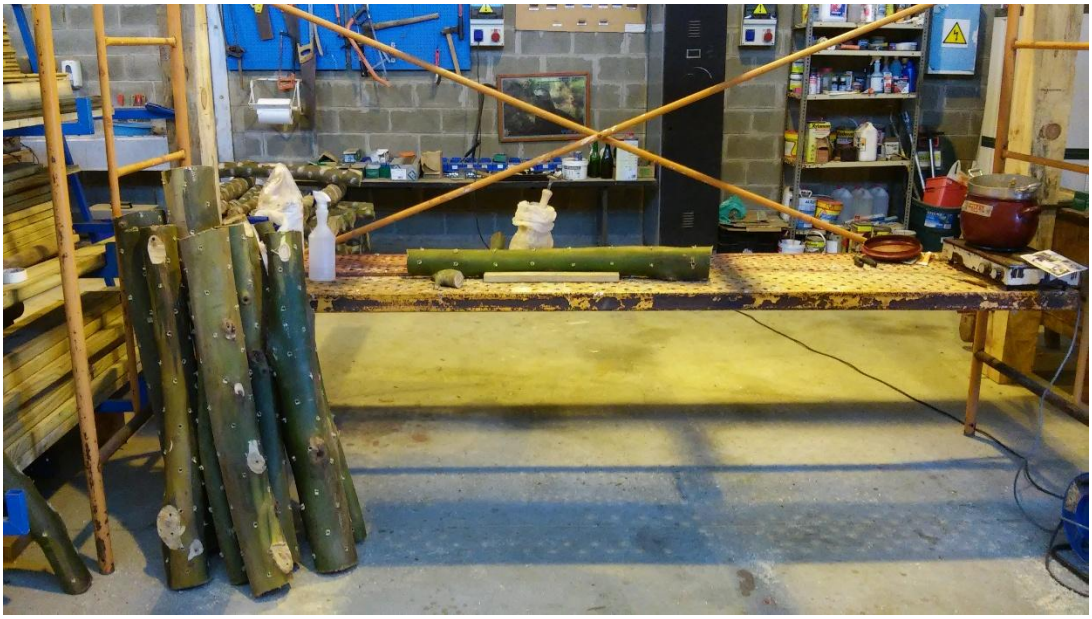
Tronco	Perímetro superior cm	Diámetro superior cm	Perímetro medio cm	Diámetro inferior cm	Perímetro inferior cm	Lonxitude cm	Peso kg
18q01	30’1	9’6	29’5	8’1	25’6	103’6	5’725
18q02	33’5	10	28	6	21	106’5	5’375
18q03	27’8	8’5	21’5	7	21’5	116	3’675
18q04	23’3	7’5	21	6’5	21	108	2’550
18q05	33	10’3	30	9	29	104’5	6’475
18q06	35	11’4	32’5	9’6	31	106’6	8’100
18q07	38’3	12’2	32’5	9’8	31	106	9’350
18q08	26	8	21	5’5	18’5	106’5	2’600
18q09	39’5	12’5	38	9’5	32	109	10’325
18q10	30’6	9’5	31’3	8’4	27’5	113’3	7’625
18q11	29	9	26’5	8	25’8	103	4’325
18q12	34’2	11	31’2	9’5	29	112’5	7’975
18q13	27’8	8’5	27	6’2	20’8	108’3	4’150
18q14	23	7’8	20’8	5’5	18	107’3	2’275
18q15	25’5	7’4	24’3	23’1	7	108’5	4’075
18q16	23’3	6’8	20’2	6	22	108’4	2’900
18q17	31	9’8	29’6	8’3	26’3	113’1	6’100
18q18	25’5	8	23’6	5’2	18’2	109’5	3’600
18q19	53’8	16’1	47’5	15’5	51’5	108’6	20’875
18q20	30	19’3	28	18’9	27’5	111’3	6’350
18q21	36’6	11’3	33’5	9’8	31	112’8	10’050
18q22	31’3	9’6	29’2	8’2	27’6	109	6’600
18q23	22’5	6’5	20’5	6’5	21	108	2’175
18q24	24	7’5	23’3	6	23	109’3	3’450
18q25	22’3	6’8	20’5	6	20	108	2’250
18q26	41’5	14’2	39	11’2	36	106	13’425
18q27	31’5	9’3	29’2	7’5	24’5	106	4’850
18q28	25’3	7’5	24	7	22	109	3’800
18q29	37	11	34	10	32’5	108	8’350
18q30	36’6	11’5	33	10	32’5	104’8	8’825
18q31	45	14’3	42	12’5	38’6	106’4	14’425
18q32	50	16	47’5	13	43’3	107’7	18’925
18q33	35’5	11	35	9’2	31’8	106’5	9’100
18q34	43	13	38	10	32’5	110’5	13’200
18q35	28’3	8’4	25	7’2	24’8	108’8	4’575
18q36	26	8	23’3	6’5	21’8	112’1	4’075
18q37	28’4	9’5	22’5	6	22’6	105	4’125
18q38	33	10	25’5	7	24’5	108’5	5’850
18q39	22	7	20’5	5’2	18’8	105	3’325
18q40	33’5	10’4	30’3	8’5	28’5	110	7’375
18q41	26’5	8’5	24	7’8	23’8	106’5	3’525
18q42	35’9	11’5	34’6	9	30’7	111’5	9’225
18q43	26	8’6	24’3	8’4	26	106’5	4’075
18q44	31	9’5	30’2	7’2	24’5	105’4	6’150
18q45	30’6	9’3	27’8	7	24’4	110’2	6’025
18q46	27’5	8’2	23	7	21’8	104’2	3’150
18q47	24’9	7’5	21’5	5’2	18	109’3	3’175
18q48	38’4	12’2	36’6	10	33’2	107’5	10’250
18q49	42’4	13’6	41’1	12’9	39’3	106’4	14’475
18tq01	31	10	28’8	7’2	24’5	98’2	5’625
18tq02	23	7’2	23	6’1	21’1	101’2	3’125
18tq03	37’5	12’4	24’8	7	24’2	106’2	4’550
18tq04	39’8	14’2	34’2	9’7	31	105’4	9’375
18tq05	53	18’6	13’2	¿?????	42’5	90’6	17’100

Tronco	Perímetro superior cm	Diámetro superior cm	Perímetro medio cm	Diámetro inferior cm	Perímetro inferior cm	Lonxitude cm	Peso kg
18e01	51’5	16’5	49	15	49	101’9	20’925
18e02	38	12’1	33’3	11	33’5	103’6	10’400
18e03	39’5	13	37’8	10’6	32’8	101	12’300
18e04	35	11’8	33	9	32	102	9’075
18e05	48’2	16	43	14’5	44’6	115’8	20’025
18e06	42’1	13	39’7	11’8	40’4	101	14’025
18e07	24	7’4	21	5’3	18	100	4’075
18e08	32’6	10’5	30’2	8’8	27’8	102	7’950
18e09	20’2	6’3	20	6	18	104’4	3’125
18e10	26’8	8’2	26`3	6’3	24	103’2	5’425
18e11	33’9	11	29’3	9	28’1	102’8	7’850
18e12	37’4	11’8	32’8	11’4	37	103’3	10’125
18e13	37’7	12’8	36’6	11’9	37	101’9	11’500
18e14	44’3	13’4	41’6	12’6	40’3	98’7	15’125
18e15	8	21’9	21’5	6	19’9	92’6	3’350
18e16	18’3	16’3	17’3	5	15’7	102	2’700
18e17	21’9	6’4	20’4	5’2	17’3	102’1	3’105
18e18	23’8	7’3	20’7	6’1	21’6	102’4	3’775
18e19	25’2	18	23’8	7’4	24’6	104’8	5’475
18e20	42’4	13’5	45’7	13’1	41’5	100’7	17’075
18e21	24	7’3	23’6	6’8	23’1	101	4’600
18e22	28	9	27’6	7’7	25’6	102’3	6’350
18e23	30’4	9’3	31’4	6’4	23’6	101	6’750
18e24	27’4	8’7	29’8	6’3	22’3	104	6’650
18e25	40’5	14’4	38’3	11’3	39’2	101’5	13’325
18e26	39’3	12’7	41’6	11’8	38	98’6	13’725
18e27	52	16	46	12’3	44	112	21’065
18e28	25’1	7’2	20	5’7	19’6	104’6	3’675
18e29	28’8	8’2	28	8	28’4	100’8	6’450
18e30	37’3	12	35’4	9’6	30’9	100’4	9’975
18e31	44’9	14’9	42’8	13’6	42’5	110’6	17’425
18e32	44’4	14	42’7	12’1	39’2	98’4	14’875
18e33	38	12	37	11’3	36’8	99’3	11’725
18e34	41’9	13’2	39’5	12’8	39’1	102’7	13’700
18e35	46’4	15	46’3	14’4	45’5	100’7	17’550
18e36	28’9	9	29’4	6’8	22’4	102’2	6’705
18e37	23’8	7’1	21’7	6	20’7	108’5	3’950
18e38	20’4	6’1	21’2	4’3	15’2	100’8	3’200
18te01	23’8	7’4	22	7	22	96	2’425
18te02	28’5	8’6	23’5	5’2	17’3	102	2’875
18te03	31’5	10’3	30’8	8	26’5	96’3	5’975
18te04	42	12’5	36’6	9’5	35	91’5	9’315
18te05	48	14’4	46’7	14	45’5	92’6	16’950

3.4. Inoculación.

O proceso de inoculación iniciouse o 19 de febreiro, e as labores continuaron ata o 27 deste mesmo mes, cando se rematou co proceso de sementeira e se trasladaron os troncos ó campo de incubación.

O lugar escollido para os traballos de inoculación foi o taller de carpintería do C.F.E.A. Guísamo, xa que se trata dun lugar abrigado dos ventos con espazo suficiente para desenvolver a actividade.



Lugar de inoculación

A eliminación das ramas e a preparación final da madeira levouse a cabo cunha motoserra pequena.

Preparación final da madeira

En canto ós furados para a inoculación, realizáronse empregando unha trade convencional equipada con broca de avellanado con guía e freo de profundidade. A broca foi desinfectada con alcohol sempre que se iniciou ou retomou a labor de tradeo, co obxectivo de evitar a contaminación.

Tradeo dos furados para a inoculación

Desinfeción da broca

A densidade de inoculación empregada foi alta, co obxectivo de asegurar e acelerar a infestación dos troncos. Os furados de inoculación fixéronse seguindo un patrón de tresbolillo, cun espazo de separación de uns 10 cm entre furados da mesma fila, e unha distancia de uns 3 cm entre filas. Os buratos fixéronse dun diámetro adaptado ao ancho do cilindro de micelio que aplica o instrumento de inoculación, 1 cm, mentres que o freo de profundidade da trade se fixou a 2 cm.

Troncos tradeados e listos para inocular

A inoculación levouse a cabo coa axuda dun inoculador manual, o modelo empregado foi dos que se suxeitan cunha man e se accionan coa palma da outra man. O inoculador foi desinfectado con alcohol sempre que se iniciou ou retomou a tarefa de inoculación.

Inoculador manual

Vista do cilindro de micelio que aplica o inoculador

Desinfeción do inoculador

Cadea de traballo

Proceso de inoculación

Vista dos buratos de inoculación xa recheos de micelio

Vista cercana do micelio inoculado

O material empregado para o selado dos furados de inoculación foi parafina para queixo inicialmente, pero esta esgotouse axiña, de xeito que se pasou a empregar unha mestura de cera de abella e parafina para enxertos, pero a cera esgotouse tamén, de xeito que ó final acabouse usando parafina para enxertos sen mesturar. O método para á aplicación do selado foi unha xiringa nun principio, pero posteriormente cambiouse por unha brocha.

Parafina para o selado dos furados

Selado dos furados de inoculación

Vista de furados xa selados

O etiquetado dos troncos fíxose pegándolles unha tira de cinta adhesiva sobre a que se pintou a nomenclatura correspondente a cada un. Sen embargo este sistema daría moitos problemas.

Troncos etiquetados

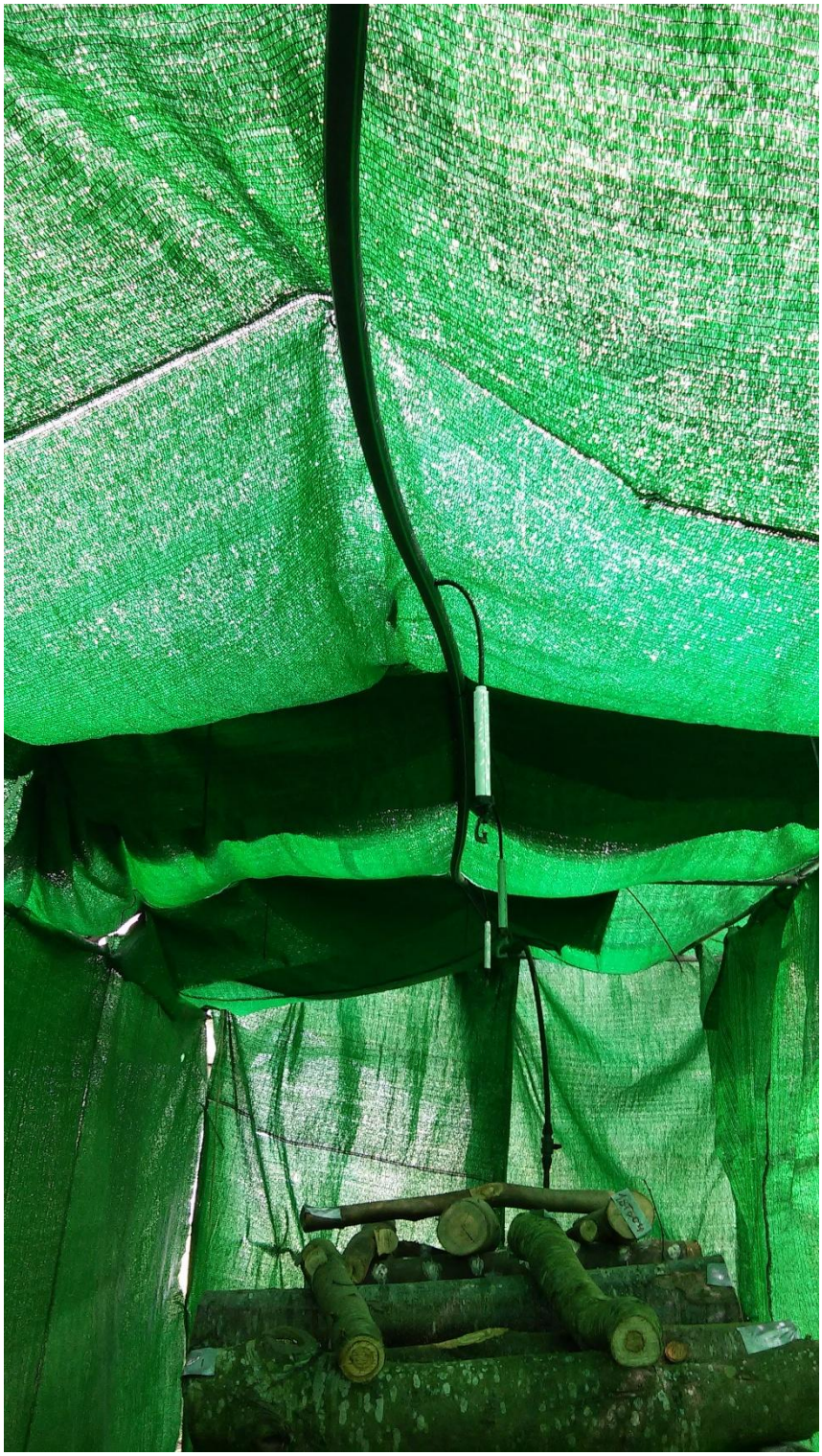
Os troncos foron almacenados no propio lugar de inoculación ata que se rematou con estes traballos e coa toma de datos, momento no que foron trasladados ó campo de incubación.

Troncos xa inoculados e selados

Toma de datos das dimensións e pesos dos troncos

3.5. Campo de incubación

O campo de incubación situouse no interior dun dos umbráculos do C.F.E.A. Guísamo. A estrutura metálica do mesmo foi empregada como soporte para a colocación dunha maia de sombreo do 80%. Tamén se instalou un sistema de rega por difusión.



Campo de incubación

Os troncos foron colocados en pilas, nun sistema de amontoado tipo “crib”, o cal é un método de características intermedias. As pilas fixéronse empregando pallets de madeira como base para evitar que se ensucien os troncos.

Troncos apilados en sistema "crib"

Cada 3 meses procedeuse a voltear os montóns de troncos reapilándoos, de xeito que se inverten as súas posicións, é dicir, os que estaban arriba acaban abaixo e os que estaban abaixo acaban arriba, etc. Con esta actuación preténdese uniformar os contidos de humidade dos troncos, xa que os que están na parte de abaixo do montón reteñen máis auga, e neles o micelio desenrólase mellor

3.6. Control da perda de humidade

O control do contido interno de humidade nos troncos resulta fundamental para establecer con precisión as necesidades de rega. É unha cuestión de especial importancia durante a fase de incubación, xa que cando o micelio está medrando precisa ter auga suficiente para o seu correcto desenvolvemento, de xeito que poida coloniza-lo tronco canto antes e se minimice o risco de contaminación por competidores.

Para levar a cabo o seguimento da progresiva perda do contido en auga dos troncos, ponse en práctica un programa de troncos testemuña, de xeito que se poida levar o control sen ter que pesar todos os troncos do cultivo. Para elo, selecciónanse 5 troncos de cada tipo de madeira, de dimensións que representen o mellor posible os tamaños dos troncos do cultivo. Os troncos testemuña serán empregados para calcular o contido inicial de humidade dos troncos, así como para seguir a evolución da mesma ó longo do cultivo.

Para calcular a humidade interna inicial, córtase un disco de madeira de un grosor de uns 2 ou 3 cm de cada un dos troncos testemuña. Estes discos pésanse e tómase nota dos resultados, os cales van a ser o peso en mollado na formula que debemos aplicar. De seguido póñense os discos a deshidratar nun forno a 92º C durante 12 horas, tralo cal son pesados de novo, estes datos van a ser o peso en seco dos troncos na formula. A porcentaxe de humidade inicial dos troncos testemuña responde ó seguinte cálculo: peso mollado menos peso seco, o resultado dividido polo peso mollado, e o resultado multiplicado por 100.

Cilindros de madeira cortados dos troncos testemuña

Desidratación dos discos no forno

Na seguinte táboa exprésanse os resultados correspondentes ós troncos testemuña ó inicio do ensaio de cultivo.

tronco	Peso do disco en mollado gr	Peso do disco en seco gr	Porcentaxe inicial de humidade %
18tc01	175’2	107’6	38’58
18tc02	261’6	153’6	41’28
18tc03	370	209	43’51
18tc04	296	162’5	45’10
18tc05	364’9	215’8	40’86
18tq01	266’7	170’1	36’22
18tq02	119’29	78’6	34’11
18tq03	360’3	251’1	30’30
18tq04	269’3	176’5	34’45
18tq05	376’7	246’4	34’58
18te01	200’9	131’8	34’39
18te02	210’3	138’7	34’04
18te03	283’7	181’9	35’88
18te04	418’7	271’5	35’15
18te05	375’6	233’7	37’77

Unha vez que se fixeron os cálculos iniciais, os troncos testemuña son levados ó campo de incubación, onde se manteñen xunto co resto dos troncos do cultivo e son manexados da mesma maneira.

Ó inicio do cultivo, e cada certo tempo durante o desenrolo do mesmo, vanse pesando os troncos testemuña e tómase nota dos resultados. Aplicando a seguinte fórmula podemos saber o porcentaxe de humidade que perderon os troncos testemuña: peso inicial do tronco menos peso actual do tronco, o resultado dividido polo peso inicial do tronco, e o resultado multiplicado por 100.

Na seguinte táboa preséntanse os datos de pesos orixinais dos troncos testemuña do ensaio.

Tronco	Peso inicial kg
18tc01	2’550
18tc02	7’400
18tc03	13’350
18tc04	14’075
18tc05	26’875
18tq01	5’625
18tq02	3’125
18tq03	4’550
18tq04	9’375
18tq05	17’100
18te01	2’425
18te02	2’875
18te03	5’975
18te04	9’315
18te05	16’950

Nas seguintes táboas exprésanse os datos do control de perda de humidade dos troncos testemuña ao longo do ensaio, as cifras en negativo indican que os troncos gañaron humidade en vez de perdela.

Data: 15 maio 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	3’5	-40%
18tc02	7’5	-1’3%
18tc03	13	2’25%
18tc04	13’5	3’5%
18tc05	25’5	4’8%
18tq01	6	7’1%
18tq02	4	-29%
18tq03	5’5	-22’2%
18tq04	9’5	-2’1%
18tq05	16’5	3’5%
18te01	3’5	-45’8%
18te02	3’5	-25%
18te03	6’5	-10’1%
18te04	10	-7’5%
18te05	17	-0’5%

Data: 27 xuño 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	3	-20%
18tc02	7	5’4%
18tc03	12’5	6%
18tc04	13	7’1%
18tc05	24’5	8’5%
18tq01	5	10’7%
18tq02	3’5	-12’9
18tq03	5	-11’1%
18tq04	9	3’2%
18tq05	16	6’4
18te01	3	-25%
18te02	3’5	-25%
18te03	6’5	-10’1%
18te04	9’5	-2’1%
18te05	16’5	2’3%

Data: 12 xullo 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	3	-20%
18tc02	6’5	12’1%
18tc03	12	9’7%
18tc04	12’5	10’7%
18tc05	24	10’4%
18tq01	6	-7’1%
18tq02	3’5	-12’9%
18tq03	5	-11’1
18tq04	9	3’2%
18tq05	16	6’4%
18te01	3	-25%
18te02	3’5	-25%
18te03	6	-1’6%
18te04	9	3’2%
18te05	16	5’3%

Data: 24 xullo 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	2’5	0%
18tc02	6	18’9%
18tc03	11	17’2%
18tc04	12	14’2%
18tc05	23	14’1%
18tq01	5’5	1’7%
18tq02	3’5	-12’9%
18tq03	4’5	0%
18tq04	9	3’2%
18tq05	15’5	9’3%
18te01	3	-25%
18te02	3’5	-25%
18te03	6	-1’6%
18te04	9	3’2%
18te05	15’5	8’2

Data: 9 agosto 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	2’5	0%
18tc02	6	18’9%
18tc03	11	17’2%
18tc04	11’5	17’8%
18tc05	22’5	16%
18tq01	5’5	1’7%
18tq02	3’5	-12’9%
18tq03	4’5	0%
18tq04	9	3’2%
18tq05	15’5	9’3%
18te01	3	-25%
18te02	3’5	-25%
18te03	6	-1’6%
18te04	9	3’2%
18te05	15’5	8’2

Data: 17 agosto 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	2’5	0%
18tc02	6	18’9%
18tc03	10’5	21%
18tc04	11’5	17’8%
18tc05	22’5	16%
18tq01	5’5	1’7%
18tq02	3’5	-12’9%
18tq03	4’5	0%
18tq04	8’5	8’6%
18tq05	15’5	9’3%
18te01	3	-25%
18te02	3’5	-25%
18te03	6	-1’6%
18te04	8’5	8’6%
18te05	15	11’2%

Data: 29 agosto 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	2’5	0%
18tc02	6	18’9%
18tc03	10’5	21%
18tc04	11	21’4%
18tc05	22	17’9%
18tq01	5’5	1’7%
18tq02	3’5	-12’9%
18tq03	4’5	0%
18tq04	8’5	8’6%
18tq05	15	12’2%
18te01	3	-25%
18te02	3	-7’1%
18te03	6	-1’6%
18te04	8’5	8’6%
18te05	15	11’2%

Data: 5 setembro 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	2’5	0%
18tc02	6	18’9%
18tc03	10’5	21%
18tc04	11	21’4%
18tc05	22	17’9%
18tq01	5’5	1’7%
18tq02	3’5	-12’9%
18tq03	4’5	0%
18tq04	8’5	8’6%
18tq05	15	12’2%
18te01	3	-25%
18te02	3’5	-25%
18te03	6	-1’6%
18te04	9	3’2%
18te05	15	11’2%

Data: 12 setembro 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	2’5	0%
18tc02	6	18’9%
18tc03	10’5	21%
18tc04	11’5	17’8%
18tc05	22	17’9%
18tq01	5’5	1’7%
18tq02	3’5	-12’9%
18tq03	4’5	0%
18tq04	8’5	8’6%
18tq05	15	12’2%
18te01	3	-25%
18te02	2’5	10’7%
18te03	6	-1’6%
18te04	9	3’2%
18te05	15’5	11’2%

Data: 28 setembro 2018		
Tronco	Peso kg	%humidade perdida
18tc01	2’6	-4%
18tc02	6	18’9%
18tc03	10’4	21’8%
18tc04	11’2	20%
18tc05	21’8	18’6%
18tq01	5’1	8’9%
18tq02	3’3	-6’4%
18tq03	4’5	0%
18tq04	8’4	9’6%
18tq05	15’2	11’1%
18te01	3	-25%
18te02	3’3	-17’8%
18te03	6	-1’6%
18te04	8’9	4’3%
18te05	15’2	10%

Cada 6 meses tras o inicio do cultivo débese realizar un recalibrado nos datos de pesos orixinais dos troncos testemuña. O que hai que facer é somerxer os troncos en auga durante 3 días, despois dos cales se sacan e se deixan escorrer. Unha vez feito isto, pésanse, e a partir deste momento empréganse estes novos datos como peso inicial dos troncos testemuña para os cálculos de perda de humidade. Esta medida ten o fin de trasladar ós troncos testemuña unha representación da perda de peso nos troncos debida directamente ó ataque do micelio de shiitake. No caso concreto deste ensaio de cultivo, o recalibrado fíxose con dous meses de retraso debido a que se tardou en conseguir un recipiente axeitado para somerxer os troncos.

Tronco	Peso inicial tras 8 meses kg
18tc01	2’9
18tc02	6’6
18tc03	10’9
18tc04	8’5
18tc05	22’2
18tq01	5’4
18tq02	3’4
18tq03	4’3
18tq04	11’9
18tq05	15’3
18te01	3’3
18te02	3’6
18te03	6’3
18te04	9’4
18te05	15’8

Troncos testemuña escorrendo tras estar somerxidos para o seu recalibrado

Mediante o control do porcentaxe de perda de humidade podemos determinar cando os troncos precisan de ser regados. Basicamente cando os troncos perderon o 10% da humidade inicial precisan rega. As regas efectuáronse en períodos de 6 horas normalmente, dúas veces á semana durante os meses de xullo, agosto e setembro.

3.7. Campo de produción

O campo de produción, de características análogas ó campo de incubación aínda que de menor tamaño, situouse igualmente no interior dun dos umbráculos do C.F.E.A. Guísamo. A estrutura metálica do mesmo foi empregada como soporte para a colocación dunha maia de sombreo do 80% e instalouse un sistema de rega por difusión.

Para a colocación dos troncos en produción en sistema “frame” precísase dun soporte, polo que o campo de produción foi equipado cuns cabaletes que sosteñen horizontalmente un listón de madeira, e que se achan reforzados por outros dous listóns na base para darlle máis estabilidade á estrutura. Os troncos colócanse alternativamente a ambos lados do listón, repousando contra el nun ángulo de entre 45º e 60º, con separación suficiente entre eles de xeito que non estorben o crecemento dos cogomelos.

Campo de producción

3.8. Produción forzada

A aplicación do shock térmico, ou shock frío, constitúe a base da produción forzada, que é o xeito máis eficaz de producir cogomelos. Para efectuala, precisase somerxer os troncos por completo en auga fría, para o cal é necesario dispoñer dun recipiente axeitado e dun método para manter os

troncos baixo a auga, xa que do contrario estes aboiarían, co cal non se conseguiría o pleno potencial produtivo na subseguinte oleada de cogomelos.

Tanque para a inmersión dos troncos

Para levar a cabo esta operación no ensaio de cultivo adquiriuse un depósito de fibra de vidro cunha capacidade de 1000 litros que foi colocado no campo de produción. O problema de manter os troncos somerxidos solucionouse, a falta dun método mellor, cortando un pallet á medida do ancho do depósito, o cal se coloca sobre os troncos para acto seguido poñerlle pesos enriba que fagan afundir o conxunto. Esta solución, se ben non moi ortodoxa, está resultando efectiva.

Troncos colocados en "frame" para a producción

3.9. Datos de produción

Polo de agora, apenas se dispón de datos relativos á produción, xa que os cogomelos comezaron a aflorar recentemente de xeito natural a mediados do mes de setembro, o cal marcou a entrada en produción do cultivo. A demora en conseguir o depósito para a aplicación da técnica de produción forzada retrasou a obtención dos datos de rendemento produtivo.

Na seguinte táboa exprésanse os datos correspondentes ós primeiros intentos de produción forzada.

Troncos forzados	Data de aplicación do shock térmico	Data do fin da oleada produtiva	Peso dos cogomelos colleitados gr
18C20	29/10/2018	20/11/2018	494
18C19	29/10/2018	20/11/2018	297
18C01	29/10/2018	20/11/2018	190
18C13	29/10/2018	20/11/2018	170
18C04	29/10/2018	20/11/2018	1722
18C17	29/10/2018	20/11/2018	1250
18C03	29/10/2018	20/11/2018	394
18Q48	8/11/2018	Non rematada	
18Q31	8/11/2018	Non rematada	
18Q43	8/11/2018	Non rematada	
18Q32	8/11/2018	Non rematada	
18Q34	8/11/2018	Non rematada	
18Q26	8/11/2018	Non rematada	
18C10	8/11/2018	Non rematada	
18C40	8/11/2018	Non rematada	
18C32	8/11/2018	Non rematada	
18C44	8/11/2018	Non rematada	
18C29	8/11/2018	Non rematada	

3.10. Colleita

As operacións de colleita dos cogomelos realizáronse manualmente, polo método de asir os cogomelos pola base do pé para acto seguido torsionalos e tirar deles, desprendéndoos da superficie dos troncos. Os cogomelos, son depositados en caixas no campo de produción para o seu transporte ata a cámara de refrixeración onde se conservan ata o seu consumo.

Ilustración da técnica de colleita

Ilustración da técnica de colleita

Ilustración da técnica de colleita

Ilustración da técnica de colleita

Colleita de cogomelos de shiitake

3.11. Conservación

Para a preservación dos cogomelos, leváronse estes a unha das cámaras refrixeradoras do C.F.E.A. Guísamo, onde se gardaron almacenados en caixas a 2ºC ata ser levados ó seu destino final.

3.12. Deshidratación e elaboración de sal de shiitake

Co obxectivo de explorar os posibles aproveitamentos dos cogomelos de shiitake, a parte do seu consumo en fresco, realizáronse sendas experiencias de deshidratación e elaboración de sal aromatizado con shiitake.

Deshidratación de shiitake

A práctica de deshidratación levouse acabo no forno deshidratador do que dispón o C.F.E.A. Guísamo. O proceso foi sinxelo, simplemente colocáronse os cogomelos nas bandexas coas láminas mirando cara arriba, a continuación puxéronse a deshidratar a 65ºC durante 12 horas, tralo cal os cogomelos foron envasados en frascos de cristal.

Shiitakes deshidratados e envasados

A experiencia de elaboración de sal aromatizado con shiitake parte de shiitakes deshidratados, os cales se trituran e mesturan co sal, para acto seguido envasar o produto resultante en frascos de cristal onde fica para macerar,

proceso no que os aromas se trasladan e impregnan os cristais de sal. A maceración pode ter unha duración variable, canto máis tempo se deixe máis intenso será o sal de shiitake que se obteña.

Sal de shiitake

4. Resultados e discusión dos resultados

A pesar de que a labor de documentación foi extensa e sumamente instrutiva, á hora de realizar os traballos concretos das diversas fases de cultivo atopáronse problemas, dificultades e dúbidas que houbo que solucionar para poder seguir adiante co ensaio.

Neste apartado exponse o aprendido a través da experiencia da posta en práctica dos diversos procesos do ensaio de cultivo.

Ademais, cos datos que se recolleron ata o momento intentarei facer unha análise preliminar, se ben, como xa mencionei anteriormente, haberá que espera varios anos máis para poder ofrecer as conclusións definitivas.

4.1. Condicións iniciais da madeira e do micelio

A madeira foi cortada no período de repouso invernal e foi xestionada de xeito correcto. Tanto a que veu do viveiro como a que se preparou no propio C.F.E.A. Guísamo, estaba limpa e san, en xeral non presentaba defectos importantes e a cortiza atopábase en boas condicións.

Tal e como se pode apreciar examinando os datos de contido inicial de humidade dos troncos, os niveis estaban dentro do rango axeitado para a viabilidade do cultivo de shiitake, entre o 30% e o 45%. Dado que na maioría dos troncos testemuña o contido de auga no interior dos troncos estaba nun punto intermedio deste rango, considero que no que respecta á humidade, a madeira se achaba nunhas condicións moi boas para recibir o micelio.

En canto ó micelio, recibiuse en perfectas condicións, e foi almacenado en cámara frigorífica ata que se empregou no cultivo. Durante este tempo, que en realidade foron arredor duns 3 meses, nalgunhas das bolsas de micelio observouse unha progresión do mesmo, formando conglomerados de espesas masas de hifas moi densas de aspecto redondeado, especialmente na parte superior; tamén se apreciou nalgúns casos a presenza de zonas de cor marrón escuro, o que indica moi claramente un proceso de envellecemento do micelio. De todo isto extráese que a temperatura da cámara refrixeradora non era o suficientemente baixa para unha axeitada conservación da semente, xa que a viabilidade do micelio soe ser de uns 6 meses, e este limiar de tempo non foi superado.

Vista de micelio de shiitake envellecido

Bolsa de micelio de shiitake envellecido

4.2. Proceso de inoculación

Durante a fase de inoculación foi cando se presentaron a maioría dos problemas, en especial os relacionados coas ferramentas e materiais empregados para realizar as operacións.

En primeiro lugar, tiven ocasión de comprobar o motivo da recomendación de empregar unha trade de alta velocidade para realizar os furados de inoculación. Na execución do ensaio de cultivo soamente puiden dispoñer dunha trade convencional, e isto alongou moito o proceso de inoculación, de xeito que me levou case 15 días rematar con todos os troncos. Ademais o continuo esforzo de tradear acabou por pasarme unha factura en forma de dor no brazo dereito que arrastrei durante meses. Polo tanto considero que se debería meditar

debidamente a posibilidade de conseguir unha trade de alta velocidade ou un adaptador para converter radiais en trades de alta velocidade antes de acometer novos traballos de inoculación no futuro.

Tamén en relación co tradeo dos furados de inoculación puiden observar que as brocas sofren un gran estres debido o traballo continuado e repetitivo. O gran esforzo ó que se ven sometidas fai que se quenten moito e moi axiña, e as máis baratas rompen de seguida polo que estimo recomendable empregar brocas de calidade. Probablemente sería oportuno dispoñer de varias delas, non só pola posibilidade de que rompan, o cal me ocorreu varias veces, senón porque así pódense cambiar para permitir que arrefríen mentres se continúa co traballo. Ademais de todo o anterior, a diferencia entre unha broca nova e unha usada é moi grande en canto a velocidade de tradeo e o esforzo necesario, polo que sería moi aconsellable proceder ao afiado periódico das mesmas.

Brocas empregadas para o tradeo

No que respecta á madeira, a de carballo resultou ser a máis difícil de tradear das tres, como era de esperar, mentres que as de castaño e eucalipto se amosaron máis dúctiles.

En canto á ferramenta de inoculación, demostrouse que acelera moito o traballo comparado con ter que introducir o micelio á man, como se fixera no ensaio de cultivo de shiitake sobre troncos de castaño en saturación en 2017. Tamén se observou, despois de inocular moitos furados, que aparece unha especie de graxa pola parte superior da ferramenta, polo que haberá que pensar en proceder ó engraxe do instrumento antes de acometer futuros traballos de inoculación, de xeito que a ferramenta se conserve en bo estado.

Inoculador despois de ser empregado

O selado dos orificios de inoculación fíxose nun principio con parafina para queixo, debido a que a bibliografía consultada a indicaba como a máis axeitada, sen embargo esta fora bastante cara, e esgotouse con rapidez, polo que decidín realizar unha mestura de cera de abella e parafina de enxerta, pero a cera acabouse tamén axiña, polo que ó final acabei de realiza-la operación con parafina de enxerta. Dado que existen gran cantidade de tipos de parafina no mercado, deberase estudar cal é a opción máis axeitada para futuros cultivos.

Inicialmente a aplicación do selado realizouse cunha xiringa, intentando emular o exemplo dos cultivos no estranxeiro, pero resultou que o uso deste instrumento provocaba que o selo quedase depositado en forma de gota, que ó endurecerse se desprendía con extrema facilidade deixando o micelio ó descuberto. Finalmente probei con unha brocha e resultou moito máis eficaz, xa que ó estender a parafina sobre a cortiza esta queda pegada e non cae.

Unha das cuestións que dou maiores problemas foi o etiquetado. Nun principio optouse por tiras de cinta adhesiva sobre as que se pintaba a nomenclatura dos troncos, pero en canto os troncos foron levados ó campo de incubación e caeron as primeiras choivas desprendéronse as etiquetas, e foi solo gracias á toma de medidas dos troncos que se puideron identificar para volver a colocar as etiquetas. Nesta segunda vez grapáronse as tiras sobre as caras dos troncos e resultou ser unha solución eficaz durante meses. A pesar de todo, co paso do tempo e as sucesivas choivas, a pintura acabou por desprenderse das etiquetas, polo que de novo se tiveron que identificar algúns dos troncos contrastando as súas medidas cos datos recollidos ó principio do cultivo. Por último, rematei elaborando etiquetas novas para todos os troncos cunha dimo, e grapeinas nas caras dos mesmos, solución que espero sexa definitiva.

Novo etiquetado con dimo

4.3. Proceso de incubación

Durante o tempo de incubación as principais tarefas consisten en vixiar o desenrolo do micelio e ir pesando os troncos testemuña para o control da perda de humidade. Ademais, os troncos reapílanse cada 3 meses para uniformizar o desenrolo do micelio.

O período de incubación é a fase máis crítica do cultivo, xa que resulta fundamental asegurar o bo desenrolo do micelio, de feito todo o potencial produtivo do cultivo depende directamente da correcta colonización dos troncos polo micelio de shiitake. Por se iso fose pouco, existen poucos medios para coñecer o progreso da infestación, xa que o proceso ocorre dentro dos troncos, e non podemos velo. O único sinal visual que podemos percibir consiste en micelio que pode aparecer na madeira das caras dos troncos. O control da perda de humidade a través do programa de troncos testemuña é tamén imprescindible, xa que o crecemento e a vitalidade do micelio dependen da humidade interna.

En canto á observación visual, os primeiros sinais de micelio nas caras dos troncos apareceron a finais de abril en troncos de castaño, mentres na madeira de carballo non se detectaron os primeiros síntomas ata un mes despois. Nos troncos de eucalipto, non se puido detectar presencia algunha de micelio nas caras dos troncos, sen embargo, cabe sinalar que, cando se cambiaron as etiquetas adhesivas polas feitas coa dimo, si que se puido observar micelio que se atopaba oculto baixo a tira de cinta adhesiva, este fenómeno tamén se observou en castaño e carballo.

Signos de infestación en eucalipto que estaban ocultos baixo a etiqueta vella

Vista evolución do micelio en castaño

Progresivamente, cada vez máis troncos de castaño e carballo foron mostrando signos de infestación nas caras dos troncos, e máis intensos. Na madeira de castaño as placas de micelio foron formando círculos de cor branco, o cal ocorre debido a que o micelio medra seguindo as fibras da madeira, moito máis rápido en sentido lonxitudinal, polo que estes círculos son en realidade un síntoma da forte infestación que proven dos buratos de inoculación próximos ás caras dos troncos. Polo contrario, no carballo non forman círculos, senón unha especie de semicírculos que seguen o patrón das fibras de madeira, esta diferencia débese á diferente estrutura das fibras das madeiras de castaño e carballo. Observouse que, en castaño, os signos de infestación só aparecen no perímetro das caras dos troncos, mentres que en carballo as placas de micelio mostraron unha penetración moito maior cara o centro das caras dos troncos.

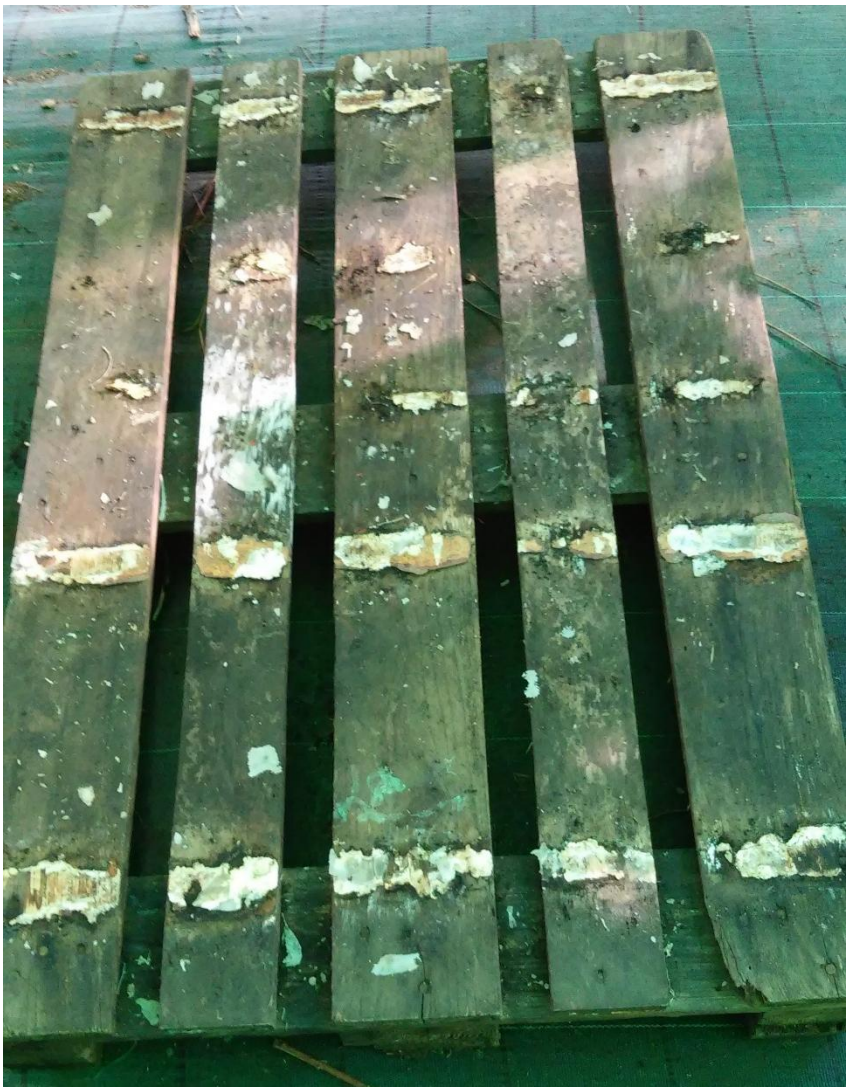
Vista da evolución do micelio en carballo

Evolución do micelio en eucalipto tras 8 meses

Vista da evolución do micelio en castaño tras 8 meses de incubación

Considero importante sinalar que percibín un certo efecto borde no campo de incubación, xa que no montón de troncos de carballo, que se atopaba máis próximo ó lado do campo onde incidía o sol con máis intensidade, puiden observar que nas caras dos troncos do montón que miraban para a zona máis soleada non había apenas signo de infestación algún, mentres que os troncos dese mesmo montón si que presentaban estes signos nas caras dos troncos que apuntaban ó resto dos lados do campo de incubación. Para tentar compensar este efecto, intercambiei as posicións das pilas de troncos durante as tarefas de reapilado que se fixeron cada 3 meses.

Durante as tarefas de reapilado que mencionei ó final do paragrafe anterior, descubrín que, nos troncos que se achaban en contacto cos pallets que serven de base ós montóns , o micelio medrara pegando os troncos á madeira dos pallets, de xeito que ó movelos se produce o desprendemento de partes da cortiza, o cal se debería evitar. Para paliar este problema pensei en retirar parte das táboas dos pallests de xeito que non se perda tanta cortiza.



Vista de pallet con micelio e cortiza desprendida

O programa de control da perda de humidade amosou que, nun principio, os troncos non perderon auga, senón que a ganaron. Soamente cando se chegou mediados de Xullo algúns dos troncos testemuña comezaban a mostrar niveis de perda de auga chegados ó punto crítico, que é o 30%. Neste momento, empezouse cun programa de rega en períodos de 6 horas efectuados dúas veces á semana cun mínimo de 24 de espazo entre eles, continuouse con este programa ata chegar ó mes de outubro. Os niveis de humidade dos troncos testemuña mantivéronse estables, aínda que cerca do punto crítico, nos meses de xullo, agosto e setembro, pero despois comezaron a subir paulatinamente. Por último, apuntar que, nos datos aportados polo control de troncos testemuña, se pode ver que o control da humidade dos troncos de diámetros pequenos resulta dificultoso, tal como apuntaba a bibliografía consultada.

No que respecta ós ataque de enfermidades, apareceu *trichoderma* con precocidade, ó principio nas rugosidades que ten a cortiza de castaño, pero en canto apareceu o micelio nas caras dos troncos de castaño, atacárono de seguida. A cortiza dos troncos de eucalipto presenta tamén placas importantes de fungos competidores aínda que tardaron máis en aparecer que en castaño, pero o que máis me preocupa é que a cortiza se está empezando a desprender da madeira, e sospeito que non vai tardar moito en comezar a caer, o cal non é un bo sinal. En troques na madeira de carballo non apareceu apenas contaminación algunha e a cortiza destes troncos é a que asemella atoparse en mellores condicións.

Tricoderma nas rugosidades da cortiza de castaño

Ataque de trichoderma en troncos de castaño

Tronco de eucalipto con placas abundantes de fungos competidores

4.4. Proceso de produción

Para comezar, recordar que, como xa mencionei, o cultivo empezou a producir en datas moi recentes, polo que os comentarios con respecto á produtividade son aínda prematuros. En especial a toma de datos con respecto á produción forzada apenas comezou, xa que xurdiron dificultades á hora de conseguir un depósito axeitado para a aplicación do shock térmico, polo que é difícil que este ano se logre un gran exito na produción forzada, dado que se achegan as

datas onde as temperaturas deberían cortar a produción de cogomelos ata a primavera seguinte.

A pesar de todo, podo dicir que a entrada en produción dos troncos de castaño está confirmada, con produción natural de cogomelos abundante e xeneralizada en case tódolos troncos. En canto ó carballo, diría que probablemente só entorno á metade dos troncos entrou en produción, e a produción de cogomelos de forma natural non foi tan intensa coma no caso do castaño. No que respecta ó eucalipto opino que non entraron en produción, soamente uns poucos troncos do cultivo xeraron cogomelos, sendo a produción natural escasa; ademais, cabe destacar que os sombreiros dos cogomelos producidos en eucalipto presentan unha tonalidade moito máis clara que os producidos en castaño ou carballo, sendo, nalgúns casos, case amarelos, e tamén parecen acadar tamaños inferiores, mentres que non se apreciaron diferenzas importantes entre os carpóforos producidos por castaño e carballo.

Produción natural abundante en troncos de castaño

Produción natural considerable en troncos de carballo

Produción natural escasa en troncos de eucalipto

Ata o de agora, parece que os tempos de entrada en produción e progresión do micelio en castaño e carballo coinciden co que indica a bibliografía consultada, se todo continúa ben, espero que o carballo entre en plena produción na primavera ou o outono do ano próximo, mentres que no castaño a produción debería producirse con profusión en primavera e outono de 2019 e 2020. Por outro lado, considero que en eucalipto a progresión do micelio foi insuficiente, e albergo seria dúbidas con respecto o éxito do ensaio de cultivo sobre esta madeira, pero haberá que esperar e observar o desenrolo futuro dos troncos para obter unha conclusión definitiva.

A continuación paso a expoñer unha serie de fotos co obxecto de ilustrar o período de desenrolo dos cogomelos, o cal dividín en 10 pasos, nótese que as imaxes non corresponden a un seguimento dun único cogomelo, senón que pertencen a corpos frutíferos varios en diferentes troncos.

Evolución dos cogomelos 1º Primordio emerxente

Evolución dos cogomelos 2º desenrolo do primordio

Evolución dos cogomelos 3º Crececemento do primordio

Evolución dos cogomelos 4º cogomelos xa formados

Evolución dos cogomelos 5º Alongamento do estipe

Evolución dos cogomelos 6º Crecemento do sombreiro

Evolución dos cogomelos 7º Ruptura do velo

Evolución dos cogomelos 8º Estiramento do estipe e o sombreiro

Evolución dos cogomelos 9º Estiramento total do sombreiro

Evolución dos cogomelos 10º sombreiros incurvados

No que respecta á produción forzada, acabo de realizar os primeiros intentos, polo que a análise dos datos terá que agardar, e as primeiras impresións poden levar a interpretacións prematuras. Aínda así, a continuación paso a expoñer as miñas opinións con respecto ó observado ata o de agora.

Decidín probar coa produción forzada en primeiro lugar con castaño, para ver se aínda era posible, xa que empeza a facer moito frío para as cepas de amplo rango, as cales normalmente se forzan a producir a finais de primavera e, ou a finais de verán. Houbo éxito en inducir a produción na maioría dos troncos, aínda que parece que só os máis grosos mostran unha produción abundante, isto sería consistente cos intentos de produción forzada de 2017 no ensaio de cultivo con troncos de castaño en saturación. En ambos casos soamente os troncos grosos (máis de 10 cm) responderon con xenerosidade ó shock térmico, mentres que os troncos máis delgados só produciron uns poucos cogomelos cada un.

Aplicación do shock térmico

Produción forzada en troncos de castaño en 2017

Vista cercana de la produción de un tronco groso de castaño en 2017

Produción forzada en troncos de castaño en 2018

Produción forzada en troncos de castaño en 2018

Produción forzada en troncos de castaño en 2018

A formación dos primordios ocorreu a partir do cuarto día despois de do shock térmico, e os primeiros cogomelos estiveron listos para recoller uns 18 días tralo shock térmico, a partir de entón e durante unha semana máis fóronse recollendo os cogomelos tardíos que viñan medrando con retraso con respecto ó groso da oleada de produción. Polo tanto tardouse un total de 25 días en completar o proceso, pero isto pode estar debido ás baixas temperaturas, que retrasan o crecemento dos cogomelos.

Produción forzada en troncos de castaño en 2018 cogomelos listo para recoller

Dado que se tivera éxito con castaño probei a forzar tamén troncos de carballo, pero apareceron moi poucos cogomelos, probablemente debido ó avanzado da estación e ao estado incompleto da infestación de shiitake en carballo.

En canto a eucalipto decidín non probar a produción forzada de momento xa que considero que o micelio está claramente pouco desenrolado nos troncos desta madeira.

5. Conclusións

En primeiro lugar, no proceso de inoculación, comprobouse a necesidade de contar coas ferramentas axeitadas, así como con persoal suficiente para realizar o traballo con axilidade de xeito que non se prolongue moito este proceso que debería ser levado a cabo canto antes. Na miña opinión o paso da fase de inoculación que require máis tempo é a propia inoculación, xa que hai que cargar o inoculador, despois colocalo sobre o burato e por ultimo accionar o embolo. Pola miña experiencia diría que unha persoa tradeando debería ser capaz de subministrar troncos a 2 ou 3 persoas que inoculan, e unha persoa aplicando o selo debería ser capaz de tapar os buratos de troncos inoculados por 2 ou 3 persoas, por tanto, deberíase contar, polo menos, co dobre de persoas para inocular que para tradear e selar.

No que respecta ó selo, gástase unha cantidade de parafina considerable, polo que considero moi aconsellable estudar máis afondo que parafina sería a mellor e máis económica para esta operación no futuro. A parafina para queixo que recomenda a bibliografía resultou moi cara e esgotouse en seguida. Por outro lado estou a considerar moi seriamente a conveniencia de aplicar o selo nas caras dos troncos, xa que os signos de contaminación por *trichoderma* foron precoces e evidentes, especialmente en castaño, sen embargo preocúpame o incremento de consumo de parafina así como a posible alteración da capacidade de captación de auga dos troncos durante a aplicación do shock térmico. Penso que as feridas do tronco polo menos si que deberían ser seladas, xa que non supoñen un gasto excesivo e non afectará á capacidade de absorber auga do tronco.

O etiquetado resultou moi problemático, quedou absolutamente claro que os adhesivos non resisten as choivas, e que a pintura pode desprenderse e caer. A toma de datos exhaustivos a cerca das dimensións e pesos dos troncos foron fundamentais para identificar os troncos cando perderon as etiquetas ou estas se borraron. A solución final de usar etiquetas feitas con dimo e grapalas resultou efectiva, e non leva demasiado facelas cando se colle práctica, como único punto negativo deste sistema subliñaría que resultan pequenas e hai que achegarse para poder lelas.

En canto á incubación, a de castaño ocorreu con gran velocidade e a primeira colleita de 2018 foi bastante importante, polo que opino que se pode confirmar a correcta aplicación das técnicas de cultivo e a viabilidade da madeira de

castaño. Dado que a densidade de inoculación fixada para o ensaio fora alta, era de esperar unha incubación rápida, finalmente ocorreu no limiar mínimo que refería a bibliografía consultada e a colleita foi bastante abundante con cogomelos de moi bo tamaño, ocorreu naturalmente a principios de setembro e continua en novembro. Tendo en conta todo o mencionado, teño a sospeita de que a infestación de shiitake no castaño tivo gran éxito, pero haberá que esperar ó ano que ben para confirmalo.

En troques os signos de evolución do micelio en carballo foron moito menores. A produción espontánea ocorreu unha semana antes que en castaño, e en xeral foi menor en cantidade de cogomelos por oleada de produción e en número de oleadas. Os cogomelos producidos por carballo foron moi similares os nacidos sobre castaño, de bo aspecto e tamaño.

No eucalipto apareceron moi escasos signos de infestación, sendo o máis salientable a descuberta de micelio que estaba oculto baixo as etiquetas adhesivas cando estas foron cambiadas. A produción natural de cogomelos ocorreu a principios de outubro, case exactamente un mes despois que nas outras madeiras, o cal probablemente reflicte unha taxa de colonización do micelio moito menor, so algúns troncos produciron cogomelos, a produción total foi moi escasa, e os cogomelos resultaron ser de cor máis pálida e acadar dimensións máis reducidas.

O programa de control de troncos testemuña aportou datos que son consistentes coa bibliografía, e os períodos de rega aplicados reflectíronse nas medicións freando a perda de humidade e mantendo o nivel por encima do punto crítico.

Na aplicación da produción forzada, os troncos de castaño responderon ben, cunha produción de cogomelos correlativa co diámetro dos troncos, canto máis grosos, máis carpóforos. Os troncos de carballo en cambio produciron poucos cogomelos tras ser forzados, pero só o intentei unha vez, ademais a temporada está moi avanzada e a infestación dos troncos incompleta, polo que non considero que se trate dun fracaso significativo.

Polo observado nas producións natural e forzada, parece que os troncos de diámetros inferiores a 10 cm producen moi poucos cogomelos e de menor tamaño que os troncos máis grandes. Isto xa aparecía mencionado en múltiples textos da bibliografía, pero despois de executar os ensaios de cultivo de 2017 e 2018 estou convencido de que non compensa sementar e manter os troncos de diámetros inferiores a 10cm no cultivo de shiitake, dada a súa escasa produtividade.

Finalmente, e como valoración comparativa do comportamento dos diferentes tipos de madeira do ensaio, direi que castaño e carballo evolucionaron como se esperaba, mentres que eucalipto foi moito máis lento do que debería para unha madeira semidura. Ademais a madeira de eucalipto está a perder a cortiza moi axiña, presenta ataques fortes de competidores e produce cogomelos pequenos, polo que probablemente amosará non ser moi axeitada para o

cultivo. A madeira de castaño foi tamén moi atacada por outros fungos, pero o micelio de shiitake desenvolveuse a gran velocidade, con evidentes síntomas de infestación xeneralizada dentro dos troncos do cultivo, e produción foi abundante con cogomelos de gran tamaño, polo que parece unha madeira óptima para o cultivo que entra en produción axiña. O carballo debería ser a mellor madeira para cultivar shiitake das tres que se avalían, pero o seu período de incubación parece non ter rematado, o cal era de esperar, sen embargo produciu bastantes cogomelos e de boa calidade, todos estes signos parecen indicar que será unha boa produtora, pero haberá que agardar para corroboralo.

6. Fotografías

Todas as fotografías que aparecen no traballo foron tomadas por Gustavo Méndez Gómez nas instalacións e campos do C.F.E.A. Guísamo.

O meu máis sincero agradecemento o C.F.E.A. Guísamo e ás persoas que colaboraron na execución do ensaio de cultivo.

7. Bibliografía

Mariano García Rollan “Cultivo de setas y trufas” Ediciones mundi prensa 1998.

Mariano García Rollan “Nuevas técnicas de cultivo del *Pleurotus Ostreatus”* Hojas divulgadoras n.8/85.

S. T. Chang y W. A. Hayes “The biology and cultivation of edible mushrooms” Academic press 1978.

S. T. Chang y Philip g. Miles “Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact” CRC press 2004.

Paul Stamets y J.S. Chilton “The mushroom cultivator a practical guide to growing mushrooms at home” Agarikon press 1983.

Paul Stamets “Growing gourmet and medicinal mushrooms”, Ten speed press, 1993.

“Training manual on mushroom cultivation technology” United nations, economic and social comission for Asia and the Pacific, Asian and pacific centre for agricultural engineering and machinery.

“Producing shii take the fancy forest mushroom” Clemson extension 1998.

Deborah B. Hill “Kentucky shiitake” University of Kentucky, college of agriculture.

Deborah B. Hill “Pest control, Kentucky shiitake production workbook”, University of Kentucky, College of agriculture, Lexington.

Deborah B. Hill y Marcella Szymanski “Inoculation, Kentucky shiitake production workbook”, University of Kentucky, college of agriculture, Lexington.

“Best management practices for log-based shiitake cultivation in the northeastern United Estates” Northeast sare sustainable agriculture research and education, university of Vermont extension.

Anna A. Grodzínskaya, Diógenes Infante y Nickolai M. Piven “Cultivo de hongos comestibles utilizando desechos agrícolas e industriales” Agronomia tropical v.52 n.4, 2002.

Gerardo Mata y Jean Michel Savoic “Mejoramiento del spawn para el cultivo en sustratos alternativos” Unidad de micología, instituto de ecología, universidad de Veracruz.

Leifa Fan y Carlos R. Soccol “Cultivo de shii take en bolsas con residuos de café” Horticultural institute, Zhejiang acaemy of agricultural sciences, Hangzhou, China.

Peter Oei y Bram Van Nieuwenhuijzen “Small scale mushroom cultivation” Agromisa foundation and CTA, 2005.

“Shii take mushroom production on logs” Alabama cooperative extension system, www.aces.edu

Gary F. Leatham “Cultivation of shiitake, the japanesse forest mushroom, on logs: a potential industry for the united Estates” U.S. departament of agriculture, forest service.

“Producing shiitake mushrooms a guide for small-scale outdoor cultivation on logs” NC state university A&T state university, cooperative extension.

Alice W. Chen “Shii take bag cultivation” Specialty mushrooms, alicewchen@msn.com

Alice W. Chen “Growing shiitake mushrooms” Mushrooms for the tropic, alicewchen@msn.com

Keisuke Tokimoto “Shiitake log cultivation” The Tottori mycological institute, Kokoge-211 Tottori, 689-1125, Japan (kin-tkmt@infosakyu.ne.jp)

Mungkorn Thevasinhg, Wanchai Pale e Kyung Wa Choi “Cultivo de shiitake en bolsas en Tailandia” Shiitake mushroom cultivation, universidade Chiang Mai, Tailandia.

Gloria Isabel Ávila López “Hongos comestibles, manual de cultivo casero de setas”, Arbol arte y cultura por la evolución, Guadalajara, Mexico, 2013.

Armando López Ramírez “Manual de producción de micelio de hongos comestibles”, Instituto de genética forestal, Universidade de Veracruz, Veracruz, Méjico, 2007.

Rigoberto Gaitán Hernandez, Dulce Salmones, Gerardo Mata e Rosalía Pérez Merlo “Manual práctico del cultivo de setas, aislamiento, siembra y producción”, Instituto de ecología A.C., Veracruz, Mexico, 2006.

Irwan Mahakam Lesmono Aji, “Development and production of *Lentinula edodes* (shiitake mushrooms) on inoculated logs”, Departament of forest and ecosystem science, Universidade de Melbourne, 2009.

Valleska Villegas Escobar, Ana Milena Pérez e Clara Arredondo, “Evaluación de la producción del hongo Lentinala edodes Pegler en bloques sintéticos a base de resíduos agroindustriales”, Ingeniería y ciencia, Colombia, 2007.

“*Shiitake cultivation” Mushroom growers handbook, Mushworld 2005*

Ken Mudge e Jeanine Moy “Growing mushrooms on log bolts”

“Shii take strain chart”