



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Maria dos Prazeres Pires da Silva

Anteprojecto de produção de cogumelos shiitake (*Lentinula
edodes*) em modo de produção biológico

Nome do Curso de Mestrado
Agricultura Biológica

Trabalho efectuado sob a orientação da
Professora Doutora Luísa Moura

Dezembro de 2013

Índice

1.Introdução.....	1
2. Lentinula edodes	
2.1 Origem e características.....	4
2.2 Reprodução.....	5
2.3 Propriedades nutricionais e medicinais.....	5
2.4. Produção do cogumelo shiitake em tronco.....	9
2.4.1 - Substratos.....	11
2.4.2 - Selecção e Preparação dos toros.....	12
2.4.3 - Inóculo e estirpes de <i>Lentinula edes</i>	14
2.4.4 - Produção ao ar livre e em condições protegidas.....	16
2.4.5 - Inoculação.....	17
2.4.6 - Incubação.....	19
2.4.7 - Frutificação.....	25
2.4.8 - Colheita.....	28
2.4.9 - Armazenamento e métodos de conservação.....	30
2.4.10 - Produtividade.....	31
2.4.11 - Doenças e pragas.....	32
3. Mercado do shiitake:	
3.1 Tendências.....	34
3.2 Análise do mercado mundial e nacional de cogumelos.....	35
4.Produção de cogumelos e valorização de povoamentos florestais.....	36
5.Objectivos.....	39
6.Descrição Global do Projeto de Investimento para uma unidade de turismo em espaço rural a implementar em Germil	
6.1 Contextualização Geográfica.....	39
6.2 Unidades de Turismo e Agrícolas a implementar.....	41
6.2.1 Pressupostos.....	42
A - Infraestruturas.....	42
B - Máquinas equipamentos.....	42
C - Número de toros a inocular	42
D - Comercialização.....	42
E- Conservação de cogumelos colhidos.....	43

F - Produção média.....	43
G - Preço da cavilha.....	43
H - Espécies florestais a inocular.....	43
I - Espécies de cogumelos a produzir.....	43
J - Condições de incubação e frutificação.....	44
6.2.2 Matérias-primas e dados técnicos.....	44
6.2.3 Mão-de-obra.....	44
6.2.4 Material.....	45
6.2.5 Capital de investimento.....	46
6.2.6 Custos de produção.....	46
6.2.7 Produção ao longo dos anos.....	47
6.2.8 Mão-de-obra ao longo dos anos.....	48
6.2.9 Análise da viabilidade do negócio	
6.2.9.1 Cash-flows.....	48
6.2.9.2 Valor Atual Líquido.....	48
6.2.9.3 Taxa Interna de Rentabilidade.....	50
6.2.9.4 Período de recuperação do Investimento.....	51
6.2.9.5 Ponto Crítico.....	51
7. Conclusão.....	52
8. Bibliografia.....	54

Índice de figuras

Figura 1. Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>).....	4
Figura 2. Constituição da madeira.....	11
Figura 3. Matriz de perfuração.....	13
Figura 4. Seringa enoculadora.....	18
Figura 5. Empilhamento <i>Firewood</i>	22
Figura 6. Empilhamento <i>Lean-to</i>	22
Figura 7. Empilhamento <i>Teepee</i>	22
Figura 8. Empilhamento <i>Log cabin</i>	22
Figura 9. Empilhamento <i>Bulk</i>	23
Figura 10. Representação do estado de abertura dos chapéus de cogumelos.....	29
Figura 11. Fungo <i>Trichoderma</i>	34

Figura 12. Mapa Turístico do Concelho de Ponte da Barca.....	40
---	----

Índice de quadros

Quadro 1. Composição do shiitake por 100 g.....	6
Quadro 2. Matérias-Primas.....	44
Quadro 3. Dados técnicos relativos à produção de cogumelos.....	44
Quadro 4. Mão-de-obra para a unidade de produção de cogumelos.....	44
Quadro 5. Material necessário para a unidade de produção de cogumelos.....	45
Quadro 6. Capital de investimento para a unidade de produção de cogumelos.....	46
Quadro 7. Custos de produção para a unidade de produção de cogumelos.....	46
Quadro 8. Produção estimada ao longo de 10 anos na unidade de produção de cogumelos.....	47
Quadro 9. Mão-de-obra ao longo de 10 anos na unidade de produção de cogumelos.....	48
Quadro 10. Cash-flows.....	49
Quadro 11. Ponto crítico.....	51
Quadro 12. Apuramento de resultados e indicadores de rentabilidade.....	52

Listagem de Abreviaturas

APDR - Associação Portuguesa Desenvolvimento Rural

CMPB – Câmara Municipal de Ponte da Barca

CE - Comissão Europeia

DRAPN - Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte

FAO - Food and Agriculture Organization

HIV - Human Immunodeficiency Virus

IFOAM - Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Biológica

OMAIAA – Observatório *dos Mercados Agrícolas e Importações Agro-Alimentares*

PRI - Período de recuperação do investimento

TIR - Taxa interna de rentabilidade

TX - Taxa

EU - União Europeia

VAL - Valor atual líquido

RESUMO

A produção de cogumelos oferece uma alternativa economicamente viável para a produção de alimentos de sabor e qualidade superiores, bem como a produção de metabolitos de grande valor, como enzimas ou polissacarídeos. Permite ainda reduzir o impacto ambiental dos resíduos utilizados como substratos. *Lentinula edodes* ou shiitake é caracterizado do ponto de vista nutricional, como altamente nutritivo, possui proteínas de qualidade e aminoácidos essenciais, apresentando baixo conteúdo calórico. Contém ainda compostos bioativos, tais como os polissacáridos, anti tumorais, e substâncias antivirais e antibacterianos.

O crescente interesse pelo cogumelo *L. edodes* esteve na base do presente business, onde se apresenta a importância de uma análise financeira na decisão de investimento. O negócio em causa consiste na implantação de uma unidade de produção de cogumelos shiitake em troncos de madeira de carvalho, no modo de produção biológico, a instalar numa propriedade localizada no Parque da Peneda-Gerês.

Neste business case abordaram-se as métricas financeiras, que são em si ferramentas para a análise financeira, não podendo existir sem elas. As métricas financeiras tomam formas muito diferentes entre si, sendo que foram abordadas apenas as mais amplamente utilizadas. Após a introdução dos conceitos que suportam as métricas e analisadas em detalhe, passou-se ao caso de estudo onde foi apresentada uma intenção de negócio de produção de cogumelos shiitake em tronco no modo de produção biológico. Feita a análise financeira, conclui-se que o investimento na unidade de produção de cogumelos é um projeto viável atendendo somente às métricas “Valor Atual Líquido” ou “VAL”, “Taxa Interna de Rentabilidade” ou “TIR” e ainda “Período de Retorno de Investimento” ou “PRI”.

Palavras-chave: *unidade de produção, cogumelo, análise financeira, produção em tronco*

ABSTRACT

Mushroom production offers an economically viable alternative to the production of tasty and quality food, having as well, great value for metabolites production, like enzymes or polysaccharides. It also allows reduction of environmental impact of waste used as substrates. *Lentinus edodes* or shiitake mushroom is characterized, a nutritional standpoint, as highly nutritious, with high quality proteins

and essential aminoacids, featuring low calorie content. Furthermore, it contains bioactive compounds, such as polysaccharides, antitumorals and antiviral and antibacterial substances.

Increasing interest in *L. edodes* mushroom was at the base of the current business case, which is presented by the major importance of financial analysis in a viability study of a business intention. The business in question consists of the installation of a unit production of organic shiitake mushrooms a log of oak, to be installed in a property situated in Peneda-Gerês Park.

This business case approach the financial metrics, which are financial analysis tools that can't be left out. Financial metrics take quite different forms from each other, so it was only the most widely used that was proposed. Following detailed underlying concept introduction and analysis of the metrics, take place the case study, where an intention of organic shiitake mushroom production business in log is presented. Financial analysis done, it is concluded that the mushroom unity production investment is feasible, attending to "Net Present Value", "Internal Rate of Return" and "Payback Period".

Key-words: *unity of production, mushroom, financial analysis, log production*

1. Introdução

O nível de investimento na agricultura está positivamente correlacionado com o crescimento da produção, redução da pobreza e segurança alimentar. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, estima que 83 biliões de dólares por ano de investimento adicionais em alimentação, agricultura e desenvolvimento rural são necessários para alimentar a crescente população mundial em 2050, por outras palavras, o investimento deverá aumentar em 50% (FAO, 2011).

O desenvolvimento rural começou por ver no turismo o paradigma, uma alternativa à produção agrícola, mas depressa se reconheceu que o turismo representa uma complementaridade, apesar de em certos casos se ter tornado na principal fonte de rendimento no âmbito da atividade rural (Calheiros, 2012).

O Turismo de Habitação inspirou no seu exemplo a recuperação de património rustico e rural sendo lançado um projeto de intervenção nas aldeias de montanha que conduziu a uma nova modalidade de turismo - o Turismo de Aldeia. Um conceito que envolveu as populações rurais combatendo a desertificação e o êxodo rural, criando emprego, recuperando património quer público quer privado, incentivando o artesanato e produtos locais, melhorando a qualidade ambiental e consequentemente a qualidade de vida (Calheiros, 2012). Neste contexto, o turismo em espaço rural, associado à agricultura e à utilização do excesso da madeira de carvalho para a produção de cogumelos, revelam ser combinações necessárias e sustentáveis perante modelos económicos com grande pressão competitiva, que colocariam em causa a viabilidade do negócio caso não houvesse tal preocupação.

A floresta tem uma função económica, ambiental, social e cultural muito relevante. A fim de integrar um modelo de exploração florestal sustentável, é fundamental que exista diversificação de produtos, onde se incluem os recursos micológicos, que possuem numerosas e potenciais aplicações. Uma vez que as árvores mais valiosas em termos de tamanho e forma são cortadas dos povoamentos florestais, a produção de cogumelos utilizando como substrato as árvores de menor valor é considerada uma atividade de reciclagem de resíduos. Assim, o cultivo do cogumelo em tronco representa uma oportunidade para valorizar árvores saudáveis de menores diâmetro, assim como as podas dos ramos de árvores, com pouco valor comercial.

O cultivo de cogumelos comestíveis é um processo biotecnológico que utiliza diversos resíduos para produzir alimentos de alto valor nutritivo. É uma atividade de grande importância económica, em particular, a produção de espécies dos géneros *Agaricus*, *Pleurotus* e *Lentinus*. A produção de cogumelos não só reduz o impacto ambiental dos resíduos utilizados como substratos, mas oferece também uma alternativa economicamente viável para a produção de alimentos de sabor e qualidade superiores, bem como a produção de metabolitos de grande valor, como enzimas ou polissacarídeos. Além disso, os cogumelos constituem uma vasta fonte de novos e poderosos produtos farmacêuticos. Em particular, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler contém compostos bioativos, tais como os polissacáridos, anti tumorais, e substâncias antivirais e antibacterianos. Do ponto de vista nutricional, são caracterizados por serem altamente nutritivos, possuem proteínas de qualidade e aminoácidos essenciais, e apresentando baixo conteúdo calórico.

A espécie *Lentinula edodes*, que origina os cogumelos conhecidos por shiitake é atualmente, a segunda espécie mais cultivada a nível mundial. A crescente aceitação do cogumelo japonês pelos consumidores ocidentais resultou numa grande expansão para o perímetro exterior do seu habitat natural, resultado das suas propriedades específicas em termos nutricionais e medicinais.

O crescente interesse pelo cogumelo *Lentinula edodes* esteve na base do presente trabalho, que tem por objetivo a elaboração de estudos de suporte à intenção do negócio para uma unidade de produção de cogumelos shiitake em troncos de madeira no modo de produção biológico. Os resultados desses estudos denominam-se business case e são o produto da Análise Financeira. O business case fornece a justificação financeira para uma decisão de investimento e permite ainda identificar e analisar os benefícios e custos esperados do projeto. Neste trabalho foram utilizadas as principais métricas para avaliação financeira de projetos tais como “Valor Atual Líquido” ou “VAL”, Taxa “Interna de Rentabilidade” ou “TIR” e ainda “Período de Retorno de Investimento” ou “PRI”, por forma a permitir obter uma ideia macroscópica do valor financeiro do projeto da unidade de produção de cogumelos para a empresa Biopicoto Village.

Neste trabalho abordaram-se as métricas financeiras, que são em si ferramentas para a análise financeira, não podendo esta existir sem elas. As métricas financeiras tomam formas muito diferentes entre si, sendo que abordaremos apenas as mais amplamente utilizadas. Após a introdução dos conceitos que suportam as métricas e

analisadas em detalhe, passou-se ao caso de estudo onde será apresentado uma intenção de negócio de produção de cogumelos em tronco no modo de produção biológico.

Na primeira parte do trabalho começou-se por efetuar uma revisão bibliográfica sobre as origens e características da espécie *Lentinula edodes*, das suas propriedades nutricionais e medicinais, das técnicas de produção em troncos de madeira e sobre o impacto resultante da produção em troncos, em termos florestais e ambientais.

Na segunda parte do trabalho apresentam-se os mais importante e mais amplamente utilizados métodos, critérios e métricas para efetuar uma análise financeira, com resultados interessantes, todavia, há que ter sempre presente que uma análise financeira não é um simples exercício de matemática, exige uma aproximação cuidadosa, pois nem sempre os projetos têm uma métrica financeira que dita com certeza absoluta o sucesso ou insucesso de um projeto, mas várias que se conjugam para dar uma melhor visão ao gestor do escopo financeiro do projeto. Este deve ser apreciado também pelo lado intangível, sendo que nem todo o sucesso se deve à parte financeira do projeto, mas sim à conjugação do seu âmbito com os demais benefícios que fazem a sua realização viável ou não dentro da política interna da empresa que os espera desenvolver.

Por fim apresenta-se a conclusão do trabalho.

2. *Lentinula edodes*

As designações *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler e *Lentinus edodes* (Berk.) Singer são ambas usadas para designar o cogumelo shiitake (Buchanan, 1993). Atualmente, aceita-se como mais correto o nome científico *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, representando o comumente shiitake (nome japonês) ou shiang-gu (nome chinês) (Chang & Miles, 2004; Thongnaitham, 2012). O cogumelo shiitake possui esta designação pois associa-se à árvore *shii* que se assemelha ao carvalho (*Castanopsis cuspidate* Schottky) e *take*, nome japonês que designa *cogumelo*. Como o Japão é o líder mundial na produção do shiitake, o cogumelo é largamente conhecido por este nome (Wasser, 2005). Existem, ainda, referências ao shiitake como *cogumelo preto* (Koske, 1998).

Taxonomicamente o shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) pertence ao reino Fungi, estando incluído no género *Lentinula* da família Tricholomataceae, ordem Agaricales, e sub-filo Basidiomycota (Chen, 2005).

2.1 Origem e Características

Lentinula edodes (shiitake) cresce como saprófita em madeira de árvores, formando corpos de frutificação quando as condições ambientais são favoráveis. O shiitake é cultivado há milhares de anos, devendo-se o primeiro registo do seu cultivo a Wu Sang Kwuang, no período da dinastia de Sung (960-1127), na China (Chang & Miles, 2004; Stamets, 1993; Wasser, 2005). Barney (2009) aproxima a data a 1100 a.c. Embora tenha crescido em troncos nas regiões montanhosas da Ásia, há pelo menos mil anos, e existam até referências da sua utilização há mais de dois mil anos, o cultivo comercial do shiitake remonta a 1940 (Anderson & Marcouiller, 1990; Stamets, 1993).

A primeira espécie cultivada foi a *Auricularia auricula*, seguindo-se a *Flammulina velutipes*, e depois a *Lentinula edodes*. Todas estas espécies foram cultivadas pela primeira vez na China (Chang & Miles, 2004).

O cogumelo shiitake é originário da Ásia, pelo que o seu cultivo representa uma peça fundamental da cultura asiática. A maior produção silvestre do cogumelo concentra-se no Japão e na China (Silva et al., 2010; Stamets, 1993).

O cogumelo shiitake é geralmente maior que o cogumelo branco (*Agaricus* spp.), possui uma coloração castanha clara e castanha escura no chapéu, cuja espessura varia de acordo com a estirpe e com a temperatura. Geralmente, tem ponto brancos “salpicados” no rebordo do chapéu, tal como no pé. As brânquias são lâminas brancas muito finas e tornam-se mais escuras à medida que o cogumelo vai envelhecendo (Oei, 1993; Silva et al., 2010; Thongnaitham, 2012).

Segundo Silva et al. (2010), o shiitake possui um chapéu convexo, quase plano, que mede entre 5 e 20 cm de diâmetro e possui uma superfície seca e fibrosa. O pé, desprovido de anel e volva, tem 3 a 5 cm de largura e 8 a 13 mm de grossura. As lâminas medem entre 5,5 mm a 6,5 mm por 3 mm a 3,5 mm, de forma subcilíndrica, lisas e de paredes delgadas (Figura 1).



Figura 1 - Shiitake (*Lentinula edodes*) (Pegler, 1983)

Oei (1993) acrescenta que, após desidratação, o chapéu passará a ter uma cor mais escura (castanho escuro) e as lâminas passarão de brancas a amarelas.

Segundo Anderson & Marcouiller (1990), a crescente procura pelo shiitake deve-se, em parte, ao facto de ser mais aromático e saboroso que o cogumelo branco (*Agaricus* sp.), sendo o seu sabor intensificado se o cogumelo passar pelo processo de secagem (Oei, 1993).

2.2 Reprodução

O cogumelo shiitake cresce naturalmente em madeira de árvores mortas sem folhas, especialmente árvores *shii*, e sob diferentes condições climáticas (Anderson & Marcouiller, 1990; Chang & Miles, 2004; Stamets, 1993). Oficialmente, é conhecido como um fungo branco que consome madeira (*White root fungus*) e, graças à sua capacidade para transformar resíduos em nutrientes básicos que podem ser usados por outros organismos, tem uma grande importância no ecossistema (Hill & Szymanski, 2010). A transformação referida consiste na degradação da celulose e da lignina da madeira (Bruhn & Hall, 2008).

Lentinula edodes surge de uma rede invisível de hifas (sem cor e muito finas) que se apoderam do tecido da madeira de carvalho, faia, castanheiro, entre outros, e que através da degradação dos seus componentes, produzirão frutificações (cogumelos) (Royse, 2001).

Stamets (1993) afirma que o shiitake constitui o mais popular de todos os cogumelos gourmet e Chen (2005) apelida-o de “delicioso cogumelo do Oriente”, justificando que, para além de delicioso, é também altamente nutritivo e medicinal. Para vários outros autores, como Leatham (1982) e Wasser (2005), o cogumelo é célebre no Extremo Oriente (Japão, China, Coreia) e grandemente apreciado pelo seu sabor e pela sua remota utilização na medicina tradicional.

2.3 Propriedades nutricionais e medicinais

O reconhecimento dos cogumelos como alimentos nutritivos e a percepção da importância de alguns compostos biologicamente ativos em termos medicinais, é consideravelmente mais recente do que o seu reconhecimento pelo sabor e textura (Chang, 1996).

Para Bisen et al. (2010), o facto de ser o segundo cogumelo comestível mais popular do mundo no mercado global atribui-se não só ao seu valor nutricional, mas também à sua potencial aplicação terapêutica.

Para além da textura carnuda e do sabor distintivo, Hill (2010) identifica o shiitake como sendo rico em vitamina B e aminoácidos essenciais. É, igualmente, uma boa fonte de vitamina D, proteínas, minerais e carboidratos, aliado ao facto de ser um cogumelo baixo em gorduras e calorias (Sabota, 2009; Bisen et al., 2010). O potássio e o fósforo são os dois elementos dominantes do seu conteúdo mineral (Chang & Miles, 2004), possuindo, também, uma proporção elevada de gordura insaturada (Chang, 2008).

Os corpos de frutificação do *Lentinula* contêm 88 a 92% de água (Bisen et al., 2010) e, de acordo com Bruhn e Hall (2008), é nutritivo e uma boa fonte de fibras, possuindo:

- Baixo teor de calorias;
- Baixo teor de glicose (benéfico para os diabéticos);
- Baixo teor de Sódio;
- Elevado teor de Potássio e Fósforo;
- Elevado teor de oligoelementos, incluindo o Cobre e o Zinco; e
- Proteínas de elevada qualidade.

Calorias	55 cal
Niacina	1,5 mg
Vitamina B6	0,16 mg
Folacina	20 mg
Ácido	3,5 mg
Vitamina C	0,3 mg
Cobre	0,9 mg
Magnésio	14 mg
Fósforo	29 mg
Potássio	2,18 mg
Zinco	5,5 mg
Sódio	30 mg

Quadro 1. Composição do shiitake por 100 g (Fonte: <http://www.cogumelosonline.com-br/shiitake>)

São cada vez mais os estudos que procuram potenciar o uso de cogumelos na cadeia alimentar, com vista à melhoria da saúde. Indica-se, por exemplo, um estudo levado a cabo por Jung et al., em 2012, que pretendeu estudar um método inovador na redução do uso de compostos antimicrobianos.

Os referidos investigadores concluíram que existe um método mais promissor de reduzir o uso de antimicrobianos que consiste em melhorar o sistema imunitário dos animais através da administração profilática de imunoestimulantes naturais, tais como cogumelos, ervas e probióticos. As conclusões a que chegaram, depois de avaliar a infeção de *Bordetella Bronchiseptica* em ratos, foram que alguns componentes do cogumelo shiitake podem ajudar na perda do peso extra que os ratos ganharam devido à infeção.

Na alimentação quotidiana, o shiitake pode encontrar diversas formas de preparação, onde a criatividade e o talento determinarão o prato final. O shiitake pode ser apreciado numa grande variedade de pratos (Stamets, 1993), “cozido, grelhado ou preparado em alumínio, com diferentes tipos de temperos. Também pode ser consumido como chá - *shiitake tea*” – como refere Wasser (2005, p.662).

O substrato, as condições de frutificação e o método de cultivo afetam diretamente a quantidade de nutrientes e compostos biológicos do shiitake. Quando secos, os cogumelos possuem valores nutricionais altos quando comparados com os vegetais habitualmente consumidos. Os minerais encontrados nos shiitake secos incluem Ferro, Manganês, Potássio, Cálcio, Magnésio, Cádmio, Cobre, Fósforo e Zinco (Wasser, 2005).

Embora Chang e Miles (2004) sejam da opinião que os alimentos não devem ser reivindicados para curar doenças, concordam que existem muitos estudos científicos que atribuem, a alimentos como os cogumelos, um papel importante na prevenção de doenças. Em alguns casos, podem mesmo provocar a remissão da doença em questão.

Há muito que os fungos superiores têm sido usados para fins medicinais, em especial fungos Basidiomicetos que deram origem a vários produtos farmacológicos, estando o *Lentinula edodes* entre os cogumelos medicinais mais valiosos (Bisen et al., 2010). Wasser (2005) afirma que os especialistas em cogumelos medicinais estão familiarizados com o shiitake, e Chang (2008), por sua vez, acrescenta que o segundo maior atributo dos cogumelos, as suas propriedades medicinais, é há muito reconhecido

na China, Coreia e Japão.

O estudo das propriedades medicinais de *Lentinula edodes* remonta à dinastia de Ming (1369-1644), onde os anciãos do Império Japonês o consideravam o “elixir da vida”, uma vez que aumentava o vigor e energia. (Bisen et al., 2010).

Os Japoneses descobriram, no estudo dos efeitos medicinais do shiitake, que este parecia ajudar na redução dos níveis sanguíneos de colesterol, atuavam no combate de alguns vírus e impulsionavam o sistema imunitário (Hill, 2010; Sabota, 2009). Também foi reconhecido que o *Lentinula edodes* é útil na prevenção do raquitismo e no alívio do excesso de ácido gástrico (Chang, 1996).

Os corpos de frutificação do shiitake têm sido aproveitados pela população asiática na medicina tradicional. A medicina moderna vem aproveitar derivados do shiitake mais puros e concentrados, como o Lentinan e o Lem (micélio do *Lentinula edodes*). No Japão, o Lentinan é classificado como uma droga, enquanto o Lem é classificado como um suplemento alimentar (Kwon & Hobbs, 2005).

Entre 80% a 85% dos produtos de cogumelos medicinais, provêm dos corpos de frutificação. Dos corpos de frutificação dos cogumelos *Lentinula edodes* comestíveis é isolada uma proteína: Lentinan (Chang, 2008; Ngai, 2003). O polissacarídeo Lentinan é grandemente conhecido como medicamento anticancerígeno no Japão (Chen, 2005; Stamets, 1993). Já foi usado experimentalmente em humanos e animais com resultados no cancro do intestino, no cancro dos ovários e no cancro do estômago, entre outros (Silva et al., 2010). O Lentinan é, ainda, capaz de inibir a proliferação das células leucêmicas (Ngai, 2003).

O Lem é um extrato em pó do micélio do shiitake, colhido antes do chapéu e do pé do cogumelo crescerem (Kwon & Hobbs, 2005). No Japão, o Lentinan foi aprovado para uso como uma droga para prolongar o tempo de vida dos pacientes sujeitos a quimioterapia para o cancro do estômago (Kwon & Hobbs, 2005).

Alguns estudos já atribuíram ao Lentinan e ao Lem atividade anti tumoral e antiviral, tanto em animais como em humanos, na medida em que reforçam o sistema imunitário. Por exemplo, a pacientes com cancro que estavam a realizar quimioterapia foi-lhe administrado Lentinan. Como resultado, o crescimento tumoral foi inibido, a eficácia da quimioterapia aumentou e as expetativas de vida do paciente aumentaram (Kwon & Hobbs, 2005).

No caso do vírus HIV, que constitui um dos principais desafios da medicina moderna, as fortes atividades antivirais do Lentinan e do Lem atraíram fortes atenções na comunidade médica, sendo que o último parece ser o mais forte dos dois. Enquanto atividade anti-bacteriana, é o Lentinan o composto mais promissor (Kwon & Hobbs, 2005). Silva et al. (2010) sintetizam os efeitos do consumo do shiitake: anticancerígeno (graças ao Lentinan), antioxidante (possui vitaminas e selênio); anti-infeccioso; hormona do crescimento (atrasa o envelhecimento); reduz o colesterol; reduz a pressão arterial; previne trombozes (nas artérias coronárias); diminui a viscosidade no sangue; e reduz o nível de açúcar no sangue. Wasser (2005) acrescenta que o shiitake é capaz de remover os lípidos da circulação, atuar na inflamação brônquica e na incontinência urinária. O mesmo autor assinala, igualmente, que o sucesso da terapia (no cancro) depende do tipo de cancro (localização), da saúde geral do indivíduo, do estado imunológico e hormonal, assim como da constituição do indivíduo. Como efeitos secundários, os autores Yang & Jong (1989, citado por Oei, 1993) identificaram que o Lentinan pode diminuir a coagulação do sangue, representando um risco para pessoas que sofram de hemorragias.

A estirpe e as condições de cultivo e crescimento do cogumelo vão determinar a qualidade e o conteúdo em substâncias fisiologicamente ativas (Bisen et al., 2010).

Em suma, o shiitake tem sido alvo de muitos estudos clínico em humanos, nas últimas décadas, acreditando-se que é benéfico em muitas doenças (Wasser, 2005). Apesar de existirem muitos estudos no âmbito dos efeitos terapêuticos do *Lentinula edodes*, há muito por conhecer no que diz respeito aos seus efeitos. Conclui-se, assim, que é necessária mais investigação envolvendo o aspeto funcional do cogumelo em questão (Bisen et al., 2010).

2.4 Produção do cogumelo shiitake em tronco

Na natureza, o shiitake cresce no cerne morto de troncos de árvore, em condições climáticas quentes e húmidas (Davis, 1997; Koske, 1998). Visto ser saprófita, apenas pode crescer em madeira morta, e não em árvores recém-cortadas contendo células vivas (Chen, 2004).

O facto de a produção do shiitake em tronco ser muito semelhante ao cultivo do shiitake na natureza justifica os baixos custos da sua produção (Oei, 1993).

O cultivo do cogumelo em troncos de madeira natural, que existe há mais de mil anos, é um negócio importante a nível agrícola e industrial na China, Japão e Coreia do Norte (Chang & Miles, 2004; Tokimoto, 2005). Ao longo dos anos, a produção da espécie *Lentinula edodes* sofreu alterações significativas, uma vez que foram introduzidas novas técnicas de produção. A produção em toros está, atualmente, a concorrer com a produção do shiitake em substrato utilizando sacos plásticos (Chang & Miles, 2004).

É claro e consensual que a produção em substrato “artificial” é mais rápida, mais controlável e mais rentável do ponto de vista económico, do que a produção em tronco (Sabota, 2007). Não obstante, Hill (2010) e Sabota (2007) realçam que os cogumelos shiitake que crescem em substratos artificiais possuem menor tempo de vida em prateleira, a sua textura é mais pobre e possuem menos propriedades medicinais do que a produção em tronco, o que justifica um preço mais elevado do shiitake produzido pelo método mais tradicional.

Um dos exemplos no que respeita às propriedades medicinais é o Lentinan, que possui uma mais-valia para os produtores de cogumelos em toros: estudos recentes mostraram que o Lentinan produzido em toros é cerca de 2,6 vezes melhor do que o de cogumelos produzidos com substrato (Sabota, 2007).

Tokimoto (2005) constata que o cultivo envolvendo a floresta - cultivo em tronco – tem vantagens em relação ao cultivo em substrato de serradura artificial. Além disso, o primeiro método requer menos cuidado e trabalho, produzindo shiitake seco ou fresco, enquanto no segundo método é mais comum a produção de shiitake fresco.

Sintetizando as fases da produção de shiitake, segundo Hill (2010), referem-se:

1) Seleção e preparação dos toros; 2) Inoculação dos toros; 3) Incubação; 4) Frutificação; e 5) Colheita.

Se as fases anteriores forem agrupadas, encontrar-se-á uma primeira fase - fase vegetativa - que envolve a preparação da cultura e do inóculo, e a inoculação dos toros de madeira. A segunda fase – reprodutiva - implica a manipulação do substrato para o desenvolvimento do cogumelo (Chang, 2008).

Os métodos de cultivo do shiitake têm evoluído de acordo com a variação das condições ambientais, pelo que o método pode ser mais ou menos adaptado, consoante o país ou região de produção (Tokimoto, 2005).

Para além das condições físico-químicas, como o pH, humidade e teor de hidratos de carbono do toro de madeira, Hill (2002) refere que o desenvolvimento do cogumelo vai depender de vários fatores como a espécie, diâmetro e comprimento dos toros, a estirpe do fungo, a densidade do micélio inoculado, o mês da inoculação, as condições climáticas (especialmente a precipitação).

2.4.1 Substratos

Existem várias árvores usadas na produção do cogumelo shiitake (Royse, 2001; Sabota, 2009). Os troncos cortados para o cultivo de cogumelos designam-se por toros e, para permitir o desenvolvimento de *Lentinula edodes*, devem provir de árvores vivas e saudáveis (Chang & Miles, 2004; Davis & Harrison, 1997; Sabota, 2007).

As espécies de árvores selecionadas para o cultivo do shiitake influenciam o rendimento global dos cogumelos e a probabilidade de contaminação, sendo que o local onde cada árvore cresce pode influenciar o conteúdo nutricional dos toros (Sabota, 2007). Um dos maiores determinantes do sucesso na produção é a compatibilidade entre a estirpe e o substrato (Chen, 2004; Levanon, 1993).

O substrato suporta o crescimento, desenvolvimento e frutificação do micélio do cogumelo (Chang, 2008) e consiste em madeira de um largo espetro de árvores, como o carvalho, o castanheiro, a faia, entre outros, num clima quente e húmido (Anderson & Marcouiller, 1990; Wasser, 2005).

Os toros são maioritariamente constituídos por polissacarídeos, que são decompostos pelo micélio do shiitake e usados como fonte de energia. O conteúdo nutricional da madeira é importante no crescimento do micélio, na decomposição da madeira e na frutificação. Fisicamente, o toro é constituído por casca, borne e cerne (Tokimoto, 2005).

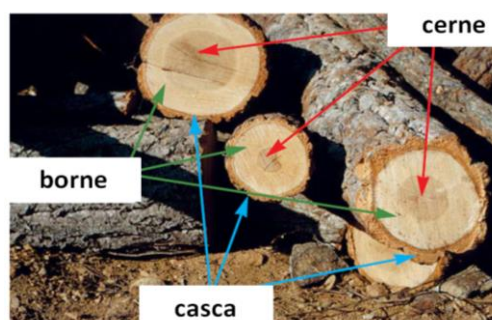


Figura 2. Constituição da madeira (adaptado de Tokimoto, 2005)

O borne distingue-se do cerne pela sua cor mais clara. Uma vez que o micélio coloniza o borne (pela maior disponibilidade de polissacarídeos) e dificilmente cresce no cerne, os produtores têm interesse em selecionar toros com um borne mais amplo (Sabota, 2009; Tokimoto, 2005). Assim, os toros a usar no cultivo da *Lentinula edodes* devem pertencer a espécies de árvores que contenham nutrientes suficientes para os fungos e devem possuir um borne suficientemente grande, uma pequena área de cerne e uma casca protetora em bom estado, sem podridão no interior (Bruhn et al., 2009; Chang & Miles, 2004).

Os substratos naturais correspondem, no geral, a troncos e ramos onde o cogumelo é inoculado diretamente, sem a realização de tratamentos de esterilização. O corte das árvores deve ser feito no período dormente, preferivelmente no inverno tardio ou no início da primavera, por duas importantes razões: o micélio do shiitake requer carboidratos (e estes estão no seu nível mais elevado quando as árvores estão dormentes) e a casca dos toros deve estar intacta (Davis & Harrison, 1997; Tokimoto, 2005). De facto, no período de repouso vegetativo, a seiva rica em açúcar está a aumentar nas árvores para nutrir os rebentos e as novas folhas (Hill, 2013a). Uma vez que os cogumelos se nutrem dos carboidratos da madeira, o corte tem lugar quando o conteúdo de nutrientes do tronco é elevado (Chen, 2004). Ainda, é importante lembrar que o conteúdo de humidade e casca da madeira têm de ser mantidos em boas condições até ao momento da inoculação do fungo (Davis & Harrison, 1997) e o toro deve ser protegido da dessecação por ação do vento e/ou do sol (Bruhn & Hall, 2008).

2.4.2 Seleção e preparação dos toros

Segundo Sabota (2009), as árvores devem ser cortadas 7 dias antes do dia previsto para a inoculação. Os toros podem ser depois cortados ao tamanho adequado e movidos para o local de inoculação imediatamente. Para Hill (2013a), os toros devem ser selecionados cuidadosamente e o espaço de tempo entre o corte e a inoculação dos troncos pode chegar às duas semanas. Royse (2001) alarga o período anterior, fixando-o no intervalo 15 dias – 30 dias.

É possível, no caso de não serem utilizados troncos frescos, hidratar os mesmos através da sua imersão em água por um período mínimo de 72 horas. Posteriormente, deve ser verificado se o teor de humidade se encontra nos valores desejáveis (Silva et al., 2010).

Os toros devem ser manipulados com cuidado para evitar o contacto com o solo e os danos da casca (Beetz & Kustudia, 2004), podem ser cortados com o comprimento de 1 metro, estes serão mais eficientes se possuírem diâmetros rondando os 10 a 15 centímetros (Silva et al., 2010).

Segundo Silva et al. (2010), os troncos devem ser perfurados no sentido longitudinal da sua superfície, utilizando uma broca (Figura 3). As perfurações longitudinais devem estar separadas entre si cerca de uns 10 centímetros, estendendo-se por toda a largura do ramo e a 5 centímetros dos extremos. Por outro lado, as extensões perimetrais estarão separadas por uma distância de 6 centímetros. Os orifícios têm uma profundidade de 5,5 centímetros e um diâmetro de 1 centímetro e devem ver-se livres de qualquer resíduo para evitar contaminações.

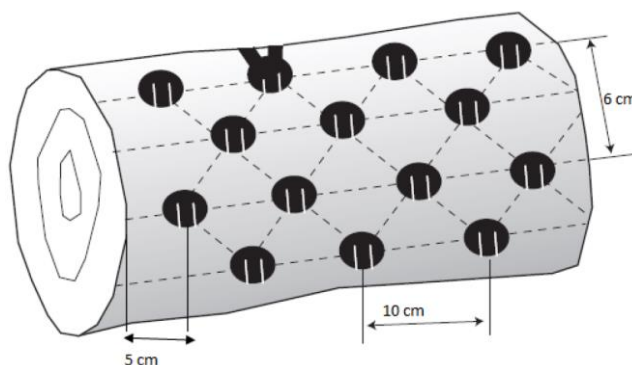


Figura 3. Matriz de perfuração (Silva et al., 2010)

Para Chang e Miles (2004), a matriz de perfuração é um pouco diferente, sendo que os buracos estão espaçados 20 a 30 centímetros na direção do eixo do toro, com 5 a 6 centímetros de intervalo entre cada linha do eixo. Tal como na matriz de Silva et al. (2010), os buracos estão ordenados num padrão alternado. A distância entre cada buraco de linhas consecutivas na direção do eixo mais curto é de 12 centímetros.

Para o trabalho de perfuração, é necessário um suporte – mesa de trabalho ou cavalete – devido ao peso e forma irregular dos toros. O berbequim para perfuração deve ser um berbequim de alta velocidade (4000 a 8000 rpm) e deve possuir um batente para prevenir que o buraco fique demasiado fundo (Hill & Szymanski, 2010). Na opinião de Chang e Miles (2004), os buracos devem ter entre 1 a 1,5 centímetros de diâmetro e 1,5 a 2 centímetros de profundidade (pelo menos 1 centímetro na madeira abaixo da casca).

2.4.3 Inóculo e estirpes de *Lentinula edodes*

O micélio é a parte vegetativa do cogumelo que consiste numa rede de finos filamentos ou hifas de cor branca (Sabota, 2009). É produzido pelo cogumelo na sua fase de crescimento mais vigorosa (Chen, 2005).

O inóculo é chamado de micélio e existe maioritariamente na forma de serragem e na forma de cavilhas (Hill, 2010). O micélio do fungo obtido através de serragem é designado por micélio de serragem. A serragem pode provir de várias árvores e outros subprodutos agrícolas. Existem, pelo menos, trinta tipos de serragem, contudo nem todos são igualmente bem digeridos pelas enzimas do cogumelo. No geral, árvores de folha larga constituem a melhor fonte de serragem para o micélio de shiitake. O micélio de serragem incuba mais rapidamente que o micélio de cavilha (Kang, 2005).

O micélio de cavilha consiste em peças em forma de cunha ou peças cilíndricas de madeira que, quando podem ser marteladas ou empurradas para os orifícios abertos nos toros (Chang & Miles, 2004). As cavilhas são feitas de madeira dura e resistem bem às condições climáticas quentes. Têm a vantagem de poder ser armazenadas por um período maior que o micélio de serragem e representam um método mais simples de inoculação (Kang, 2005).

Kang (2005) destaca ainda um terceiro tipo de micélio – o micélio de grão, que é usado para o cultivo do cogumelo em sacos de plástico.

Os critérios de qualidade do micélio são o vigor do micélio e a quantidade de corpos de frutificação produzidos (Kang, 2005). O vigor do micélio é influenciado pela origem da estirpe, pelas matérias constituintes do substrato e pela duração e temperatura de armazenamento (Oei, 1993).

O micélio de alta qualidade deve ser microbiologicamente puro e não deve ser misturado com outros microrganismos nem outras estirpes de cogumelos. A estirpe deve ainda apresentar as suas características próprias, como a forma e a cor (Kang, 2005).

As diferentes estirpes possuem características específicas, tais como a temperatura a que frutificam melhor, ou o aspeto do chapéu ou do corpo de frutificação. Variam na sua habilidade para colonizar a madeira, na sua tolerância à temperatura e humidade, no seu tempo de frutificação e na qualidade e quantidade produzida, entre outros (Bruhn & Hall, 2008; Campbell & Racjan, 1999; Sabota, 2009).

As estirpes de shiitake caracterizadas com base nos requisitos da temperatura de frutificação dividem-se em estirpes de:

- Baixas temperaturas (menos de 10°C);
- Temperaturas médias (10-18°C);
- Temperaturas elevadas (temperaturas acima dos 20°C); e
- Estirpes de ampla gama de temperaturas (5-35°C) (Bruhn et al., 2009; Chang & Miles, 2004; Tokimoto, 2005).

As estirpes de ampla gama de temperaturas podem ser cultivadas num amplo leque de temperaturas e são uma boa escolha para produtores de shiitake principiantes. No caso do cultivo em toros, a inoculação primaveril pode produzir no outono seguinte, e a inoculação no outono pode produzir na primavera seguinte.

Lentinula edodes pertence aos cogumelos de baixa temperatura, mas alguns podem frutificar a temperaturas mais elevadas (Chang, 2008). Estirpes de baixas temperaturas crescem normalmente mais devagar e produzem cogumelos grossos e grandes (Kang, 2005).

Para frutificarem em tempo quente, as estirpes de alta temperatura são mais aconselhadas, pois o período de incubação tende a ser mais curto. Contudo, o período de frutificação também acaba mais cedo (Tokimoto, 2005). Cogumelos que frutificam a alta temperatura, geralmente, crescem mais depressa e possuem um chapéu maior e mais fino. Os seus corpos de frutificação abrem facilmente e tornam-se cogumelos planos, que são considerados de baixa qualidade (Chang, 2008).

Não existe uma estirpe que produza corpos de frutificação durante o ano todo, pelo que, caso se pretenda uma produção contínua de *Lentinula*, devem ser combinadas várias estirpes diferentes (Chang & Miles, 2004). Deve proteger-se os toros do clima demasiado quente, através da sombra, e do clima demasiado frio, como numa estufa aquecida (Hill, 2010; Sabota, 2009). Assim, entende-se que algumas estirpes são preferíveis para o cultivo no interior em relação ao cultivo no exterior (Bruhn & Hall, 2008). As diferentes estirpes também devem ser testadas, assim como diferentes tipos de madeira, de forma a concluir-se quais as que funcionam melhor em condições particulares (Hill, 2013b).

2.4.4 Produção ao ar livre e em condições protegidas

A produção do cogumelo japonês pode realizar-se em diferentes ambientes. Na sua forma natural, o shiitake frutifica preferencialmente no outono e na primavera. Se as condições climáticas foram favoráveis, a produção é praticamente anual (Silva et al., 2010).

Segundo Sabota (2007), a produção exterior por si só não permite a produção durante todo o ano. Tal pode ser contornado com a inoculação com várias estirpes sazonais, que alargarão a produção através da frutificação até quatro vezes por ano. Contudo, e segundo a mesma autora, à produção no exterior estão associados vários riscos tais como as condições meteorológicas, as pragas (incluindo animais selvagens), o furto e a perda de humidade.

Quando as condições climáticas não são as mais favoráveis, o cultivo no interior pode ser útil para produzir cogumelos noutras estações – primavera e verão – ou para intensificar a produção (Leatham, 1982). Por outras palavras, a produção no interior pode ocupar os intervalos em que há um desfasamento com a frutificação no exterior (Beetz & Kustudia, 2004).

Uma vez que o desenvolvimento dos cogumelos é muito mais rápido durante o tempo quente do que quando o tempo está frio (Bruhn & Hall, 2008), entende-se que a produção durante todo o ano pode ser conseguida com a presença de uma estufa e sob condições controladas (Anderson & Marcouiller, 1990; Silva et al., 2010).

O cogumelo shiitake pode crescer no interior de abrigos ou no exterior ao ar livre, em vários tipos de madeira. No cultivo em toros no exterior, num ambiente com sombra adequada, inicia-se uma prática agrícola florestal (Bruhn & Hall, 2008). Embora possa desenvolver-se em ambos os meios, Chen (2004) afirma que o cultivo em troncos prefere um ambiente protegido e controlado, no interior de abrigos ou estufas.

Bruhn e Hall (2008) explicitam o processo de produção no interior, dando relevo aos níveis de sombra e de luminosidade, à ventilação e à temperatura. Afirmam, assim, que as condições anteriormente mencionadas necessitam de ser controladas, por forma a recriar o ambiente de frutificação que se regista ao ar livre.

O aquecimento de uma estufa pode ser feito de forma mais ecológica, como o comprovaram os proprietários da "Ozark Forest Mushrooms" nos Estados Unidos - Dan Hellmuth e Nicola McPherson, que construíram uma estufa com um piso de calor

radiante que permite uma temperatura adequada ao cultivo durante o inverno. Para o aquecimento, usam toros inoculados com shiitake, em fim de vida. Desta forma, segundo estes autores, aproveitam-se os recursos florestais ao longo do tempo utilizando madeira gasta em cogumelos com elevado valor, que depois se transforma em combustível (Bruhn & Hall, 2008).

2.4.5 Inoculação

A inoculação consiste na colocação do micélio no toro para que colonize e cresça através da madeira (Anderson & Marcouiller, 1990; Davis & Harrison, 1997; Leatham, 1982). Esta etapa concretiza-se imediatamente após a preparação dos furos, de forma a evitar a dessecação e a contaminação por outros fungos (Bruhn & Hall, 2008; Davis & Harrison, 1997; Piccinin, 2000). Caso não seja respeitado o tempo entre o abate da árvore, o seu corte e a inoculação, o inóculo pode não sobreviver, pois as defesas químicas naturais das árvores contra as invasões podem ainda estar ativas e podem impedir o crescimento do fungo (Leatham, 1982; Sabota, 2007).

De forma resumida, o processo consiste na realização de buracos no toro, no seu enchimento com o inóculo e, por último, na sua cobertura com um material de selagem (Anderson & Marcouiller, 1990). Todo o processo deve realizar-se à sombra, a fim de conservar a humidade dos toros e a evitar a exposição direta do inóculo ao sol (Bruhn & Hall, 2008; Leatham, 1982). Após inoculados, os toros são posicionados de forma a permitir o desenvolvimento dos fungos (Barney, 2009).

Uma vez que o tronco não é estéril, é importante introduzir o substrato em vários pontos distribuídos ao longo da superfície do tronco, que por sua vez não possua sinais de apodrecimento (Leatham, 1982).

Normalmente, os toros são inoculados no inverno tardio ou na primavera, quando possuam um teor de humidade entre os 35% a 55% (Davis & Harrison, 1997). Para além do controlo da humidade, se o inverno tiver sido muito seco, é recomendado que sejam embebidos em água imediatamente antes ou após a inoculação (Hill, 2013a).

A temperatura ótima de crescimento situa-se entre os 20°C e os 30 °C, embora o micélio possa sobreviver entre os 4°C e 40°C, consoante a espécie (Silva et al., 2010; Chang, 2008). Na opinião de Przyblowicz e Donoghue (1990, citado por Campbell & Racjan, 1999), a temperatura é um dos fatores mais importantes, fixando a temperatura

ideal nos 25°C. Chang (2008) refere que *Lentinula edodes* pertence aos cogumelos de baixa temperatura, requerendo algumas flutuações para formar os corpos de frutificação. Embora existam variedades que frutificam a temperaturas mais elevadas, o micélio para de se desenvolver acima dos 34°C (Chen, 2005).

Para o processo de inoculação em toros, apesar de ser possível introduzir o inóculo manualmente, o processo é mais eficiente com uma seringa, diminuindo assim o risco de contaminação (Hill e Szymanski, 2010). No caso da inoculação à mão, devem ser usadas luvas cirúrgicas de borracha para eliminar a contaminação do micélio devido às mãos, bem como para proteger as mãos da longa exposição ao micélio. Ao usar uma seringa, o método é mais simples, uma vez que a ferramenta possui uma carga de mola, usada para libertar a serragem nos furos com o polegar ou a palma da mão (Hill, 2010a).



Figura 4. Seringa inoculadora (Koske, 1998)

Em alternativa, já existem máquinas modernas que utilizam ar comprimido para inserir o micélio no orifício e que o tapa com um tampão de isopor, em simultâneo (Kang, 2005).

É também importante relembrar que, uma vez que os toros vão produzir durante vários anos, devem estar identificadas com a espécie de árvores, estirpe e data (Hill & Szymanski, 2010). As estirpes frutificam a diferentes temperaturas, pelo que etiquetar as mesmas, ajuda a saber quando cada estirpe deve ser embebida (Sabota, 2007).

Quanto à humidade do toro, no momento da inoculação, Sabota (2007) salienta que o micélio, quando inoculado, tem geralmente um maior teor de humidade que a madeira, pelo que este vai movimentar-se para a madeira, podendo levar à secagem e morte do micélio. Assim, é necessário fornecer um ambiente fresco e húmido aos toros recentemente inoculados.

A etapa seguinte à inoculação é a selagem dos orifícios. A selagem corresponde ao processo de proteção da contaminação e perda de humidade, através da aplicação de cera quente (Chen, 2004; Leatham, 1982; Sabota, 2007). Este procedimento pode matar o micélio à superfície, mas ao arrefecer depressa, a maioria do micélio não é afetada (Sabota, 2007). A cera utilizada pode ser parafina, cera de queijo ou cera de abelha e

deve estar muito quente quando aplicada, para garantir uma selagem hermética e flexível (Davis & Harrison, 1997; Sabota, 2007). No caso da produção biológica de cogumelos, deverá utilizar-se cera de abelha biológica.

Tendo sido concretizada a inoculação, não há necessidade de repetir o processo. O micélio vai crescer até não existir mais alimento disponível (Hill & Szymanski, 2010). Os toros produzirão entre seis meses a dozes meses após a inoculação (Stamets, 1993). Royse (2001) é da opinião que carecem os estudos acerca do procedimento inerente ao cultivo do shiitake, que visem reduzir o período de inoculação e os intervalos entre ciclos de produção, conseguindo assim diminuir o custo de produção e aumentar a colheita.

Após a inoculação, segue-se o posicionamento dos toros de forma favorável ao desenvolvimento micelial (Chang & Miles, 2004).

2.4.6 Incubação

Finda a fase de inoculação, os toros devem ser empilhados e deve ser dado tempo ao fungo para se espalhar através do borne (Davis & Harrison, 1997). O crescimento do micélio deve ser observado a cada 30 dias, observando a sua mudança de cor que passa de clara a branco puro. Embora no inverno o procedimento seja mais demorado, na primavera pode demorar apenas uma ou duas semanas (Sabota, 2007). Enquanto o micélio coloniza o substrato, o produtor deve manipular o ambiente de forma a favorecer o crescimento micelial, inibindo infeções por fungos contaminantes (Beetz & Kustudia, 2004; Leatham, 1982).

A manipulação do ambiente é de extrema importância, como o constata Anderson e Marcouiller (1990), afirmando que “monitorizar e manter condições ambientais durante o período de incubação é um ponto crítico no processo de produção”. Na mesma linha de pensamento, Davis e Harrison (1997) afirmam que a produtividade dos toros depende de quão bem o fungo se estabelece no substrato, no seu desenvolvimento.

Os aspetos a ter em conta, na fase de incubação, são a humidade, a sombra e as pragas (Chang & Miles, 2004; Hill, 2013c). Tokimoto (2005) refere, ainda, a temperatura, a estirpe e as propriedades do toro como aspetos decisivos na sua colonização.

Relativamente à humidade, o shiitake desenvolve-se melhor quando o teor de humidade da madeira é de pelo menos 35% a 45%. Quando o teor de humidade desce para valores inferiores a 35% ou sobe acima de 60%, o crescimento torna-se pobre (Anderson & Marcouiller, 1990; Bruhn & Hall, 2008; Davis & Harrison, 1997). Na perspetiva de vários autores (Silva et al., 2010), a humidade relativa deve ser superior aos valores anteriores, situando-se entre os 70% e 80%. De modo a evitar que os toros desidratem, o controlo da humidade do toro deve ser feito através da seleção de toros de referência de cada espécie vegetal inoculada, que são pesados regularmente, determinando-se em seguida a percentagem de humidade (Davis & Harrison, 1997; Sabota, 2007).

Autores como Sabota (2007) ou Davis e Harrison (1997) indicam que o teor de humidade é influenciado por vários fatores como:

- Espécie vegetal e diâmetro do toro (árvores de casca grossa como o carvalho absorvem água através da casca melhor do que as árvores de casca fina, embora as últimas transportem melhor a água para as extremidades);

- Quantidade e duração da sombra;
- Quantidade de chuva;
- Velocidade e duração dos períodos de vento;
- Sentido da exposição (norte/sul);
- Vegetação circundante.

Se os toros começarem a secar, perdem vitalidade e ficam mais suscetíveis a contaminações por outros fungos indesejáveis. De facto, a radiação proveniente do sol estimula o micélio nos meses mais frios mas, por outro lado, pode também aumentar a temperatura no interior ao ponto de inativar o micélio. A falta de calor proveniente do sol pode resultar num excesso de humidade, o que também não é desejável. Por esta razão, a circulação do ar é muito importante (Sabota, 2007).

Os toros que estiverem no exterior podem ser cobertos com um material poroso que permita a entrada de ar húmido. Na verdade, a sombra produzida pela colocação de plásticos é considerada a melhor forma de obter sombra de forma artificial, pois é um material leve, tem uma elevada durabilidade e baixo custo e permite ainda uma boa circulação de ar (Sabota, 2007). No entanto, face a uma temperatura exterior superior a

15°C, os plásticos devem ser removidos (Tokimoto, 2005). Se for usada rede de sombra, esta permitirá que a chuva penetre através da pilha de toros inoculados (Hill, 2002).

A temperatura ótima de incubação situa-se entre 24°C-28°C, sendo que valores inferiores atrasam o crescimento, e temperaturas superiores podem ocasionar a morte do micélio (Silva et al., 2010; Thongnaitham, 2012).

Em termos de luminosidade, o fungo *Lentinula edodes* não necessita de luz durante a fase de colonização do substrato, sabendo-se que em condições de luz fraca e difusa, o micélio cresce melhor do que sob uma luz mais forte (Chen, 2005). Pelo contrário, na fase de frutificação são necessários períodos de luz e escuridão (Silva et al., 2010).

Uma vez que os cogumelos são organismos aeróbios, necessitam de oxigénio (Silva et al., 2010). Uma fraca concentração de oxigénio representa uma concentração superior de dióxido de carbono, contribuindo para o atraso do crescimento do micélio (Oei, 1993). Em concordância com a necessidade de oxigénio está a necessidade de ventilação, situação que pode levar o produtor a rodar ou mover os toros de lugar, permitindo assim uma aeração adequada (Silva et al., 2010).

Todas as condições anteriormente mencionadas determinam qual a melhor forma de empilhamento dos toros, em função das condições ambientais. Bruhn e Hall (2008) referem que a orientação apropriada depende da habilidade do produtor para proteger os toros do vento e do sol, pelo que poderão ser empilhados de várias formas durante o período de incubação. Dependendo do tipo de madeira, do seu diâmetro, da humidade e da temperatura, o período de incubação do substrato demorará entre 6 a 18 meses (Barney, 2009).

Após a inoculação, os toros são transferidos para um pátio, que é geralmente mais frio e mais húmido que a área de inoculação, onde são empilhados. O local escolhido deve estar virado para sul ou sudeste com uma ligeira inclinação, receber 30% da luz solar através dos ramos das árvores, possuir uma boa ventilação e pouca humidade (Chang & Miles, 2004).

Segundo Hill (2013c), os métodos recomendados para o empilhamento dos toros são: *Firehood*, *Lean-to*, *Teepee* e *Log cabin* (Figuras 10 a 13).



Figura 5. Empilhamento *Firewood* (Hill, 2013c)



Figura 6. Empilhamento *Lean-to* (Hill, 2013c)



Figura 7. Empilhamento *Teepee* (Hill, 2013c)



Figura 8. Empilhamento *Log cabin* (Hill, 2013c)

De acordo com Silva et al. (2010), na primeira forma de empilhamento apresentado, os troncos devem permanecer em filas homogêneas (5 a 10 filas) evitando o contacto direto com o solo. Hill (2013c) e Leatham (1982) referem que a base é composta por quatro ou cinco troncos com algum espaço entre eles de forma a facilitar o fluxo de ar e a manutenção da humidade.

No empilhamento *Lean-to* (Figura 6) é colocado um toro na horizontal no final de cada alinhamento de aproximadamente cinco toros (Hill, 2013c).

Quando os troncos se encontram na vertical, (Figura 7) encostados a um suporte central, está-se perante um empilhamento *Teepee* (em forma de tenda) (Hill, 2013c), existindo um ângulo de 45 a 60° com o chão (Sabota, 2007). Este empilhamento é adequado quando o desenvolvimento do micélio está quase completo, pelo que os toros são mantidos nesta forma durante o período de frutificação e colheita (Tokimoto, 2005).

O empilhamento representado na Figura 8 – *Log cabin* – usa-se essencialmente quando se aproxima o momento da colheita. Consiste na colocação de dois toros distanciados de 1 metro numa base de suporte. Seguidamente, são colocados dois toros em sentido contrário, em cada ponta. Esta disposição forma um espaço amplo no centro.

Nesta fase, os toros devem ser cobertos com um plástico até os cogumelos começarem a aparecer (Hill, 2013c).

De uma forma geral, o empilhamento com uma boa ventilação é recomendado para toros húmidos, enquanto o empilhamento próximo é mais aconselhável para toros secos (Tokimoto, 2005). De acordo com as temperaturas, os toros empilhados no inverno devem ser empilhados afastados e posicionados para que recebam a maior quantidade de luz solar possível, de modo a aumentar a temperatura do toro. Em oposição, no verão, os toros devem ser empilhados num local com sombra, mais verticalmente e mais próximos, de forma a reduzir a sua temperatura (Sabota, 2007).

Tokimoto (2005) considera, como forma primária de empilhamento, o *Bulk* (Figura 14). É um tipo de empilhamento muito denso que permite a manutenção da temperatura próxima dos 10°C-20°C e a humidade nos 80-90%. Ao fim de dois meses, é necessário um novo empilhamento.



Figura 9. Empilhamento *Bulk* (Tokimoto, 2005)

Autores como Piccinin (2000) sugerem que sejam feitas inversões das pilhas de toros (trocas cima-baixo), trocas na diagonal e rotação de 180°C da pilha, com o propósito de oferecer condições semelhantes a todos os toros durante a produção.

Condições como a chuva, que provocam um aporte excessivo de água, tendem a atrasar o crescimento do micélio (Tokimoto, 2005). Nos meses de inverno há geralmente chuva que chegue para estabilizar a humidade (Sabota, 2007). Por outro lado, se o clima se tornar extremamente seco, é necessário molhar os toros. Recorde-se que o cogumelo é constituído por 90% de água, pelo que é necessário água para o seu crescimento.

A irrigação deve ser feita o maior número de vezes possível e com um pequeno volume de água, dependendo das condições de temperatura e humidade que ocorram durante o dia (Piccinin, 2000). Davis e Harrison (1997) referem que os toros devam ser regados ou imersos quando o conteúdo de humidade descer para valores de 40% e não houver chuva durante um período de duas a três semanas, devendo a água de regas ter uma temperatura inferior à dos toros inoculados (Koske, 1998). Na perspetiva de Davis e Harrison (2007), sendo necessário aumentar a humidade dos toros, estes devem ser imersos.

Relembre-se que a superfície da casca deve ser mantida seca entre as regas (Bruhn & Hall, 2008), o que se consegue com uma boa circulação de ar que previne a contaminação por outros fungos.

O período de incubação e colonização dos toros não está plenamente definido entre os autores. Para Leatham (1982) o shiitake apenas é capaz de frutificar após uma colonização de um a dois anos. Para Koske (1998) e Royse (2001), o período de incubação demora 6 a 10 meses, enquanto para Davis e Harrison (1997) o desenvolvimento do micélio demora entre 6 a 18 meses.

O desenvolvimento do micélio verifica-se com o crescimento de um micélio branco que se espalha lentamente pelo toro. Torna-se mais vigoroso, atingindo o borne e as extremidades do substrato (Chang & Miles, 2004; Sabota, 2008). A velocidade de produção de shiitake é de 1 milímetro por dia (Piccinin, 2000) e o branco observável nas extremidades do toro indicam que o desenvolvimento do micélio está completo, e que o toro está pronto para iniciar a produção de cogumelos (Hill, 2002).

Deve ter-se em conta que o aparecimento de bolores na superfície é bastante comum, sobretudo se o clima for demasiado húmido. Se a área afetada for pequena, deve ser limpa com um desinfetante; se a área for grande, os troncos devem ser desinfetados de maneira a evitar a proliferação de agentes contaminantes (Chang & Miles, 2004; Silva et al., 2010). Também deve ser drenada a água para fora do empilhamento e os toros devem ser separados para existir mais espaço entre eles.

Tal como acontece nas culturas de campo, se a área for continuamente utilizada para a mesma cultura, os contaminantes e pragas vão incidir com mais facilidade (Sabota, 2007).

2.4.7 Frutificação

A produção de cogumelos concretiza-se após os fungos do shiitake colonizarem o tronco. O tempo entre a inoculação e a frutificação tem uma duração variável, consoante a estirpe inoculada, a espécie de árvore, a taxa de inoculação e as condições de incubação (Anderson & Marcouiller, 1990).

Após estarem totalmente incubados, os toros são geralmente transferidos para um espaço onde as condições específicas contribuem para a frutificação (Tokimoto, 2005). Com o intuito de providenciar mais espaço para o crescimento dos cogumelos e para facilitar a colheita, muito produtores optam por voltar a empilhar os toros antes que ocorra a frutificação (Davis & Harrison, 1997).

Para frutificarem, os toros necessitam de bastante humidade, temperatura e luminosidade controladas, e uma boa circulação de ar (Chang & Miles, 2004; Leatham, 1982). As temperaturas ideais para que ocorra a frutificação variam entre 8°C a 22°C (Leatham, 1982). Na opinião de Tokimoto (2005), a faixa ideal é de 5°C a 20°C, sendo que cada estirpe possui a sua temperatura ideal de frutificação (Tokimoto, 2005). Outros autores, como Silva et al. (2010) consideram ainda que as melhores temperaturas para a frutificação são as que estão compreendidas entre os 18°C e os 25°C.

Temperaturas mais altas ou mais baixas do que as temperaturas ótimas da estirpe tem como consequência a obtenção de corpos de frutificação de menores dimensões (Tokimoto, 2005).

Koske (1998) e Silva et al. (2010) determinam que noites frias, seguidas de dias quentes e humidade relativa alta, de pelo menos, 85% a 90% representam ótimas condições de frutificação. Além de elevada, a humidade deve também ter um carácter constante (Leatham, 1982). A humidade excessiva vai diminuir a qualidade de cogumelos produzidos e a baixa humidade e vento provocam a desidratação dos toros e do micélio parando o período de crescimento dos cogumelos (Davis & Harrison, 1997).

Quanto à luz e arejamento, Anderson e Marcouiller (1990) concordam que a área de frutificação deve ter um ligeiro aumento da luz e circulação de ar quando comparada com a área de incubação, mas deve continuar protegida de ventos e luz solar direta (Anderson & Marcouiller, 1990). De facto, um bom arejamento consegue-se com ventilação constante com ar externo filtrado (no caso de produção no interior). A exposição solar direta deve ser evitada, sendo que Silva et al. (2010) recomendam um

período inicial de 10 horas de luz e 14 horas de escuridão, até aparecerem os primórdios. Uma vez que estes apareçam, o período de luz deve aumentar em duas horas.

O aparecimento dos primórdios, como referem Komatsu e Tokimoto (1982, citado por Tokimoto, 2005), constitui o primeiro passo da fase reprodutiva. O primórdio é uma massa de micélio de aproximadamente dois a cinco milímetros de diâmetro, que se forma na casca interna dos toros.

O número de primórdios formados tende a corresponder ao número de corpos de frutificação futuros que, quando forem suficientemente grandes, serão colhidos (Tokimoto, 2005). De um modo geral, os toros produzirão cogumelos na primavera e no outono, embora o período de frutificação possa ser estendido no inverno pela colocação dos troncos no interior (Anderson & Marcouiller, 1990). Caso os toros sejam colocados na floresta (ou ao ar livre), frutificarão naturalmente quando as condições climáticas e de humidade mudarem na Primavera e no Outono (Sabota, 2007; Tokimoto, 2005). Segundo Leatham (1982), a frutificação ocorre primeiramente nas estações mais húmidas e frias – outono e inverno – sendo que continuará, a partir daí, a frutificar na primavera e no outono.

Os corpos de frutificação que se desenvolvem lentamente na primavera a uma temperatura relativamente baixa constituem um produto de elevada qualidade chamado *donko* ou *dong-gu* (Chang & Miles, 2004).

Algumas alterações bruscas das condições ambientais são facilitadoras da frutificação. Davis e Harrison (1997) assinalam a combinação de temperaturas quentes e muita chuva, como promotores do desenvolvimento micelial, e uma súbita mudança na temperatura ou humidade como fatores que desencadeiam uma resposta de frutificação.

Enquanto há produtores que permitem um crescimento natural dos cogumelos, outros preferem estimular a sua frutificação (Beetz & Kustudia, 2004).

Uma vez que é visível o micélio branco, Hill (2010c) sugere que os toros sejam mergulhados em água durante a noite, para estimular a frutificação. A estimulação ou indução da frutificação realiza-se no sentido de aumentar a produção e é, frequentemente, concretizada com embebedimento dos toros (Bruhn et al., 2009; Sabota, 2007). O princípio é simples: a imersão altera a disponibilidade de nutrientes e cria

stress, que provoca a passagem do micélio do estado vegetativo para o estado reprodutivo (Koske, 1998).

O local de imersão dos toros pode ser um tanque ou piscina cheio de água potável, que seja fácil de limpar. Uma vez terminado o processo de indução, o local deve ser desinfetado para uma posterior utilização (Silva et al., 2010).

Para Chang e Miles (2004), existe mais um método de indução da frutificação, que é o uso da estufa em condições controladas. Neste método, as pilhas são colocadas numa estufa com temperatura entre os 15°C e os 20°C e humidade entre os 80% a 90%, no inverno. No método envolvendo embebedimento, os autores consideram que os toros podem ser regados ou imersos num tanque com água durante 2 a 3 dias no inverno (água a 10°C-15°C) e 1 dia no verão (água a 15°C-18°C). Os autores Silva et al. (2010) consideram um período de indução de 24 a 48 horas a temperaturas entre os 5°C e os 10°C.

Note-se que se a estirpe em questão for de clima frio, a frutificação será induzida em dezembro ou janeiro através do embebedimento dos toros em água quente (Sabota, 2007) e que quanto maior a diferença entre a temperatura da água e a temperatura ambiente, menor o tempo de imersão necessário (Anderson & Marcouiller, 1990). Na perspetiva de Piccinin (2000), a indução da frutificação possui duas vertentes: o choque térmico e o choque mecânico. O choque térmico corresponde ao embebedimento dos toros, e a temperatura da água deve ser 10°C inferior à temperatura ambiente. Após o choque, os toros devem permanecer na posição vertical (ligeiramente inclinadas) e com um espaçamento de 15 centímetros para permitir o crescimento dos cogumelos. O choque mecânico consiste no batimento do toro contra uma superfície dura, como por exemplo o solo.

Após a indução da frutificação e da colocação dos toros numa área de frutificação, os toros secam e iniciam a fase de desenvolvimento dos primórdios (Sabota, 2007). Estes desenvolvem-se nos primeiros 3 a 7 dias após o choque térmico (Piccinin, 2000; Chang & Miles, 2004; Silva et al., 2010).

A indução da frutificação apresenta vantagens e desvantagens. Por um lado, o produtor pode mais facilmente controlar a produção e garantir as necessidades do mercado, mas por outro lado os toros que são forçados para produzir demasiados cogumelos tenderão a ter um menor tempo de vida, e irão produzir, no global, menos

cogumelos e de menores dimensões (Bruhn & Hall, 2008). Adicionalmente se os toros forem induzidos a frutificar demasiado cedo, podem não chegar a frutificar ou originar cogumelos de baixa qualidade (Koske, 1998). As estirpes de altas temperaturas parecem ser as mais adequadas à frutificação forçada e, conseqüentemente, ao cultivo intensivo, uma vez que são mais sensíveis aos estímulos externos (Tokimoto, 2005).

Em média, podem ser obtidas três colheitas de cogumelos de um toro, por ano. Depois da colheita, os toros não devem ser regados imediatamente, mas devem ficar em repouso e depois ser regados durante alguns dias (Chang & Miles, 2004). Mais especificamente, Bruhn e Hall (2008) mencionam que, uma vez que o toro tenha produzido uma cultura de cogumelos, deve possuir um período de descanso de 10 a 12 semanas para dar tempo ao micélio para que este recolonize o substrato para originar novas frutificações. A duração de um período de frutificação pode ser de 4 a 14 dias (Koske, 1998).

Uma vez que o shiitake começa a frutificar no tronco inoculado, geralmente continua a fazê-lo durante a primavera e outono durante um período máximo de 6 a 7 anos (Leatham, 1982; Anderson & Marcouiller, 1990).

Para prevenir a propagação de fungos na superfície, qualquer toro encontrado contaminado (mais de 10% da superfície contaminada) deve ser eliminado imediatamente, assim como toros que tenham perdido a casca (Leatham, 1982).

2.4.8 Colheita

A colheita dos corpos de frutificação dá-se entre uma a duas semanas após o aparecimento dos primórdios, caso as condições ambientais se mantenham constantes na etapa de frutificação (Chang & Miles, 2004; Silva et al., 2010), o que implica a necessidade de uma colheita diária (Leatham, 1982).

Os cogumelos são colhidos para o interior de algum recipiente, preferivelmente um cesto para que possam estar expostos à circulação do ar quando são colhidos (Hill, 2002). Quanto ao material, é imprescindível o uso de luvas e máscara (Silva et al., 2010).

O processo de colheita realiza-se através da leve torção que não danifique a casca do toro e que não deixa resíduos nos mesmos (Piccinin, 2000). Resíduos como o

pé do cogumelo, deixados na madeira, aumentam os problemas de ataques de pragas como os insetos (Bruhn & Hall, 2008).

Uma vez que o pé do cogumelo shiitake é mais resistente que o pé de outros cogumelos, justifica-se o uso de um objeto cortante para facilitar a sua colheita e, ainda, porque um corte mais limpo também dificulta a entrada de outros organismos e insetos (Hill, 2013d). Após a colheita, a base do pé do cogumelo deve ser aparada com uma faca ou uma tesoura (Sabota, 2007).

Se o cogumelo for puxado para cima através da força, a casca do toro pode ser arrancada e, conseqüentemente, podem ser causados danos (infecções e perda de água por evaporação), que podem vir a diminuir o período de vida dos toros usados na produção de *Lentinula edodes* (Chang & Miles, 2004).

O shiitake é colhido quando os corpos de frutificação crescem o suficiente (Davis & Harrison, 1997). O ponto ideal para colher é quando o cogumelo apresenta o chapéu levemente dobrado para baixo, isto é, quando o chapéu está praticamente todo aberto à exceção das bordas (Hill, 2010; Piccinin, 2000). Em termos mais objetivos, a colheita realiza-se geralmente quando o chapéu está 70% a 90% aberto (Figura 15), ou seja, as brânquias estão expostas e as bordas enroladas (Bruhn & Hall, 2008; Sabota, 2007). Do ponto de vista comercial, os melhores cogumelos são os que apresentam um chapéu com uma abertura de aproximadamente 2,5 centímetros (Silva et al., 2010).



Figura 10. Representação do estado de abertura dos chapéus de cogumelos (Koske, 1998)

Na opinião de Chang e Miles (2004), a colheita é feita mais cedo ou mais tarde consoante o destino do cogumelo. Especificando, para a obtenção de cogumelos frescos, a colheita é feita quando o chapéu do cogumelo estiver 50 a 60% aberto; para cogumelos desidratados, deve colher-se o cogumelo quando o chapéu está 70 a 80% aberto.

Após a colheita, os cogumelos são limpos, aparados e selecionados para o mercado (Koske, 1998; Piccinin, 2000). Os utensílios usados devem ser desinfetados e deve evitar-se uma excessiva manipulação dos cogumelos (Silva et al., 2010).

Finda a colheita, os toros devem ser novamente empilhados num local à sombra, onde o micélio vai recuperar da frutificação e começar a colonização do toro para a próxima frutificação (Koske, 1998; Silva et al., 2010). Deve ter-se em atenção que os toros voltam a ser incubados sem necessitar de uma nova inoculação. Podem ser estimuladas com choques térmicos e mecânicos, num total de 5 a 6 incubações (Piccinin, 2000).

Koske (1998) considera a produção, em média, de 500 gramas por toro/ano. Por sua vez, Tokimoto (2005) estimou que um toro produzirá, aproximadamente, 2,5 quilos de cogumelos frescos durante todo o período de produção.

Na opinião de Bruhn e Hall (2008), a produção de cogumelos em tronco torna produtivo o uso de bosques e hectares de floresta. Depois de utilizados, os toros podem ser enterrados e reciclados como adubo ou usado como combustível e fonte de calor para a produção de cogumelos no inverno.

2.4.9 Armazenamento e métodos de conservação

No momento da colheita, a preocupação do produtor de shiitake é colocar o cogumelo cuidadosamente em recipientes ventilados e, de seguida, refrigerá-los imediatamente (Anderson & Marcouiller, 1990; Davis & Harrison, 1997). Hill (2002) especifica que o tempo decorrido entre a colheita e a refrigeração não deve ser superior a 1 hora. Sob condições ideais, o cogumelo Shiitake pode ser conservado durante uma semana e ter um ótimo aspeto. Depois da primeira semana, a qualidade começa a diminuir rapidamente (Sabota, 2007).

Após serem colhidos, os cogumelos podem necessitar de uma pequena escovagem, mas não devem ser lavados (Sabota, 2007). Devem ser classificados e embalados em caixas e distribuídos para o mercado no dia em que foram colhidos, ou no dia seguinte (Hill, 2002). Uma vez que a maioria dos cogumelos frescos é relativamente frágil, devem ser protegidos da vibração e do impacto, sendo cuidadosamente empacotados.

Sabota (2009) reconhece que o shiitake possui um bom tempo de vida em prateleira, quando comparado com outros cogumelos. No entanto, é inevitável que o processo de deterioração tenha início logo após a colheita. De acordo com Tokimoto (2005), a vida em prateleira do shiitake é de aproximadamente 3 dias a 20°C, mas pode ir até aos 14 dias se for mantida a 6°C. Piccinin (2000) acrescenta que é necessário deixar os cogumelos perderem água durante 12 horas em câmara fria.

O *Lentinula edodes* pode ser vendido fresco (obtendo o melhor preço no mercado), desidratado, enlatado ou em vinagre (Barney, 2009; Bruhn & Hall, 2008; Fan et al., 2005; Sabota, 2009).

2.4.10 Produtividade

O diâmetro dos toros é um ponto mais crítico do que o seu comprimento, uma vez que o facto de o diâmetro ser maior ou menor vai determinar o tempo de secagem/decomposição e de produção do toro (Anderson & Marcouiller, 1990).

De acordo com as autoras Hill e Szymanski (2010), as árvores mais densas são mais confiáveis a longo prazo para a produção. Beetz e Kustudia (2004) observam que as mesmas produzem até duas vezes mais do que as menos densas. Também o facto de ter uma casca forte afeta o tempo de produção, como é o caso dos toros de carvalho que conseguem produzir cogumelos durante um maior período de tempo, até 4 ou 5 anos (Tokimoto, 2005). Os toros de carvalho tendem a conter um cerne resistente à degradação (Bruhn & Hall, 2008).

De uma forma geral, os toros mais finos possuem mais nutrientes por unidade de volume do que os mais grossos, pelo que produzem corpos de frutificação mais cedo. Desta forma, troncos e cascas mais finos são preferíveis para uma mais fácil deterioração da madeira e maior rendimento na produção do cogumelo shiitake (Tokimoto, 2005). No entanto, troncos de menor diâmetros produzem durante um período de tempo menor e secam mais depressa (Anderson & Marcouiller, 1990; Beetz & Kustudia, 2004). Por outro lado, troncos com maiores diâmetros podem produzir por um período de tempo superior, mas requerem mais inoculações para compensar o maior diâmetro. Também podem levar mais tempo a produzirem a primeira colheita e têm maior probabilidade de ser contaminados (Anderson & Marcouiller, 1990).

Quanto à idade da madeira, Chang e Miles (2004) identificaram que, no geral, troncos velhos e grossos são inconvenientes para manusear e levam a um crescimento lento do micélio, possuindo uma casca mais fina e uma maior porção de cerne. Por sua vez, os toros jovens e finos produzem cogumelos pequenos com chapéus finos, mas aguentam-se apenas por 2 ou 3 anos. Posto tais condições, é prática comum no cultivo de cogumelos o uso de toros jovens e mais velhos, sendo que as dimensões standard são de 9 a 18 centímetros de diâmetro e a idade compreendida entre 15 a 20 anos (Chang & Miles, 2004).

2.4.11 Doenças e pragas

Para autores como Bruhn e Hall (2008) ou Silva et al. (2010), o shiitake é relativamente resistente a pragas e doenças. Os autores consideram que a prevenção do ataque de pragas e infeções por doenças se relaciona com uma adequada densidade de inoculação, selagem adequada dos furos, evitando o contacto dos toros com o solo. No caso das condições de inoculação não serem as mais apropriadas, podem-se instalar fungos indesejáveis no toro e, conseqüentemente, levar à redução da produtividade.

As práticas que contribuem para a diminuição do risco de doenças e pragas foram sintetizadas pelos autores Bak e Kwon (2005) da seguinte forma:

- Manter o teor de humidade entre 30% e 50%;
- Fornecer boa ventilação e boa drenagem;
- Manter os toros fora do alcance da luz solar direta;
- Realizar uma inoculação de forma adequada;
- Excluir possíveis fontes de contaminação;
- Remover toros contaminados.

Oei (1993) e Hill (2013d) insistem no controlo da higiene do local de produção como medida essencial na prevenção de pragas e doenças. Para os autores, a existência de uma boa higiene no local de produção inclui o uso de roupas limpas, salas e equipamentos desinfetados e controlo do ambiente (condições climáticas).

As pragas que afetam os troncos, micélio, corpos de frutificação e cogumelos colhidos podem ser divididos quanto ao tipo de organismo (microrganismos, insetos ou mamíferos) ou quanto ao tipo de local afetado (tronco, micélio, corpos de frutificação) (Bak & Kwon, 2005). Quanto às doenças, as mais frequentes são causadas por

cogumelos parasitas, cogumelos antagonistas, nemátodes, vírus e bactérias patogénicas (Oei, 1993).

As pragas incluem insetos, lesmas e roedores. As moscas e os mosquitos são atraídos pelo odor do substrato, do micélio ou do podendo ser controlados pela utilização de uma fita amarela com cola (Oei, 1993). Outros animais que podem, eventualmente, atacar o shiitake são as lesmas e os caracóis, que se alimentam diretamente do chapéu do cogumelo. Tal situação controla-se com a colocação de cal e cinzas de madeira à volta das pilhas de toros, com a remoção de folhas mortas e outros detritos, e com a manutenção da superfície do solo seca (Davis & Harrison, 1997).

Os corpos de frutificação do shiitake estão também sujeitos ao ataque por animais selvagens quando são cultivados em áreas florestais ou clareiras. Existem outros animais que se podem alimentar dos corpos de frutificação do shiitake, nomeadamente os veados, ratos, esquilos, coelhos e porcos. Neste caso, o problema pode resolver-se com a colocação de cercas, barreiras e com o uso de repelentes (Bak & Kwon, 2005; Hill, 2013e).

As baratas podem ocorrer durante todas as fases de cultivo e são especialmente visualizadas na fase de frutificação devido aos danos causados, pois as mesmas comem ou causam danos nos cogumelos produzidos. Para o controlo das baratas sugere-se o uso de iscos, para além da limpeza constante dos locais de cultivo (Piccinin, 2000). Para Piccinin (2000), a principal praga do shiitake é uma lagarta: *Opogona sacchari*. Esta lagarta ataca mais facilmente os toros com rachaduras e a forma de evitar o seu ataque passa por não a deixar chegar ao toro.

Os nemátodes alimentam-se do micélio do cogumelo e podem, assim, afetar o rendimento. Por sua vez, os cogumelos parasitas atacam os chapéus do shiitake. O micélio de espécies antagonistas infetam os toros e concorrem com o micélio do shiitake, que desenvolvendo-se mais depressa, interrompem a colonização do substrato pelo micélio de shiitake. A presença de antagonistas deve-se, principalmente, a uma preparação incorreta do substrato ou a uma contaminação no momento da inoculação.

No caso de contaminações superficiais dos toros, geralmente as mesmas podem ser limpas com uma solução desinfetante. Geralmente, humedece-se um algodão com o desinfetante e aplica-se sobre a superfície contaminada, removendo o foco da infeção. Quando as manifestações de contaminação se evidenciam nas pontas dos troncos, uma

boa medida pode ser cortar as pontas e imediatamente aplicar na nova face quantidades suficientes de desinfetante (Silva, et al., 2010).

Quanto a doenças causadas por fungos, *Trichoderma* compete pelo mesmo substrato. Este fungo é capaz de parasitar as hifas ou o micélio do shiitake, que se deteta pelo aparecimento de uma substância branca ao longo do toro ou na sua face de corte que após alguns dias se torna esverdeada (Figura 16). A melhor forma de controlo deste fungo é o uso de inóculo livre de contaminantes e com crescimento vigoroso, e uso moderado de água, uma vez que o aparecimento do fungo está geralmente associado a condições de excesso de humidade (Piccinin, 2000).



Figura 11. Fungo *Trichoderma* (Hill, 2013e)

3. Mercado do shiitake

3.1 Tendências

O interesse no cogumelo aumentou rapidamente após a Segunda Guerra Mundial, sendo que a sua produção se tornou uma indústria no Japão (Chen, 2005; Wassser, 2005).

A nível da saúde e do bem-estar, a procura de uma alimentação mais adequada e saudável determina uma parte do porquê do consumo deste macrofungos: está cientificamente provado que o consumo de fungos comestíveis traz benefícios para a saúde do ser humano (Silva et al., 2010). Acresce a mais-valia de ser um cogumelo extremamente saboroso, que leva Royse (2001) a indicar que o contínuo crescimento e desenvolvimento da sua indústria a nível mundial, se deve, em parte, às suas populares propriedades culinárias.

As suas propriedades medicinais também pesam significativamente na justificação do *Lentinula* possuir o maior crescimento a nível de venda no mercado

(Silva et al., 2010). O crescimento dos mercados de shiitake deve-se, para Wasser (2005), ao sabor exótico bem apreciado do shiitake, e às suas significativas propriedades medicinais, bem demonstradas nos trabalhos de investigação que têm sido publicados. Por outro lado, Garibay-Orijel et al. (2009) referem que as melhorias na tecnologia de produção possibilitaram obter maiores produções e melhores preços.

Apesar de a procura ser considerável, o shiitake continua a ser um alimento pouco comum na alimentação quotidiana, pelo que, nos países onde tal sucede, é imprescindível um esforço da parte dos produtores e da indústria em sensibilizar os consumidores (Chen, 2005). Szymanski e Hill (2003) consideraram algumas estratégias para este processo de educação, que consistem em informar sobre o produto, divulgar receitas com o mesmo, fornecer amostras e preparar demonstrações culinárias.

O shiitake pode ser comercializado por várias vias. Um produtor em pequena escala poderá vender o seu produto diretamente ao consumidor, a restaurantes ou a pequenos mercados locais (Szymanski & Hill, 2003). Finalmente, a ideia de formar uma cooperativa com outros produtores locais pode ser considerada uma boa estratégia, na medida em que se procurará dinamizar o mercado, apostando no aumento da quantidade e da variedade da oferta (Barney, 2009).

3.2 Análise do mercado mundial e nacional de cogumelos

A nível mundial os maiores produtores de cogumelos são a China, os Estados Unidos da América e, na Europa, a Espanha, a França e os Países Baixos. Em Portugal, as regiões produtoras mais importantes são Trás-os-Montes, a Beira Litoral e o Ribatejo e Oeste e os principais tipos comercializados no nosso país são o cogumelo branco, conhecido por *champignon* de Paris, o shiitake, cogumelo preto do Japão, o cogumelo castanho e cogumelo silvestre (OMAIAA, 2013).

Em termos de espécies, são várias as cultivadas no mundo. As três espécies cultivadas mais importantes são o *Agaricus bisporus*, o *Pleurotus* sp. e o *Lentinula edodes*, representando 70% da produção mundial de cogumelos (Chang, 1999).

Em 2000, existiam 92 espécies de cogumelos cultivados no mundo. De acordo com a FAO (2013), os mercados são dominados pelas espécies champignon-de-paris, shiitake e pleurotus spp, representando $\frac{3}{4}$ dos cogumelos cultivados no mundo.

Hoje em dia, o shiitake é considerado o segundo cogumelo cultivado mais importante (Garibay-Orijel et al., 2009). Em 2004, Chang & Miles referiram-no como o segundo cogumelo mais produzido a nível mundial, relevando igualmente a sua

importância no mundo do ponto de vista da produção, e a sua popularidade enquanto fungo cultivado em países como a China e o Japão. É neste último que era produzida, há cerca de duas décadas, metade do fornecimento mundial de shiitake (Davis & Harrison, 1997). Também a China regista elevadas taxas de produção: em 2002, foram produzidas 12 250 000 toneladas de cogumelos no mundo, dos quais 70% pertencem à China (Chang, 2008).

Em termos de produção, Leatham (1982) referiu que, face a um adequado método de cultivo, o rendimento dos cogumelos é elevado. O shiitake entra na lista das espécies mais conhecidas e “fáceis” para o mercado, sendo referenciado como uma potencial empresa alternativa, de baixo custo, uma vez que pode crescer em pequena escala e com um investimento inicial moderado (Barney, 2009; Beetz & Kustudia, 2004).

Segundo a FAO (2013), os cogumelos de cultura são produzidos e comercializados durante todo o ano, permitindo, há já vários anos, manter com larga vantagem um saldo positivo na balança comercial. A mesma entidade assinala a França e a Espanha como principais compradores, uma vez que em conjunto absorvem 74% das exportações deste tipo de cogumelos, seguindo-se a Itália e a Alemanha.

Em Portugal, o mercado do shiitake é bastante recente, pelo que carecem os dados acerca de produtividade da espécie em território nacional. Contudo, e de acordo com a FAO, sabe-se que o shiitake é das principais espécies cultivadas em Portugal, juntamente com o cogumelo branco ou champignon de Paris (*Agaricus* sp.), castanho e os cogumelos silvestres. Ainda segundo a mesma entidade, e ligado à boa rentabilidade e ao aumento do consumo da espécie, prevê-se um aumento na produção e diversificação da oferta.

4. Produção de cogumelos e valorização de povoamentos florestais

A produção de cogumelos constitui uma atividade de reciclagem de resíduos orgânicos ou subprodutos, envolvendo resíduos da agricultura, municipais ou industriais (Levanon, 1993). Os resíduos podem provir de um recurso de extrema importância no planeta: a floresta.

A floresta, com 3,4 milhões de hectares, representa 38% do território português e tem uma função económica, ambiental, social e cultural muito relevante (Pinho et al., 2011).

Algumas atividades relacionadas com a floresta têm vindo a destacar-se, como são exemplo a apicultura e a produção de cogumelos. No que diz respeito à produção de cogumelos, entende-se que a produção de um alimento nutritivo, usando um material considerado desperdício, constitui um ato de autossustentação (Beetz & Kustudia, 2004).

A fim de integrar um modelo de exploração florestal sustentável, é fundamental que exista diversificação de produtos, onde se incluem os recursos micológicos, que possuem numerosas e potenciais aplicações (Garibay-Orijel et al., 2009).

Segundo Chang (2008), a produção de cogumelos permite converter resíduos lignocelulósicos numa grande diversidade de produtos, trazendo entre outros, benefícios para a alimentação, a saúde e o ambiente. Estes aspetos são de extrema importância, uma vez que a indústria da produção de cogumelos foi durante muitos anos considerada problemática do ponto de vista ambiental. Segundo Levanon (1993), esta situação levou a que a indústria de produção de cogumelos desenvolvesse “tecnologias que assegurassem a produção com o menos possível de efeitos prejudiciais para o ambiente fornecendo aplicações noutros campos da reciclagem de resíduos”

Uma vez que as árvores mais valiosas em termos de tamanho e forma são cortadas do povoamento florestal, a produção de cogumelos em árvores de menor valor é considerada uma atividade de reciclagem de resíduos (Beyer, 2003; Hill, 2010). Para Bruhn e Hall (2008), o cultivo do cogumelo shiitake em toros representa uma oportunidade para valorizar árvores saudáveis de menores diâmetro, bem como ramos de árvores, com pouco valor comercial. As árvores de pequenos diâmetro são, efetivamente, muitas vezes deixadas nos povoamentos florestais, apanhadas para lenha ou removidas para não se tornarem competidoras, pelo que a produção de cogumelos shiitake utilizando madeiras de qualidade inferior é uma forma de valorizar estes materiais (Anderson e Marcouiller, 1990). Também Hill (2013a) apresenta o mesmo ponto de vista, salientando que a produção de shiitake permite o aproveitamento de espécies menos valorizadas no mercado, visto não existirem muitos mercados para madeiras de pequeno diâmetro (Bruhn & Hall, 2008; Hill, 2010). Tal como refere Hill (2010), os troncos pequenos de árvores ou galhas largas de espécies de madeira dura

como a faia, a noqueira e o carvalho são perfeitos para a produção do cogumelo shiitake, originando um produto florestal de valor acrescentado. O cultivo de cogumelos fornece, assim, uma alternativa economicamente aceitável para a produção de alimentos de qualidade e sabor superior (Philippoussis et al., 2007).

Uma análise levado a cabo por vários autores (Garibay-Orijel et al., 2009) pretendeu averiguar o valor potencial dos recursos micológicos para aumentar o desenvolvimento de comunidades locais, gerindo as suas florestas como terras comunitárias. Estes autores concluíram que é necessário identificar quais são as espécies de cogumelos com potenciais usos, e conhecer a suas características ecológicas, a fim de identificar quais as espécies que se adequam às boas práticas florestais. Também Campbell e Racjan (1999), no seu trabalho acerca da exploração comercial de *Lentinula edodes*, evidenciaram que a exploração do cogumelo traz benefícios na conservação e manutenção da floresta, nos rendimentos agrícolas e, ainda, na bioconversão de resíduos lignocelulósicos.

Finalmente, a floresta pode ainda trazer outra vantagem à produção do cogumelo shiitake, que não o fornecimento do substrato. Bruhn e Hall (2010) atribuíram a designação de “agricultura florestal” ao favorecimento da produção de certas culturas no âmbito da gestão dos estratos de sombra da floresta. A agricultura florestal tem o propósito de melhorar a composição e estrutura da floresta, atribuindo-lhe mais qualidade e maior valor económico. De forma resumida, entende-se que a compreensão da interação entre as árvores e o ambiente do bosque possam criar locais ideais para o crescimento de cogumelos que necessitam de sombra, como é o caso do cogumelo shiitake. Não deve, porém, esquecer-se que é necessário o controlo da densidade da vegetação da floresta e dos povoamentos florestais.

5. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo apresentar um business case para o investimento numa unidade de produção de cogumelos shiitake produzidos em troncos de madeira no modo de produção biológico. Esta intenção de negócio insere-se num projeto abrangente de empreendedorismo local, a implementar numa aldeia inserida na área geográfica do Parque Nacional da Peneda-Gerês, do concelho Ponte da Barca, que tem como finalidade operar a recuperação e valorização do património construído e da paisagem, fomentado o turismo em espaço rural, integrado com a agricultura e a natureza.

6. Projeto de desenvolvimento local a implementar na aldeia de Germil

6.1. Contextualização geográfica e caracterização económica da aldeia de Germil

Germil dista cerca de 17 km da Vila de Ponte da Barca. Estende-se por entre vales e montanhas de férteis terras da Serra Amarela. Tem a circundar a sua área territorial as freguesias de: Vila Chã (S. João), Entre Ambos-os-Rios, Ermida e o concelho de Terras de Bouro. O Núcleo Rural do Germil, abrange uma área com aproximadamente 13 Km, onde reside uma população de 70 habitantes, situada no concelho de Ponte da Barca, distrito de Viana do Castelo, região do Minho (CMPB, 2012)

Os acessos a Germil são principalmente, a estrada nacional que vem de Ponte da Barca até à fronteira, prolongando-se para a Galiza, onde se avizinham as localidades de Lóbios e Entrimo, bem como pela estrada secundária que atravessa toda a montanha desde Entre Ambos os Rios até Terras de Bouro, estando neste caso o núcleo entre Ponte da Barca e Terras de Bouro. Germil insere-se numa região de transição, das influências mediterrâneas, atlântica e de altitude. Os invernos são em geral chuvosos e frios, primaveras e outonos irregulares e com predominância de verões quentes e secos. (CMPB, 2012).

Esta freguesia situa-se em pleno Parque Nacional Peneda-Gerês, numa zona montanhosa, onde é servida pela estrada nacional que liga Ponte da Barca à fronteira de Espanha, tendo ligação pela estrada Municipal que liga a freguesia de Entre Ambos o Rios até ao concelho de Terras de Bouro estando assim Germil num ponto de passagem como também central em relação a Terras de Bouro e Ponte da Barca.



Figura 12. Mapa Turístico do Concelho de Ponte da Barca (CMPB, 2013)

Germil oferece, a par da Freguesia de Sistelo no concelho vizinho de Arcos de Valdevez, uma das mais espetaculares paisagens humanizadas, típicas de um povoamento serrano. Já foi terra de 2000 cabeças de cabras, cuja pastorícia era feita de forma vezeira, duas pessoas por dia, um dia por cada cabra, sendo ainda hoje uma prática utilizada entre vizinhos mas com um menor número de efetivos animais.

A atividade económica mais relevante é ainda a agricultura. O artesanato ligado ao gado caprino e bovino, bem como a cestaria, tecelagem de linho e lã, tamancaria e os bordados tem também alguma expressão. A utilização de terras é baseada essencialmente no cultivo de prados, estando de seguida os cereais em grão. É uma agricultura de subsistência, onde existem várias parcelas que é cultivado um pouco de tudo para consumo do agregado familiar. As parcelas agrícolas têm cunho próprio das zonas serranas, divididas por pequenos muros em pedra, que não só identificam os proprietários, como também protegem as culturas dos ventos e geadas, formando um lindíssimo rendilhado de muros e parcelas, apanágio desta região.

É um cenário onde a intervenção humana praticamente não se fez sentir, situado longe do bulício dos centros urbanos, onde o tempo continua a correr devagar. É neste espaço que se pretende instalar uma unidade de turismo em espaço rural, plenamente enquadrada na paisagem rural, onde a aposta na qualidade determinará o sucesso do projeto.

6.2. Unidades turísticas e agrícolas a implementar

Na atualidade, existem evidências que estabelecem uma relação direta entre o empreendedorismo de uma comunidade e o desenvolvimento da referida região. Esta correlação é muitas vezes evidenciada com ideias inovadoras, que por sua vez, quando bem aceites pelas populações locais têm repercussões no desenvolvimento da própria localidade (APDR, 2011). A concretização do projeto de empreendedorismo local, numa aldeia inserida na área geográfica do Parque Nacional da Peneda-Gerês, do concelho Ponte da Barca tem como finalidade operar a recuperação e valorização do património construído e da paisagem, fomentado o turismo em espaço rural, integrado com a agricultura e a natureza. A implementação deste projeto procura contribuir para o aumento de emprego, podendo transformar o tecido económico local, criando condições de sustentabilidade da população local, atraindo pessoas à região. Em suma, pretende-se dinamizar e aproveitar os próprios recursos da aldeia, como o artesanato e a agricultura, oferecendo-a aos visitantes como uma mais-valia diferenciadora.

Na propriedade da promotora do projeto, localizada em Germil, existe uma construção composta atualmente por dois pisos, rés-do-chão e andar. Trata-se de um edifício de traça arquitetónica erudita, tradicional do local, onde as paredes são constituídas em alvenaria de granito da região, os pisos e estrutura da cobertura executados em madeiramento, telha de barro e cápeas em granito. Pretende-se recuperar e dotar a edificação existente do conforto, das condições físicas e técnicas legalmente exigidas no Turismo em Espaço Rural, na modalidade de casa de campo, bem como assegurar o respeito pela traça arquitetónica predominante da região e especificidade do lugar.

Prestar serviços de forma personalizada de acordo com os valores, tradições e modos de vida da comunidade rural. Esta construção possui a vantagem de estar situada numa pequena exploração agrícola que vai prestar serviços de alojamento a turistas, o que permite aos hóspedes o acompanhamento e conhecimento da atividade agrícola, experiências e vivências inigualáveis, cuja (re) descoberta de origens e tradições, que traz na sua essência o contacto com a natureza, respeitando-a, distanciando o turista da vida agitada dos grandes centros urbanos. As instalações deste empreendimento rural servirão como janelas para o mundo rural. Tem uma forte componente de agricultura associada ao turismo quer no espaço quer por toda a aldeia pastorícia.

Neste trabalho, projeta-se a realização e execução de investimentos na atividade agrícola, com a instalação de um apiário de 100 colmeias para a produção de mel e derivados da apicultura, bem como a produção de cogumelos shiitake em troncos, no modo de produção biológico. De referir que a área da propriedade agrícola/florestal possui uma esplendida mata de carvalhos de 0,3 ha para deliciar as exigências dos turistas, sendo parte da madeira utilizada para a produção dos cogumelos em troncos.

6.2.1 Pressupostos

Esta análise tem subjacentes pressupostos de acordo com o já existente na propriedade da promotora e com dados e informações sobre a produção e o mercado de cogumelos disponibilizada por Coelho, R. (2012).

A - Infra-estruturas

- Terreno próprio, no total de 3000 m² incluindo a mata de carvalhos adultos para o aproveitamento e extração da madeira
- Existência de ribeiro junto ao local de incubação
- Existência de uma construção em madeira de pinho envernizada à cor natural, com 3,50m de altura e 5,00m de largura, composta por um único piso com 50 m, com cobertura em telha cerâmica tipo “canudo”; porta de entrada em meios toros de madeira com 20cm de diâmetro de correr, com 2,5 m de largura e 3,00 m de altura; duas janelas de abrir com vidro simples de 5 mm de espessura, com 1m de largura e 1 de altura, uma em cada alçado de maior desenvolvimento, para ventilação. O chão é composto por brita média.

B - Máquinas e equipamentos:

- Trator Same Solaris 55 4 RM-ARCO

C – Número de toros a inocular:

- 1000 toros/ano

D-Comercialização:

- Escoamento total para Associação de Produtores de Cogumelos de Amarelos.

E - Conservação de cogumelos colhidos:

- Refrigeração para 5 dias de armazenamento a dois graus de temperatura, numa câmara para conservação 10.65m³ em painel comercial 60mm lacado, com as dimensões de 2100 mm * 2100 mm * 2100 mm.

F – Número de toros utilizados

- 1000 Toros novos/ano

G – Preço da cavilha: 1 unidade 0.05 €

H – Espécies florestais a inocular:

- Carvalho, *Quercus robur* L.

I – Espécie de cogumelo a produzir: *Lentinula edodes*

Estirpes adquiridas no Mycelia mushroom spawn laboratory:

- **Koshin M 3102**

Quantidade: 75000 cavilhas

Características: Crescimento acelerado, alta produtividade, resistente a temperaturas de até 24.º C., corpos de frutificação numerosos de médio porte (7 a 9 centímetros de diâmetro), polpa fina, de cor pálida pois estes são cultivados em baixas temperaturas.

- **Donko M3770**

Quantidades: 50000 cavilhas

Características: Excelente crescimento no inverno, corpos de frutificação de qualidade, muito adequado para o cultivo em tronco. Desenvolve-se e cresce lentamente, apesar de belos corpos de frutificação do tipo donko: castanho escuro, de boas dimensões e pesado.

- **Donko M3710**

Quantidades: 50000 cavilhas

Características: Alta produtividade, produção regular, adequado para o cultivo durante todo o ano. Esta estirpe dá os melhores resultados após uma fase de maturação de 4 meses. Para temperaturas abaixo dos 18 °C, origina corpos de frutificação escuros e com um diâmetro de 6 a 8 cm.

J - Condições de incubação e frutificação

- Incubação ao ar livre e frutificação ao ar livre
- Incubação dentro da construção de madeira e frutificação ao ar livre

6.2.2 Matérias-primas e dados técnicos

Matérias-primas	Unidades	Euros
Toros de madeira (t)	€/t	50.36
Spawn (cavilhas)	€/Cavilha	0.05
Etiquetas de alumínio	€/Unidade	0.05
Embalagens para transporte	€/kg cogumelo	0.55

Quadro 2. Matérias-Primas para a unidade de produção de cogumelos

Dados Técnicos	Bibliografia	Valor usado	Unidade
Nº de brocas	10 a 20 / 1000 toros	20	brocas / 1000 toros
Densidade da madeira	1170	1170	kg/m ³
Produtividade do shiitake (3 a 7 anos)	0.15 – 0.35	0.2	kg (cogumelos)/kg (madeira fresca)
<u>Dimensões dos toros</u>			
Comprimento	1 a 1.5 metros	1.00	m
Diâmetro	7 a 20	0.15	cm
<u>Produtividade do shiitake ao longo dos anos</u>			
1	1.71 a 2.72	1.00	%
2	18 a 50	37.90	%
3	34 a 47	39.26	%
4	13 a 35	21.84	%
<u>Número de cavilhas</u>			
Distância entre furos (nas linhas)	0.10 – 0.30	0.15	m
Distância entre linhas	0.03 – 0.06	0.03	m
<u>Preços dos cogumelos</u>			
Shiitake		10	€/kg
% de perda de produção	2 a 20	10	%

Quadro 3. Dados técnicos relativos à unidade de produção de cogumelos

6.2.3 Mão-de-obra necessária

Mão-de-obra	Bibliografia	Valor usado	Unidade
<u>Mergulhar toros</u>			
Ano 1 (1 vez/ano)	1	1	toro/min.
Ano 2 a 4 (2 vezes/ano)	1	1	toro/min.
<u>Colheita</u>			
Ordenado (segurança social está nos custos indiretos)			
Horas para preparar 1000 toros	70	70	horas/1000 toros
Horas para controlar 1000 toros	15	15	horas/1000 toros
<u>Base de ordenado</u>		600	€/mês

Quadro 4. Mão-de-obra necessária na unidade de produção de cogumelos

6.2.4 Material necessário – Investimento na unidade de produção de cogumelos

Equipamentos e ferramentas	Preços s/ IVA	Quantidade	Total s/ IVA
Berbequim (uni.)	100.00 €	1	100.00 €
Martelo (uni.)	7.00 €	1	7.00 €
Bancada de trabalho (uni.)	89.00 €	1	89.00 €
Plástico para cobertura (m ²)	0.69 €	80	55.00 €
Rede de ensombramento (m ²)	1.60 €	80	128.00 €
Extensão eléctrica (uni.)	59.00 €	1	59.00 €
Cavaletes de suporte (20 toros)	34.67 €	25	866.67 €
Porta-toros (uni.)	326.00 €	12	3912.00 €
Carregador frontal com balde 1.10 metros e porta paletes (uni.)	4160.00 €	1	4160.00 €
Reboque com pneumáticos (uni.)	2645.00 €	1	2645.00 €
Programador de rega (uni.)	119.00 €	1	119.00 €
Câmara frigorífica 11500 L	7600.00 €	1	7600.00 €
Balança até 150 kg (uni.)	426.50 €	1	426.50 €
Mangueira de rega (m)	0.50 €	132	66.00 €
Microaspersores (uni.)	1.00 €	80	80.00 €
Total do Investimentos/ IVA 20. 313.17€			

Quadro 5. Material necessário para a unidade de produção de cogumelos

6.2.5 Capital de investimento

Rúbricas	Valor	Valor residual
<u>Capital de Investimento</u>	37482 €	3891 €
<u>Capital Fixo</u>	35623 €	
<u>Custos Diretos</u>	29657 €	
Equipamento base	20313 €	
Montagem do equipamento	1016 €	
Utilidades e serviços	4063 €	
Instrumentos e Controlo	406 €	
Isolamento térmico	1625 €	
Instalações elétricas	203 €	
Terreno e preparação	2031 €	2031 €
<u>Custos Indiretos</u>	5966 €	
Projeto e fiscalização	1219 €	
Construção e empreitada	2966 €	
Provisões	1781 €	
<u>Capital Circulante</u>	1859 €	1859 €
Reservas de matérias-primas	514 €	514 €
Reservas produto acabado	1567 €	1567 €
Crédito a clientes	34 €	34 €
Crédito sob fornecedores	1567 €	1567 €
Fundo de maneo	1311 €	1311 €

Quadro 6. Capital de investimento para a unidade de produção de cogumelos

6.2.6 Custos de produção

Rúbricas	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Anos 4-8	Ano 9	Ano 10
Custos de Produção	17235	20344	23541	23602	15318	12217
Custos Fabrico	14426	17152	19955	19990	12653	9934
Custos variáveis	10643	13369	16173	17603	10265	7546
Custos diretos	9895	12127	14424	15529	8338	6112
Matérias-primas	5655	6430	7234	7681	2026	1251
Utilidades e serviços	2585	3052	3531	3540	2298	1832
Mão-de-obra	427	1416	2429	3079	2785	1800
Manutenção	1069	1069	1069	1069	1069	1069
Fornecimentos	160	160	160	160	160	160
Custos indiretos	748	1242	1749	2074	1927	1434
Custos fixos	3782	3782	3782	2388	2388	2388
Amortizações	3426	3426	3426	2031	2031	2031
Seguros	356	356	356	356	356	356
Despesas gerais	2809	3192	3586	3612	3665	2283
Administrativas	186	220	254	255	165	132
Publicidade	1723	2034	2364	2360	1532	1222
Encargos financeiros	900	938	978	997	967	929

Quadro 7. Custos de produção para a unidade de produção de cogumelos

6.2.7 Produção ao longo dos anos

Anos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Toros novos		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
Troncos totais		1000	2000	3000	4000	4000	4000	4000	4000	3000	2000
kg de cogumelos dos toros do ano	Ano 1	41	1567	1623	903						
	Ano 2		41	1567	1623	903					
	Ano 3			41	1567	1623	903				
	Ano 4				41	1567	1623	903			
	Ano 5					41	1567	1623	903		
	Ano 6						41	1567	1623	903	
	Ano 7							41	1567	1623	903
	Ano 8								41	1567	1623
	Ano 9										
	Ano 10										
Total (kg)		41	1609	3232	4135	4135	4135	4135	4135	4094	2526
kg de perdas		4	161	323	414	414	414	414	414	409	263
kg úteis		37	1448	2909	3722	3722	3722	3722	3722	3685	2274
vendas (€)		371	14478	29089	37216	37216	37216	37216	37216	36845	22738
Grupos de troncos		125	250	375	500	500	500	500	500	375	250
Embalagens €		20	796	1600	2047	2047	2047	2047	2047	2026	1251

Quadro 8. Produção estimada ao longo de 10 anos na unidade de produção de cogumelos

6.2.8 Mão-de-obra ao longo dos anos

Mergulhar toros:										
Ano 1 (1 vez/ano)				Toro/min		1				
Ano 2 a 4 (2 vezes/ano)				Toro/min		1				
Colheita				kg/h		7.9				
Preço por hora				€		3.98			4.00	
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<u>Preparar toros (h)</u>	70	70	70	70	70	70	70	70	0	0
<u>Verificar toros (h)</u>	15	30	45	60	60	60	60	60	45	30
<u>Mergulhar toros</u>										
Min/ano	1000	3000	5000	7000	9000	9000	9000	9000	6000	6000
Horas/ano	17	60	83	117	150	150	150	150	133	100
<u>Colheita</u>										
Horas/ano	5.2	203.6	409.1	523.4	523.4	523.4	523.4	523.4	518.2	319.6
Arredondamentos	5	204	409	523	523	523	523	523	518	320
<u>Total de horas</u>	107	354	607	770	803	803	803	803	696	450
<u>Total de euros/ano</u>	427	1416	2429	3079	3212	3212	3212	3212	2785	1860

Quadro 9. Mão-de-obra necessária ao longo de 10 anos na unidade de produção de cogumelos

6.2.9 Análise da viabilidade do negócio

6.2.9.1 Cash- flows

Cash flow é a medida de rentabilidade de um projeto, ou seja, os fluxos líquidos gerados pelo projeto que assumem a forma de numerário (fluxos de tesouraria). Os registos relevantes para a medição do cash flow são as receitas e as despesas efetivas em numerário.

Tendo em consideração os valores apresentados nos quadros anteriores, as projeções deste estudo para 10 anos geram o seguinte quadro de evolução dos cash-flows atualizados:

Valores em euros

Rúbricas/ anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vendas		371	14478	29089	37216	37216	37216	37216	37216	36845	22738
Custos de Produção		13809	16918	20115	21571	21571	21571	21571	21571	13286	10185
Variáveis		10643	13369	16173	17603	17603	17603	17603	17603	10265	7546
Fixos		356	356	356	356	356	356	356	356	356	356
Despesas gerais		2809	3192	3586	3612	3612	3612	3612	3612	2665	2283
Amortizações		3426	3426	3426	2031	2031	2031	2031	2031	2031	2031
Resultados antes impostos		-16864	-5866	5548	13614	13614	13614	13614	13614	21528	10522
IRC				777	3608	3608	3608	3608	3608	5705	1473
Resultados depois impostos		-16664	-5856	4771	10006	10006	10006	10006	10006	15823	9049
Cash-Flow de exploração		-13438	-2440	8197	12038	12038	12038	12038	12038	17854	11080
Investimento de capital fixo	35623										
Capital circulante	1859										
Valor residual											1859
Cash-flow investimento	37482										1859
Cash-flow	-37482	-13438	-2440	8197	12038	12038	12038	12038	12038	17854	12939

Quadro 10. Cash-flows actualizados da unidade de produção de cogumelos

6.2.9.1.1 Valor Atual Líquido (VAL) do cash flow

Para podermos falar de Valor Atual Líquido, é apropriado primeiro ter uma ideia do conceito de atualização. Este é inerente à possibilidade de aplicar capitais num dado momento, com o objetivo de obter um rendimento futuro. A unidade monetária no momento presente e uma unidade monetária no próximo ano são dois bens financeiros distintos, não podendo ser comparados e muito menos adicionados.

Pode estabelecer-se a relação entre unidades monetárias desfasadas no tempo através do recurso ao sistema de preços, em que a taxa de juro é o valor da unidade monetária futura. Podemos dizer então que o dinheiro recebido no futuro vale menos que o dinheiro recebido hoje. Um euro hoje vale mais que um euro dentro de um ano. Trata-se do conceito de capitalização.

6.2.9.2 Valor atual líquido (VAL)

O Valor Atual Líquido (VAL) tem como objetivo avaliar a viabilidade de um projeto de investimento através do cálculo do valor atual de todos os seus cash-flows. Por valor atual entende-se o valor hoje de um determinado montante a obter no futuro. Como qualquer investimento apenas gera cash-flow no futuro, é necessário atualizar o valor de cada um desses cash-flows e compará-los com o valor do investimento.

Para efeitos do cálculo do VAL, consideraram-se todos investimentos constantes no quadro 5 correspondendo ao ano zero, pelo que para esse ano não é aplicada a taxa de atualização. Aos cash-flows determinados, isto é, à diferença entre os acréscimos de proveitos e os acréscimos/decréscimos de custos de exploração previsionais do primeiro, segundo e subsequentes anos da operação, é aplicada a respetiva taxa de atualização, pelo que o resultado obtido é de 19.062 €, isto significa, que o valor descontado para o presente de todos os proveitos da exploração diretamente resultantes da implementação do projeto permite cobrir todos gastos de exploração respetivos e os gastos de investimento e ainda acrescentar valor à empresa.

6.2.9.3 Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

A Taxa Interna de Rentabilidade de um projeto de investimento é a taxa de atualização que anula o Valor Atual Líquido. Pode dizer-se que a TIR é a taxa mais elevada a que o investidor pode contrair um empréstimo para financiar um investimento, sem perder dinheiro.

A Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) representa a taxa máxima de rentabilidade do projeto. Não é mais do que a taxa de atualização que, no final do período de vida do projeto, iguala o VAL a zero. É a taxa que o investidor obtém em média em cada ano sobre os capitais que se mantêm investidos no projeto, enquanto o investimento inicial é recuperado progressivamente. A TIR apresenta um valor percentual de 10.45 %, portanto, o projeto consegue gerar uma taxa de rentabilidade superior ao custo de oportunidade do capital (5%).

6.2.9.4 Período de recuperação do Investimento (PRI)

Período de recuperação do Investimento (PRI) é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento. Este critério destina-se a determinar o tempo de recuperação do capital investido, ou seja, calcula-se o tempo necessário para que as receitas geradas e acumuladas recuperem as despesas em investimento realizadas e acumuladas durante o período de vida do projeto. O valor acumulado e atualizado dos cash-flows é positivo no ano 3, ou seja, neste ano já se encontra recuperado o capital de investimento, o que revela ser também um bom indicador.

6.2.9.5 Ponto crítico (Teoria do Custo-Volume-Resultado)

A teoria CVR tem como objetivo explicar a evolução da rentabilidade e exploração da empresa pelas alterações do nível da atividade. Esta teoria apenas atende a um dos fatores que influencia os custos da empresa ao nível da atividade, que pode ser expresso tanto em unidade monetárias como em quantidades físicas.

Dá resposta à questão: Quanto preciso de vender para não ter prejuízo? Ou seja, são necessários serem vendidos 3721.61 kg de cogumelos a preço crítico de 6.24€/kg, para fazer face aos custos de produção, e consequentemente, não obter resultado líquido negativo.

Ponto crítico	
Custos de Produção	21571€
Amortizações	2031€
	23602€
Quantidade vendida (kg)	3721. 61
Preço crítico	6.24€
Preço atual	10.00€

Quadro 11. Ponto crítico da unidade de produção de cogumelos

O VAL, a TIR e o PRI são os três grandes critérios de avaliação deste projeto. Efetuado o apuramento de resultados e obtidos os indicadores de rentabilidade, pode-se confirmar a viabilidade financeira da unidade de produção de cogumelos.

Valores em euros			
Anos	Cash-flow	Atualizado	Acumulado
0	37482	37482	37482
1	13438	12798	50280
2	2440	2213	52493
3	8197	7081	45412
4	12038	9904	35508
5	12038	9432	26076
6	12.038	8983	17093
7	12038	8555	8538
8	12038	8448	391
9	17854	11509	11118
10	12939	7944	19062
VAL			19.062 €
TA			5%
TIR			10.45 %

Quadro 12. Apuramento de resultados e indicadores de rentabilidade

8. Conclusão

Na atual conjuntura do país o sector primário ganhou protagonismo, com o crescente aumento do preço dos bens alimentares e com a necessidade do país diminuir a dependência externa nesse âmbito. O desemprego e as escassas oportunidades existentes em outras áreas de atividade têm contribuído para a criação de emprego neste sector. O nosso país apesar de ter uma área geográfica relativamente pequena, comparando com outros países da EU, possuiu condições edafo-climáticas diferenciadas. Aliado a este cenário, o crescente interesse pelo tema empreendedorismo é parte integrante da solução para o combate à crise em Portugal.

No que respeita à agricultura em Portugal, é um sector de atividade que ainda requer uma aposta maior por parte dos empresários e do governo, sendo que o país não é auto-suficiente em bens alimentares e com a atual conjuntura económica é

preponderante diminuir as importações destes produtos. Muitos dos produtos importados podem ser produzidos internamente, devido às referidas condições edafo-climáticas, capacidade técnica e de mão-de-obra.

A ideia de negócio apresentada satisfaz os termos de viabilidade técnica e financeira. Esta enquadra-se nos objetivos de criação de uma empresa competitiva de produção de cogumelos shiitake em tronco no modo de produção biológico, contribuindo para a dinamização e apoio ao desenvolvimento local, designadamente através da criação e fixação de emprego na região do Minho, fator que permitirá gerar riqueza na economia regional local.

Analizados os mais importantes e mais amplamente utilizados métodos, critérios e métricas (VAL, TIR e PRI), podemos concluir que uma análise financeira não é um simples exercício de matemática, exige uma aproximação cuidadosa, pois nem sempre os projetos têm uma métrica financeira que dita com certeza absoluta o sucesso ou insucesso de um projeto, mas várias que se conjugam para dar uma melhor visão ao gestor do escopo financeiro do projeto. Conclui-se ainda, que um projeto deve ser apreciado também pelo lado intangível, sendo que nem todo o sucesso se deve à parte financeira do projeto, mas sim à conjugação do seu âmbito com os demais benefícios que fazem a sua realização viável ou não dentro da política interna da empresa que espera desenvolvê-los.

A análise financeira desenvolvida ilustra a viabilidade da iniciativa empresarial, traduzida por uma capacidade sustentada de geração de meios libertos atrativos e por uma estrutura de investimento adequada e, por conseguinte, com um moderado risco global.

9. Bibliografia

- ANDERSON, S.; MARCOUILLER, D. 1990. Growing Shiitake Mushrooms. Oklahoma: Oklahoma Cooperative Extension Service, 7 pp.
- BISEN, P. et al. 2010. *Lentinus edodes*: A Macrofungus with Pharmacological Activities. Current Medicinal Chemistry, India, v. 17, n. 22, p.2419-2430.
- BEETZ, A.; KUSTUDIA, M. 2004. Mushroom Cultivation and Marketing. Horticulture Production Guide. Arkansas: National Center for Appropriate Technology, 24 p.
- BRUHN, J.; HALL, M. 2008. Growing Shiitake Mushrooms in an Agroforestry Practice. 2. ed. Missouri: University Of Missouri Center For Agroforestry, 12 p.
- BRUHN, J. et al. 2009. Forest Farming of Shiitake Mushrooms: An Integrated Evaluation of Management Practices. Bioresource Technology, 100(24).
- BUCHANAN, P. 1993. Identification, Names, and Nomenclature of Common Edible Mushrooms. Mushroom Biology And Mushroom Products, New Zealand, p.21-32.
- CALHEIROS, F. 2012. Colectânea do Leader, Ponte de Lima, 3p.
- CAMPBELL, A.C.; RACJAN, M. 1999. The commercial exploitation of the white rot fungus *Lentinula edodes* (shiitake). *Int. Biodeter. Biodegr.*, 43, 101-107.
- CHANG, S. 1996. Mushroom Research and Development - Equality and Mutual Benefit. In: ROYSE. Mushroom Biology and Mushroom Products. Hong Kong: Penn State University, p. 1-10.
- CHANG, S.; MILES, P. 2004. Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. 2. ed. Boca Raton: Crc Press Llc, 451 p.
- CHANG, S. 2008. Training Manual on Mushroom Cultivation Technology. Beijing, China: Asian And Pacific Center For Agricultural Engineering And Machinery (apcaem), 65 p.
- CMPB, 2013. Mapa Turístico do Concelho. Camara Municipal de Ponte da Barca. <http://www.cmpb.pt/ver.php?cod=0L0D>, consultado em 10 de dezembro de 2013.
- COELHO, R. 2012. Curso de Formação: Cultivo de cogumelos em tronco. Quadrante Natural. 1 e 2 de Dezembro, Porto. 51 p.

- DAVIS, J.; HARRISON, J. 1997. Producing Shiitake Mushrooms: A Guide for Small-Scale Outdoor Cultivation on Logs. North Carolina: North Carolina Cooperative Extension, 8 p.
- FAN, L. 2005. Shiitake Post Harvest: Processing Shiitake. Mushroom Grower's Handbook 2. China, p. 190-194.
- HILL, D. 2002. Harvesting. Kentucky: Cooperative Extension Service, 8 p.
- HILL, D., SZYMANSKI, M. 2010. Inoculation. Kentucky: Cooperative Extension Service, 7 p.
- HILL, D. 2010. Introduction to Shiitake: The "Forest" Mushroom. Kentucky: Cooperative Extension Service, 6 p.
- HILL, D. 2013a. Log Selection and Preparation. Kentucky: Cooperative Extension Service, 4 p.
- HILL, D. 2013b. Spawn Selection. Kentucky: Cooperative Extension Service, 4 p.
- HILL, D. 2013c. Incubation and Stacking. Kentucky: Cooperative Extension Service, 3 p.
- HILL, D. 2013d. Processing and Storage. Kentucky: Cooperative Extension Service, 3 p.
- HILL, D. 2013e. Pest Control. Kentucky: Cooperative Extension Service, 3 p.
- JUNG, B.; LEE, J.; LEE, B. 2012. Immunoprophylactic Effects of Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*) against *Bordetella bronchiseptica* in Mice. The Journal of Microbiology, Korea, v. 50, n. 6, p.1003-1008.
- KANG, S. 2005. Shiitake Spawn and Strain: Shiitake Spawn Preparation Chiefly with Sawdust. Mushroom Grower's Handbook 2. Korea, p. 27-35.
- KOSKE, T. 1998. Producing Shiitake: The Fancy Forest Mushroom. Louisiana: Clemson Extension.
- KWON, H.; HOBBS, C. 2005. Nutritional and Medicinal Values of Shiitake. Mushroom Grower's Handbook 2. Korea, p. 12-21.
- LEATHAM, G. 1982. Cultivation of Shiitake, the Japanese forest mushroom, on logs: a potential industry for the United States. Forest Products Journal. United States of America, p. 29-35.

- LEVANON, D. 1993. Mushroom Cultivation: Environmental Problem to Environmental Benefit. In: Mushroom Biology and Mushroom Products (S.T. Chang and J.A. Buswell, eds.). Chinese University Press, Hong Kong, pp. 331-338.
- NGAI, P. 2003. Lentin, a novel and potent antifungal protein from shiitake mushroom with inhibitory effects on activity of human immunodeficiency virus-1 reverse transcriptase and proliferation of leukemia cells. Hong Kong: Elsevier, 12 p.
- OEI, P. 1993. La culture des champignons: Techniques, espèces, et possibilités d'applications commerciales dans les pays en développement. Amsterdam: Tool, 318 p.
- PEGLER, D. 1983. The genus *Lentinula* (Tricholomataceae tribe Collybieae). *Sydowia*, 36, 227-239.
- PICCININ, E. 2000. Cultivo do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*) em toras de eucalipto: teoria e prática. Série Produtor Rural. São Paulo, 48 p.
- ROYSE, D. 2001. Cultivation of Shiitake on Natural and Synthetic logs. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, 12 p.
- SABOTA, C. 2007. Shiitake Mushroom Production on Logs. Alabama: Alabama Cooperative Extension System, 34 p.
- SABOTA, C. 2009. Shiitake Mushroom Gardening. Alabama: Alabama Cooperative Extension System, 12 p.
- SILVA, R. et al. 2010. Manual para la producción de hongos comestibles (shiitake). Santiago: Proyecto Conama-fpa, 38 p.
- STAMETS, P. 1993. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms: A companion guide to The Mushroom Cultivator. Hong Kong: Ten Speed Press, 554 p.
- SZYMANSKI, M.; HILL, D. 2003. Potential Profits from a Small-Scale Shiitake Enterprise. Kentucky: Cooperative Extension Service, 12 p.
- THONGNAITHAM, M. 2012. Organic Mushroom Cultivation Manual: A Guide to Growing Mushrooms Organically for eco-friendly Livelihoods. Thailand.
- TOKIMOTO, K. 2005. Shiitake Log Cultivation. Mushroom Grower's Handbook 2. Japan, p. 46-60.
- WASSER, S. 2005. Shiitake (*Lentinus edodes*). Encyclopedia of Dietary Supplements, Israel, p.653-664.

