

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Ana Lúcia da Cunha

**UTILIZAÇÃO DO ESTIPE DE PALMEIRA COMO
SUBSTRATO PARA O CRESCIMENTO DE COGUMELO
SHIITAKE (*Lentinula edodes* (BECK.) PEGLER), EM
ALTERNATIVA ÀS TORAS DE EUCALIPTO:
um estudo comparativo**

Taubaté – SP
2009

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Ana Lúcia da Cunha

**UTILIZAÇÃO DO ESTIPE DE PALMEIRA COMO
SUBSTRATO PARA O CRESCIMENTO DE COGUMELO
SHIITAKE (*Lentinula edodes* (BECK.) PEGLER), EM
ALTERNATIVA ÀS TORAS DE EUCALIPTO: um estudo
comparativo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté, para obtenção do Título de Mestre.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fortes Neto

Taubaté – SP
2009

Ficha catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

C972u Cunha, Ana Lúcia da
Utilização do estipe de palmeira como substrato para o crescimento de cogumelo shiitake (*Lentinula edodes* (BECK). PEGLER), em alternativa às toras de eucalipto / Ana Lúcia da Cunha. - 2010.
48 f.: il.
Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, 2010.
Orientação: Prof. Dr. Paulo Fortes Neto, Departamento de Ciências Agrárias.
1. Estipe de palmeira. 2. Manejo sustentável. 3. Produção de shiitake. I. Título.

ANA LÚCIA DA CUNHA

UTILIZAÇÃO DO ESTIPE DE PALMEIRA COMO SUBSTRATO PARA O
CRESCIMENTO DE COGUMELO SHIITAKE (*Lentinula edodes* (BECK.) PEGLER),
EM ALTERNATIVA ÀS TORAS DE EUCALIPTO: um estudo comparativo

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós Graduação em Ciências Ambientais da
Universidade de Taubaté, para obtenção do
Título de Mestre.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

INSTITUIÇÃO

Prof. Dr. Paulo Fortes Neto

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. _____

Assinatura _____

Prof. Dr. _____

Assinatura _____

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido sobre o tema da sustentabilidade na indústria de palmito, propondo a utilização dos estipes de palmeira como substrato para o desenvolvimento do cogumelo Shiitake [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler], comparativamente ao uso tradicional de toras de eucalipto. Sendo o cogumelo shiitake um biodecompositor natural, seu aproveitamento nos processos de destinação dos resíduos agroflorestais e agroindustriais representa uma alternativa viável no aproveitamento para transformação em alimentos destinados ao consumo humano. Essa alternativa vem de encontro às expectativas ambientais, retirando do campo os resíduos que podem causar o aparecimento de pragas e doenças em áreas de cultivo em função do processo de decomposição natural, onerando custos e comprometendo produtividade e qualidade. Após a constatação da viabilidade de uso dos resíduos como substrato, procedeu-se a análise bromatológica, cujos resultados, foram compatíveis aqueles encontrados na literatura. As análises econômicas também apontam para uma alternativa de trabalho e renda para o pequeno produtor, com produtos de maior valor agregado.

Palavras-chave: 1. Produção de Shiitake. 2. Estipe de palmeira. 4. Manejo sustentável

Use of the palm stipes as substrate for the shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) growth, as alternative to eucalyptus logs: a comparative study

SUMMARY

This work was developed on the theme related to the sustainability of the cabbage palm industry, considering the use of palm stipes as substrate for the development of the shiitake mushroom, *Lentinula edodes* (Berk.Pegler), in comparison to the traditional use of eucalyptus logs. As a natural biodecomposition agent, its exploitation in the bioconversion processes help to prevent environmental impact caused by the accumulation of forest and agricultural wastes and can also provide uses of the residues for mushroom production intended to human consumption. This alternative comes up to the environmental expectations, by removing the residues that can be responsible for plagues and illnesses in the field cultures, because of the natural decomposition process; this situation can be responsible for raising costs and compromising productivity and quality. After certification of the viability of the palm residues as substrate for shiitake mushroom cultivation, the product was submitted to bromatologic analysis and the results showed to be compatible to the literature date. The economic analyses also point out to an alternative income activity for the small producer, providing opportunity of offering products with higher aggregated value.

Keywords: 1. Shiitake production. 2. palm stipe . 4. Sustainable handling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área e quantidade produzida de palmito no Brasil, lavoura permanente e extração vegetal, 1990 a 2005.....	15
Figura 2 – Descarte de bainhas intermediárias na indústria de palmito.....	17
Figura 3 – Os isolados do <i>L. edodes</i>	26
Figura 4 – Toras de eucalipto, inoculadas e empilhadas	27
Figura 5 – Estipes de palmeira, inoculadas e empilhadas	28
Figura 6 – Disposição das toras para frutificação	29
Figura 7 – Toras em frutificação prontas para colheita	30
Figura 8 - Gráfico do peso úmido de shiitake nos estipes de palmeira.....	33
Figura 9 – Gráfico do peso úmido de shiitake em toras de eucalipto.....	33
Figura 10 - Gráfico do diâmetro do píleo do shiitake em estipe de palmeira.....	34
Figura 11 - Gráfico do Diâmetro do píleo do shiitake em toras de eucalipto.....	34
Figura 12 - Gráfico do comprimento do estipe de shiitake em estipe de palmeira.....	35
Figura 13 - Gráfico do comprimento do estipe de shiitake em toras de eucalipto.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional do cogumelo Shiitake.....	19
Tabela 2 – Espécies de plantas utilizadas como substratos e a eficiência biológica de conversão de legnina em proteína.....	24
Tabela 3 – Temperaturas máximas/mínimas	29
Tabela 4 – Composição nutricional do cogumelo Shiitake.....	37
Tabela 5 – Comparação entre os custos de produção de Shiitake nos diferentes substratos.....	38
Tabela 6 – Demonstrativo da capacidade produtiva e renda bruta por ha obtida com cultivo do L. edodes em estipe de palmeira	38

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA - Análise de Variância

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

COE - Custo Operacional Efetivo

COT - Custo operacional total

CTP - Custo Total da Produção

IAC - Instituto Agronômico de Campinas

IAE - Instituto de Economia Agrícola

IAPAR - Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná

PMFS - Plano de Manejo Florestal Sustentável

UNESP - Universidade Estadual paulista

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS.....	9
3. REVISÃO DA LITERATURA	11
3.1 Produção do Palmito – características e importância Comercial.....	11
3.2 Palmito no Estado de São Paulo.....	12
3.3 Resíduo agroindustrial.....	16
3.3.1 O resíduo do processamento do palmito.....	15
3.4 <i>Lentinula edodes</i> (Berk) Pegler – Cogumelo Shiitake	17
3.4.1 Substratos utilizados na produção do <i>L. edodes</i>	21
3.4.1.1 Eucalipto.....	22
3.4.1.2 Outras fontes de substratos	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1 Local do estudo	25
4.2 Substrato para o desenvolvimento do Shiitake	25
4.3 Os isolados de <i>L. edodes</i>	26
4.3.1 Preparo do substrato	26
4.4 Colheita do cogumelo.....	30
4.5 Análise nutricional	31
4.6 Análise de custo	31
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	41
ANEXOS	44

1. INTRODUÇÃO

A produção de palmito cultivado no Brasil vem crescendo consideravelmente. Goiás, São Paulo e Bahia são os três estados brasileiros em maior quantidade produzida de palmito cultivado. A maior área cultivada de palmito está no Estado de Goiás, seguido pela de São Paulo. Já em relação à quantidade produzida na extração vegetal, o Estado do Pará é o maior produtor, seguido de Santa Catarina e São Paulo.

Esse tipo de produção, apresenta o problema com os resíduos. Nesse sentido, faz-se necessário pesquisar formas de minimizar os impactos causados, desenvolvendo tecnologias de aproveitamento máximo desses resíduos na cadeia produtiva, conciliando-se, assim, a produção e a geração de renda de forma sustentável.

Conforme explica Bitencourt (2007), para cada quilograma de palmito processado, são gerados de três a quatro quilogramas de bainhas medianas nas unidades de processamento. Além disso, no corte da planta também são gerados resíduos que são dispensados no campo, como as bainhas externas, o restante das folhas e o estipe (caule), o que está contribuindo para o aparecimento de pragas.

Visando o uso sustentável do capital natural, inúmeros processos têm sido desenvolvidos, o que gera produtos de maior valor agregado. As agroindústrias de beneficiamento de palmito para a produção de conserva têm contribuído para a geração de resíduos sólidos.

Segundo Bovi (1998), na produção de palmito, 10% referem-se ao produto comercializado, enquanto que os resíduos sólidos produzidos, no processo, equivalem-se a 90%.

Existe, portanto, a necessidade de encontrar soluções para o aproveitamento destes resíduos, o que somente será possível por meio do incentivo no desenvolvimento de novas pesquisas.

De acordo com Tonini (2004), o aproveitamento desses resíduos vegetais como matéria-prima na produção de alimentos ou como substrato para a produção de cogumelos, consiste em uma alternativa para o setor da agroindústria.

A utilização de estipes de palmeira na produção de cogumelo shiitake viabilizaria a industrialização sustentável do palmito, cujos resíduos representa um grande comprometimento ecológico.

Este trabalho foi desenvolvido sobre o tema da sustentabilidade da indústria de palmito, delimitado na questão da utilização dos estipes de palmeira como substrato para o desenvolvimento do cogumelo Shiitake [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler], comparativamente ao uso tradicional de toras de eucalipto.

Portanto o objetivo geral desta pesquisa foi analisar a viabilidade do emprego dos estipes como substrato para o desenvolvimento do cogumelo Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) comparativamente à utilização de toras de eucalipto, tendo como objetivos específicos: 1) avaliar o desenvolvimento do Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) tanto em toras de eucalipto, quanto em palmeira e 2) analisar comparativamente a viabilidade econômica em ambos os casos.

2. OBJETIVOS

Analisar a viabilidade do emprego dos estipes de palmeira como substrato para o desenvolvimento do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*).

Objetivos específicos:

1) avaliar comparativamente o desenvolvimento do cogumelo shiitake em toras de eucalipto e em toras de palmeira.

2) analisar a viabilidade econômica do aproveitamento dos estipes de palmeira.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Produção do Palmito – características e importância Comercial

O Palmito pode ser extraído de um grande número de gêneros e espécies de palmeiras. Até pouco tempo, as palmeiras do gênero *Euterpe* (como a juçara – *Euterpe edulis* e açazeiros – *Euterpe oleracea*) eram as mais utilizadas para a produção de palmito, numa atividade extrativista e predatória. Para se ter uma dimensão dessa atividade, o faturamento do setor, segundo Bovi (1998), era da ordem de 350 milhões de dólares por ano, com geração de oito mil empregos diretos e cerca de 20 mil indiretos.

A exploração de *E. edulis* é uma atividade de importância social nas regiões sul e sudeste do Brasil. Entretanto, seu intenso extrativismo, fez com que restassem apenas poucos núcleos da espécie, comprometendo sua regeneração natural (FANTINI; RIBEIRO; GURIES, 2001), o que levou à falta do produto de boa qualidade.

Desde então, o palmito cultivado tem se consolidado como uma opção economicamente viável em substituição ao palmito extrativo. Vários são os benefícios de seu cultivo, com destaques para a redução da exploração florestal e a eliminação do comércio clandestino e insalubre do palmito processado.

Antes da década de 60, a produção básica de palmito vinha principalmente da Costa Meridional do país, sendo extraído da palmeira juçara (*E. edulis*), que forma duas grandes áreas de ocorrência no domínio da Mata Atlântica, e muito espaçadamente no Cerrado Brasileiro (REIS et al, 2000).

Conforme explicam Simões e Lino (2002), “os dados oficiais sobre a produção e o consumo de palmito no Brasil são escassos e pouco confiáveis”. A existência da produção e comercialização clandestina de palmito, praticamente inviabiliza uma contabilidade precisa dos números oficiais da produção. As estimativas apontam para um consumo interno de 40 mil toneladas anuais, correspondentes a um mercado interno que supera os 400 milhões de dólares, cifra alcançada por poucos produtos no Brasil.

O Estado de São Paulo foi o primeiro produtor e o ritmo de exploração, sem o correspondente replantio, fez cair rapidamente o número de palmeiras na floresta ombrófila densa dessa região (REIS et al, 2000).

Relatam ainda os autores, que a escassez de matéria-prima acarretou a mudança das maiores empresas processadoras de palmito para o estado do Pará, então, com extensa reserva natural de açazeiro (*Euterpe oleracea*). Atualmente este estado é o maior produtor, com cerca de 90% das produções brasileiras, seguidas pelo estado de São Paulo, com apenas 4% da produção do palmito nacional.

Segundo Bovi (1998), “o cultivo racional diminuiria sensivelmente a pressão de exploração sobre as palmeiras nativas, contribuindo para a preservação dos dilapidados recursos naturais”. O uso racional de outras espécies de palmeiras para a produção de palmito tem sido uma das alternativas para diminuir não só a pressão de exploração sobre as espécies *E.edulis* e *E.oleracea*, mas também os obstáculos causados pela legislação vigente. Essa legislação, se por um lado, dificulta o cultivo e exploração racional em áreas de mata nativa, por outro, não impede o roubo frequente de palmiteiros, mesmo em reservas Estaduais.

E. edulis é a primeira espécie de palmito utilizada para produção no Brasil; essa espécie produz um palmito de excelente qualidade (tanto na cor, quanto no sabor e na textura), mas escurece rapidamente após o corte, devido a ação das enzimas peroxidase e polifenoloxidase. Além disso, tem como uma das principais desvantagens o fato de ser de estipe única (após a colheita do palmito, a planta morre); apresentar desenvolvimento lento (está apta para o corte apenas após 8 a 15 anos) e ter baixa sobrevivência a campo. Esses fatores, associados às exigências da legislação vigente (plano de manejo sustentado) e aos frequentes roubos praticados por palmiteiros, desestimulam o cultivo e/ou manejo dessa espécie.

Outra espécie de palmeira com crescente interesse para produção comercial de palmito é a *Bractris gasipae*, a pupunheira.

Desde a década de 1970 o interesse dos agricultores e pesquisadores pelo cultivo da pupunheira tem se apresentado como uma alternativa sustentável de cultivo para a produção de palmito. Essa palmeira apresenta todas as características desejáveis quando comparada àquelas exploradas predatoriamente e ainda vantagens adicionais, tais como, crescimento acelerado, precocidade para o core (2 anos) e farto perfilhamento. O palmito de pupunha não escurece rapidamente após o

corde, o que constitui grande vantagem em relação as demais palmeiras produtoras de palmito.

O Brasil detém 95% do mercado de exportação mundial de palmito, com receitas médias anuais de 30 milhões de dólares e tendência de expansão permanente. O mercado interno do produto em conserva é estimado como sendo, pelos menos, seis vezes maior do que o externo, equivalente, portanto, a 180 milhões de dólares, visto que, o preço interno e externo do produto é, praticamente, idêntico (TONINI et al., 2007).

A produção anual de palmito é de 210 mil toneladas, 92% das quais obtidas somente no estado do Pará e a produção de palmito nos estados do sul e em São Paulo, entre 1990 e 2000, apresentaram um quadro oscilante, com valores da ordem de 27.031 toneladas em 1990; 36.445 toneladas em 1997 e 20.599 toneladas em 2000. Deste último valor, estimam-se em 17.154 toneladas de palmito extrativo e 3.445 toneladas de cultivado (GIORDANO, 2007).

Conforme explica a autora:

Cerca de 10% do palmito produzido é exportado, alcançando no mercado internacional preço em torno de 22 dólares por caixa de 24 latas de 0,5 kg. Tais números poderiam ser promissores, considerando entre outros aspectos, que esse alimento, bastante apreciado por consumidores estrangeiros é exportado para países como Estados Unidos, França, Bélgica, Itália e Japão, além do México e Argentina. A verdade, no entanto, é que quanto mais cresce a “produção” e exportação, maior e mais próxima se torna à ameaça de que o país, dentro de poucos anos, não disponha de volume suficiente para atender à demanda externa e para suprir seu próprio consumo (GIORDANO, 2007).

A utilização da palmeira *E. edulis* nos dias atuais, depende da aprovação do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), cuja aprovação passa pela emissão de licença ambiental prévia emitida através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), (TONINI et al., 2007).

3.2 Palmito no Estado de São Paulo

O cultivo de palmito está disseminado por todas as regiões quentes do Estado de São Paulo. Há projetos na Região Oeste do Estado, área de influência da Universidade Estadual paulista (UNESP), de Ilha Solteira, no Planalto Central – Região de Avaré, no Planalto Paulista – Região de Mogi das Cruzes, no Vale do

Paraíba e Vale da Ribeira, sendo esta, a região de maior importância em termos de áreas de cultivo, e número de agroindústrias em funcionamento.

Importante também destacar que a espécie *E. edulis*, mais conhecida como palmeira Jussara, por estar associada ao processo produtivo extrativo é, hoje, uma espécie ameaçada e protegida. Além do mais, como já foi explicado, anteriormente, ela requer um tempo maior para atingir o corte e gera apenas um palmito, que cortado leva a planta à morte.

Em função dessas dificuldades, a pupunheira (*Bactris gasipaes*), vem ganhando preferência entre os agricultores, sendo hoje uma das espécies mais cultivadas. Também nativa da Amazônia, porém em região mais abrangente, engloba toda América Central e do Sul.

A partir de 1988 houve uma expansão no crescimento das áreas cultivadas com pupunheira para produção do palmito em todo o Brasil, conforme mostra a figura 1, competindo com as demais espécies tradicionalmente cultivadas (ANEFALOS; TUCCI; MODOLO, 2007).

O Estado de São Paulo destaca-se como um dos maiores produtores de palmito cultivado no Brasil, ficando atrás apenas do Estado de Goiás.

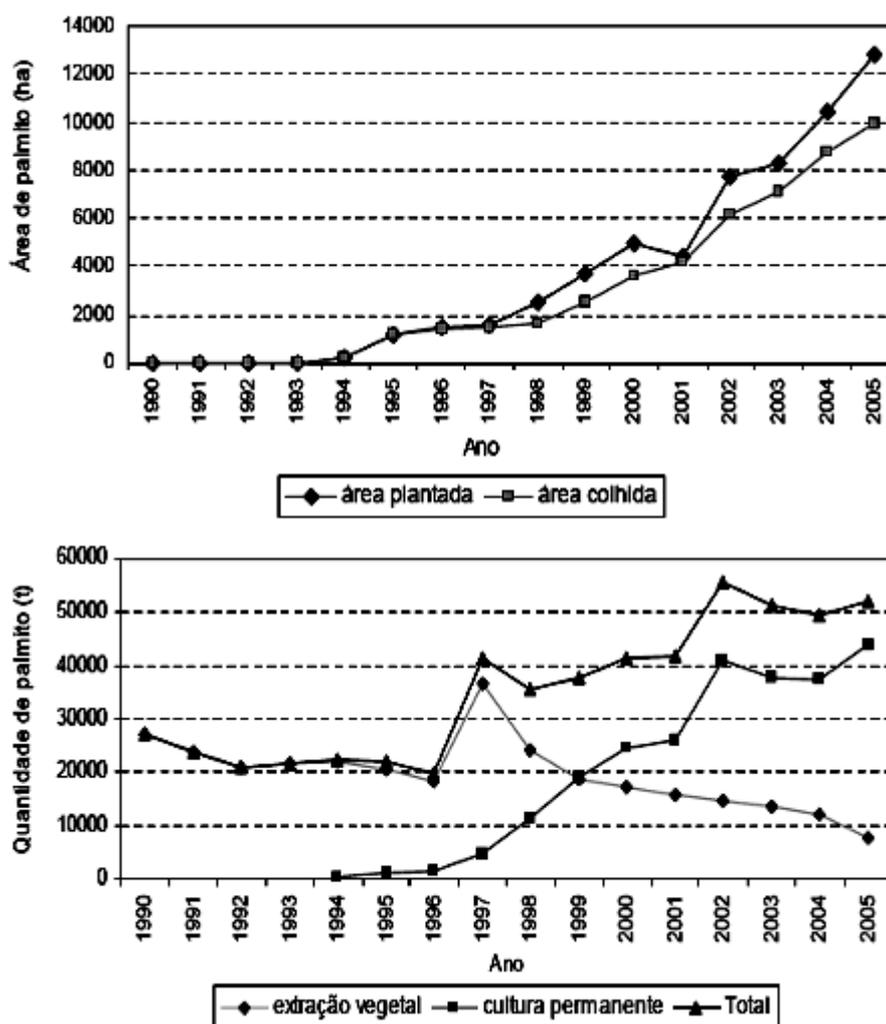


Figura 1 – Área e quantidade produzida de palmito no Brasil, lavoura permanente e extração vegetal, 1990 a 2005
(Fonte: ANEFALOS; et al. 2007)

Segundo Anefalos, Tucci e Modolo (2007),

[...] Ao se comparar os dados do IBGE, com informações levantadas pelo Instituto de Economia Agrícola e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (IEA/ CATI), observa-se que há uma tendência bastante elevada no crescimento da área plantada de palmito de várias espécies nos últimos anos. Em 2006, a área total de pupunha no Estado de São Paulo, foi de aproximadamente 3.900 alqueires, o cultivo ocorre em duas regiões distintas: Vale da Ribeira, Vale do Paraíba e Planalto Paulista.

Há falta de matéria-prima nas agroindústrias de São Paulo – não devido ao incremento da demanda, mas sim à escassez do palmito extrativo, em função a exaustão das reservas nativas e maior eficácia da fiscalização. Uma agroindústria não é viável se não garantir o fornecimento de 500 mil estipes/ano (ANEFALOS;

TUCCI; MODOLO, 2000). Uma indústria bem montada, em plena carga de funcionamento, processa de 2.500 a 3.000 hastes/dias.

Ainda segundo dados do Boletim Técnico 130/2007 do IAPAR (apud ANEFALOS; TUCCI; MODOLO, 2007), em 1996, São Paulo possuía quatro fábricas que envasavam o produto de forma legal. Em 2007, já eram 12 unidades, todas muito bem estruturadas e em pleno funcionamento, com produtos de qualidade e garantia de colocação só no estado de São Paulo.

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) estuda palmeiras desde 1973, com importante base na Estação de Pariqueira-Açu. Essa pesquisa acontece juntamente com pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) e da CATI/Registro, num esforço conjunto de apoio ao cultivo de espécies produtoras, como a pupunha, e no repovoamento de áreas da Mata Atlântica onde predominava o extrativismo de espécies nativas. A opinião desses pesquisadores e de empresários é de que o palmito cultivado de pupunha vá predominar e será uma atividade econômica ambientalmente sustentável (ANEFALOS; TUCCI; MODOLO, 2007).

3.3 Resíduo agroindustrial

Na indústria de alimentos, são conhecidos como “resíduos” as partes da matéria-prima não utilizadas no processamento do produto principal. Até pouco tempo, o conceito de “resíduo” tinha o sentido de “esbanjamento” ou “perda”, pois, de modo geral, pouco deles era aproveitado para o preparo de novos produtos. Deve ser entendido aqui como “resíduo”, o excedente da matéria-prima não aproveitado na elaboração do produto alimentício, que, como subproduto, esse mesmo excedente é transformado industrialmente (EVANGELISTA, 1992).

3.3.1 O Resíduo do Processamento do Palmito

O processo de extração do palmito das florestas manejadas se dá pelo corte total da palmeira, onde somente a bainha interna presente no estipe é utilizada para a comercialização do palmito. As folhas, o caule e as bainhas externas são

descartadas e as bainhas medianas, são descartadas na indústria alimentícia (Figura 2).



Figura 2 – Descarte de bainhas intermediárias na indústria de palmito

(Fonte: Giordano, 2007, p.27)

Conforme explica Giordano (2007), o palmito é encontrado nas pontas das palmeiras, onde se formam as folhas, sendo constituído por três camadas (bainhas): externa, mediana e o coração do palito. A camada externa que envolve o palmito é fibrosa, de cor esverdeada ou marrom e não é utilizada na industrialização do palmito; dependendo da espécie de palmito, essa camada representa de 25 a 35% do seu peso seco. A segunda camada, de cor mais clara é a bainha mediana ou semi-fibrosa, representa de 25 a 30% do produto, e também não é utilizada na industrialização do palmito. Por fim, tem-se o miolo, denominado coração do palmito, que contém baixo teor de fibras. Esta parte é que produz o palmito em conserva. Atualmente, a utilização que se dá ao estipe da palmeira pode ser considerada insignificante, pois se resume a:

- a) quando adulto e bem seco, como esteio para construções rústicas, ripas para cercados, currais, paredes e caibros para coberturas de barracas e lenha para aquecimento de fornos e olarias;
- b) matéria-prima para produção de papel e produtos de isolamento elétrico e produção de carvão.

3.4 *Lentinula edodes* (Berk) Pegler – Cogumelo Shiitake

O cogumelo *L. edodes* é popularmente conhecido como “shiitake” no Japão, “pvogo” na Coreia e “syangku” na China (BEUX, 1995). Outras denominações são

citadas por Eira (2002), em que este cogumelo é também denominado por cogumelo da floresta, cogumelo da árvore shii ou cogumelo chinês.

De acordo com Stamets (1993), a classificação do fungo *L.edodes*, apresenta-se da seguinte forma:

- * Reino: Fungi
- * Divisão: Mycota
- * Classe: Basidiomycetes
- * Subclasse: Holobasidiomycetidae
- * Ordem: Agaricales
- * Família: Tricholomataceae
- * Gênero: Lentínula
- * Espécie: Lentínula edobes Pegler, 1970.

Quanto às características morfológicas do basidiocarpo de *L. edodes*, observa-se a existência de píleo em forma convexa, circular ou reniforme, com 5 cm a 15 cm de diâmetro e de bordos ondulados na maturidade. A coloração da epiderme superior varia de ocre – claro a marrom – escuro. O estipe é cilíndrico com 3 a 7 cm de comprimento, e com 8 a 15 mm de diâmetro, apresentando lamelas aderidas a si.

O consumo de cogumelos está aumentando na cultura ocidental, onde encontramos um grande número de espécies. Este crescimento pode ser atestado pelos seguintes números: em 1995, a produção anual mundial foi de 1 milhão de toneladas e, em 2005, aumentou para 3,3 milhões de toneladas, ou seja, mais de 60% em 10 anos.

A produção do Brasil, não se encontra nessa estatística mundial e, segundo Furlani e Godoy (2007), o país não possui estatísticas oficiais sobre a produção de cogumelos, mas, sabe-se que a maior região produtora está localizada no Alto Tietê, em São Paulo.

Nota-se que, no Brasil, está havendo um crescimento no consumo dos cogumelos e, conseqüentemente, na produção e comercialização. Esse fato se dá, por haver atualmente, maior divulgação de seu valor nutritivo e medicinal, e por seu preço ter se tornado um pouco mais acessível à população, além de representar um bom retorno econômico para os produtores, com possibilidade de cultivo em pequenas áreas e requerer baixo investimento (ROSSI, 1999).

Porém, pouco se sabe a respeito da qualidade dos cogumelos comestíveis, cultivados no Brasil, especialmente, com respeito ao valor nutricional. Mesmo na literatura internacional, os dados encontrados são escassos, e se referem a cogumelos cultivados em condições distintas das encontradas no Brasil. No Estado de São Paulo, principalmente na região de Mogi das Cruzes, o cultivo ainda é realizado de forma rudimentar, geralmente por famílias com descendências orientais, que herdaram conhecimentos de forma de cultivo, mas não aplicam tecnologias mais avançadas na produção.

Quimicamente e nutricionalmente, os cogumelos são considerados alimentos funcionais, pois possuem em sua composição características imprescindíveis para execução de suas funções no organismo. Conforme se observa-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição nutricional do cogumelo Shiitake

Nutrientes	Porcentagem (%)
Água	90
Carboidrato	03-28
Proteínas	10-40
Lipídeos	02-08
Fibras	03-32
Minerais	08-10

Fonte: Adaptado de Breene (1990) e Borchers et al. (1999), ambos citados por Forte e Novaes (2006, p. 365).

Fortes e Novaes (2006) em sua pesquisa sobre os efeitos terapêuticos de algumas espécies de cogumelos da família dos *Agaricáceae*, destacam entre eles com um maior interesse comercial, o *Agaricus bisporus*, conhecido como Champignon de Paris, o *Lentínula edodes*, cogumelo shiitake, além do *Pleurotus ostreatus* ou cogumelo ostra e o *Volvariella volvaceae* ou fukurotake como coadjuvantes em tratamentos de enfermidades como o câncer e apresenta as seguintes informações:

[...] Fibras dietéticas – entre 3 a 32 % (possuem ação física desfavorável na absorção de substâncias tóxicas, nocivas e carcinogênicas).

Teor protéico – entre 10 a 40% - proteína de alto valor biológico, uma vez que possuem todos os aminoácidos indispensáveis, além da argilina e glutamina. O teor protéico da carne bovina está em torno de 14,8 %.

Lipídeos – Apresentam baixos teores de gorduras totais porém, alta porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados e baixos teores de ácidos graxos saturados e colesterol.

Possuem ainda quantidades significativas de potássio, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, zinco, sódio, niacina, tiamina, riboflavina, biotina, ácido ascórbico e pró-vitaminas A e D (ergosterol).

Em termos de produção, é um dos cogumelos mais consumidos e difundidos no mundo (RAJARATHNAM; SHASHIREKA; BANO, 1992). Sua produção vem aumentando nas últimas décadas com expectativa de uma contínua ascensão.

Vários são os fatores que influenciam no genótipo dos fungos: os substratos, as suplementações de nutrientes e as condições ambientais, buscando a eficiência na produção e a conseqüente melhoria da qualidade dos cogumelos fornecidos ao mercado (OHGA, 1999).

O shiitake é um fungo comestível com grande aceitação gastronômica (BONONI et al, 1995), além de apresentar qualidades terapêuticas, imunopotenciadora, antifúngica, antibacteriana e antiviral.

A medicina popular indica que nos humanos, o shiitake tem poder restaurador e fortificador do organismo, sendo indicado para pessoas que estejam convalescentes e com deficiência imunológica. A produção brasileira deste fungo, segundo relato de Eira (2002), ao final de 1995, foi estimada em 6 toneladas mensais e, em 1997, passou a 8 toneladas/mês.

Conforme Sampaio e Queiroz (2006),

A produção brasileira, portanto, deve girar, em torno de 5 mil toneladas anuais ou 0,15% da produção mundial, estimando-se que o consumo anual de cogumelos no Brasil seja algo em torno de 30 g por habitante.

Por ter conquistado o paladar do consumidor, pode hoje ser encontrado tanto em lojas especializadas, quanto em feiras livres (comercializados, em sua grande maioria, frescos). A tendência é de crescimento da demanda.

Por ser um dos cogumelos de menor exigência em termos de tecnologia, e ambiente de cultivo, pode se tornar uma alternativa alimentar de alto valor nutritivo, vindo ao encontro das carências do terceiro mundo. Isso porque qualquer agricultor pode utilizar toras de diversas espécies arbóreas, além de resíduos agroflorestais, como substrato para a produção de proteínas e vitaminas de ótima qualidade (SAN ANTONIO, 1981).

Para o cultivo de *L. edodes* em toras, geralmente são adotadas as seguintes operações: produção de semente em serragem, escolha da espécie de árvore, inoculação das toras, colonização do substrato, frutificação e colheita.

A escolha do material a ser utilizado como substrato é em função de suas características físicas e químicas, e também, fatores econômicos e ambientais (SAN ANTONIO, 1981; CHANG; MILES, 1989).

A melhor época para o corte das toras que servirão de substrato é, aquela em que as árvores contêm maior quantidade de carboidratos e ácidos orgânicos, e que a casca não se solte facilmente. Várias espécies de árvores têm sido utilizadas no cultivo do Shiitake em toras de madeiras, sendo que as mais utilizadas, atualmente, pertencem ao gênero *Quercus*.

A produção de Shiitake ocorre em ciclo e é afetada por muitos fatores como: diâmetro da tora, espécie de árvore, manejo utilizado e número de furos inoculados (SAN ANTONIO; HANNERS, 1983). Com relação ao comprimento da tora para o cultivo do Shiitake, não existe um padrão, sendo seu tamanho em função da facilidade de manuseio (CHANG; MILES, 1989), redução da contaminação e ressecamento (EIRA; MONTINI, 1997). O crescimento do micélio é afetado pelo diâmetro da tora e conteúdo de nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio. Toras com diâmetro menor (5 a 8 cm) , tem a vantagem de produzir rapidamente, mas sua durabilidade é menor e com tendência de produzir cogumelos com pileo pequeno e estipe fino (CHANG; MILES, 1989). Toras, com diâmetro superior a 15 cm, possuem uma durabilidade maior; tem casca grossa, cerne volumoso e demoram mais para produzir, o que aumenta a chance de contaminações. Toras de mesmo diâmetro devem ser agrupadas para facilitar o manuseio, pois estarão prontas para a frutificação na mesma época. Por outro lado, as toras são um meio natural seletivo, onde o fungo pode tornar-se dominante, colonizando completamente o substrato (SAN ANTONIO, 1981). A colonização do substrato ocorre durante o período de incubação das toras em condições de ambientes semicontrolados que favoreçam o crescimento vegetativo do micélio; durante o período de colonização das toras, o micélio do *L. edodes* desenvolve-se em ambientes com temperatura entre 5 a 35°C, as a faixa ótima situa-se entre 24 a 28°C, sendo 25°C a temperatura ideal (EIRA; MONTINI, 1997).

Quanto à umidade relativa, a faixa ideal situa-se entre 70 a 80%, não devendo ultrapassar 90%, pois umidade acima de 90%, favorece o desenvolvimento de microrganismos contaminantes nas toras (CHANG; MILES, 1989). A frutificação pode ocorrer após processos de indução, os quais ocorrem de forma natural ou artificial, através de fatores químicos e físicos. A imersão das toras em água tem

sido adotada como um processo de indução para a formação de primórdios e posteriores crescimentos dos basidiocarpos (SAN ANTONIO, 1981). A frutificação pode ocorrer após processos de indução, os quais podem se dar de forma natural ou artificial através de fatores químicos e físicos. A imersão das toras em água tem sido adotada como um processo de indução para a formação de primórdios e posterior crescimento dos basidiocarpos (SAN ANTONIO, 1981). Durante a frutificação, a temperatura afeta a indução de primórdios e o seu desenvolvimento. A temperatura para a indução varia de acordo com a linhagem do fungo, ficando na faixa de 10 a 25°C comumente entre 10 e 16° C. A colheita deve ser realizada quando o cogumelo apresentar características físicas desejadas para a comercialização e/ou consumo. San Antonio (1981) reporta que a produtividade de cogumelos em toras pode ser expressa pela produção de cogumelo fresco (g) por volume de tora úmida (cm) ou produção de cogumelo fresco por peso de tora úmida.

3.4.1 Substratos Utilizados na Produção Comercial do *L. edodes*

3.4.1.1 Eucalipto

No cultivo comercial, são utilizadas toras de eucalipto como substrato. O gênero *Eucalyptus* é conhecido por sua grande variabilidade genética. São centenas as espécies com propriedades físicas e químicas tão diversas, que faz com que sejam usados para as mais diversas utilidades.

A madeira de eucalipto tem se prestado a um grande número de aplicações, como papel e celulose, produção de carvão, madeira para indústria de móveis, construção civil, lenha, mourões e como substrato para produção de alimento – o cultivo do cogumelo Shiitake. De acordo com Eira e Minhoni (1997), o eucalipto reúne as principais características desejadas para substrato na produção comercial. Disponibilidade do material, custos acessíveis, podendo ser facilmente adquirido nas condições ideais e quantidade necessária.

De acordo com Graciolli, Paula e Tarsitano (2001), o peso de uma tora é em média 5 kg, com produtividade média de 150 g de cogumelo fresco por colheita, chegando a 0,9 kg de Shiitake por tora por ano, um equivalente a 289,38 de peso fresco por kg de madeira, ou seja, uma eficiência biológica de 28,9%.

3.4.1.2 Outras fontes de substratos

Um terço de toda biomassa produzida no planeta é composto por lignocelulose, também denominada fibra. Calcula-se que 65% dessa biomassa são produzidas na floresta e 15 % em pastagens e áreas cultivadas, sendo de que todo esse montante, apenas 20% são inseridos em processos produtivos, especificamente na produção de energia e alimentos. Rajarathnam, Shashireka e Bano (1992) estimam que apenas 1,25 % da biomassa mundial produzida é efetivamente usada na alimentação humana.

A lignina compreende até 25% de toda biomassa disponível. Por sua constituição física, exerce uma função selante e preservadora das fibras celulósicas, formando uma barreira física que dificulta a ação dos organismos que poderiam utilizá-la. Apesar do seu alto valor energético comparado ao carvão e aos óleos, não se conhece qualquer organismo capaz de usá-la como fonte de energia (RAJARATHNAM; SHASHIREKA; BANO, 1992).

Os únicos organismos que apresentam capacidade de degradação da lignina são os fungos do grupo Basydiomycetes. Os Basydiomycetes são organismos que possuem complexos enzimáticos lignocelulósicos específicos que lhes confere a capacidade de degradar a lignina (RAJARATHNAM; SHASHIREKA; BANO, 1992).

Vários fatores justificam o cultivo de fungos comestíveis em resíduos florestais. A demanda expressiva por alimentos, assim como o aumento dos resíduos agroflorestais como palhas e folhas e agroindustriais como cascas, bagaços e farelos.

Os resíduos obtidos no processamento de palmito para conserva, por meio de tratamento adequado, podem ser convertidos em substratos para o crescimento micelial e frutificação de *L. edodes* - fungos comestíveis, e posteriormente, podem ser adicionados ao solo como fertilizante orgânico. Os resíduos agrícolas, florestais e agro-industriais, representam uma fonte abundante e renovável de substrato para o cultivo de fungos comestíveis e medicinais que são aptos a crescer numa grande variedade desses resíduos. Formados por biomassa lignocelulósica, representam uma fonte abundante e renovável de substratos que podem ser aproveitados (RAJARATHNAM; SHASHIREKA; BANO, 1992).

Os principais componentes desses resíduos são a celulose, a hemicelulose e a lignina. O teor de nitrogênio é, geralmente, muito baixo. A proporção percentual

dos componentes celulose, hemicelulose e lignina, assim como do teor de nitrogênio, depende do tipo de material, idade e estágio vegetativo (RAJARATHNAM; SHASHIREKA; BANO, 1992).

A utilização de diversos materiais lignocelulósicos no cultivo axênico de cogumelos tem comprovado sua eficácia na produção chegando a uma eficiência biológica de 29 %, mostrando as vantagens do aproveitamento de substratos alternativos. Na Tabela 2, são relacionadas espécies produtores no sistema tradicional, porém nenhuma delas é encontrada no Brasil, bem como observar a eficiência biológica obtida em várias espécies de madeiras utilizadas para o cultivo tradicional.

Tabela 2 – Espécies de plantas utilizadas como substratos e a eficiência biológica de conversão de legnina em proteína

Espécie (nome vulgar)	Eficiência Biológica (%)
<i>Quercus rubra</i> (carvalho vermelho)	89,4%
<i>Alnus Serrulata</i> (aveleira)	88,6%
<i>Castanea crenata</i> (castanheira japonesa)	67,8%
<i>Quercus alba</i> (carvalho branco)	61,4%
<i>Bétula nigra</i> (videoeiro)	37,0%
<i>Pinus virginiana</i> (pinheiro da virgínia)	5,0%
<i>Malus sylvestris</i> (macieira)	0,0%

Fonte: Beux (1995)

A bainha como resíduo do processamento de palmito foi testado no sistema de produção axênico, mostrando-se bastante eficiente, conforme Bittencourt (2007), "torna-se um ótimo resíduo para ser empregado no cultivo de cogumelo, além de evitar a poluição causada pela disposição inadequada no meio ambiente".

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi dividido em duas etapas, na primeira foi realizado um experimento para avaliar o desenvolvimento do Shiitake (*L. edodes*) em toras de eucalipto e em estipes de palmeira. A metodologia aqui adotada, seguiu a orientação dos autores do Manual do Cultivo do Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk) Pegler) (EIRA, A.F.; MONTINI, R.M.C, 1997) e, na segunda etapa, uma análise econômica entre os dois tipos de uso.

4.1 Local do estudo

O experimento foi realizado em uma área localizada na Estrada Municipal Pinhão do Borba, s/n Bairro do Borba, Município de Pindamonhangaba/SP, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 56' 15" S - Longitude: 45° 26' 15" W, entre os meses de dezembro de 2008 e agosto de 2009, que corresponde ao período necessário para inoculação, desenvolvimento do micélio e aparecimento dos primeiros primórdios nas toras.

A propriedade em que se realizou o experimento tem por atividade principal a produção de cogumelos Shiitake (*L. edodes*) em toras de eucalipto e possui instalações para produção em ambiente controlado.

A altitude da propriedade é de 560 m, topografia plana a ondulada, típica da região do Vale do Paraíba, com temperaturas médias anuais de 17° C a 22° C, com Mínima = 21° C e Máxima = 32° C, precipitação Pluviométrica : média anual = 1000 mm (chuvas bem distribuídas durante o ano)

4.2 Substrato para o desenvolvimento do Shiitake

Na avaliação do desenvolvimento do Shiitake foram testadas como substrato, toras de eucalipto da espécie *Eucalyptus saligna* Smith, provindas da cidade de Canas e caule de palmeira das espécies *Euterpe edulis*, originária da Empresa Germano Madeiras, Município de Parati/RJ.

4.3 Os isolados de *L. edodes*

Os isolados de *L. edodes* da linhagem Shiitake OKAY 46 e lote 14 foram doados pela empresa Shizen Life Comercial Ltda, situada no município de Araçariguama (SP) (Figura 3).



Figura 3 – Os isolados do *L. edodes* acondicionados sacos plásticos

4.3.1 Preparo do substrato

A preparação das toras ocorreu no terceiro dia após o corte das espécies utilizadas que consistiu em: furação, inoculação e parafinagem. Essas operações foram realizadas no mesmo dia, pela mesma equipe de trabalho, em local coberto e protegido, com boa drenagem de piso, boas condições de higiene, disponibilidade de água, e próximo às estufas de colonização (EIRA, A.F.; MONTINI, R.M.C.1997).

As toras foram cortadas na medida de 1000 mm de comprimento com diâmetro variando entre 120 e 150 mm.

Foram realizadas furações em linha nos caules de palmeira e eucalipto com o auxílio de uma furadeira elétrica de alta velocidade com broca de aço e limitador de profundidade.

Os furos com as medidas de 20 cm de profundidade por 12 mm de diâmetro, foram distribuídos num espaçamento de 15 a 20 cm entre si e 5 a 8 cm entre linhas.

4.3.2 Inoculação das toras

Os inóculos foram inseridos nas toras manualmente através de uma ferramenta própria (inoculador) e depois foram cobertos por uma camada de resina constituída por parafina e breu misturada na proporção de 9:1 (EIRA, A.F.; MONTINI, R.M.C., 1997).

4.3.3. Distribuição das toras

O local em que foram depositadas as toras constitui-se de um barracão com boa circulação de ar, chão de terra batida, com uma camada de pedriscos, pouca iluminação, devido ao revestimento lateral com sombrite a 50%. Temperatura ideal em torno de $\pm 25^{\circ}$ C, controlada através de um termômetro sendo que, cada vez que a temperatura era ultrapassada, acionava-se o sistema de arrefecimento do ambiente com a liberação de água sobre o telhado cerâmico.

O empilhamento das toras foi realizado no formato quadrangular, com 20 unidades de toras por pilha, cobertos por um plástico preto por um período de 30 dias. As Figuras 4 e 5 mostram as pilhas após o período dos 30 dias, quando então foram descobertas e então permaneceram nesse empilhamento por um período médio de 240 dias até o momento da indução à frutificação.



Figura 4 – Toras de eucalipto após serem inoculadas com *L. edodes*, disposta para crescimento micelial por um período médio de 240 dias até o momento da frutificação.



Figura 5 – Toras de palmeira após serem inoculadas com *L. edodes*, disposta para crescimento micelial por um período médio de 240 dias até o momento da frutificação.

Após esse período, foram descobertas e expostas a temperatura e umidade ambiente, recebendo irrigação sempre que necessário, até o fim do ciclo de incubação, quando então foram submetidas ao choque mecânico e posteriormente ao choque hídrico como estímulos a frutificação.

O controle de umidade no local de pesquisa é feito baseado na observação constante dos produtores. Sempre que há o aumento da temperatura controlada através de um termômetro instalado no interior das estufas é liberado a irrigação através de um sistema de nebulização.

4.3.4 Controle de pragas

A resina aplicada quente nas furações no durante a etapa da inoculação, tem como objetivo impermeabilizar e vedar os inóculos durante o período de incubação das toras, oferecendo proteção contra contaminação por fungos invasores.

4.3.5 Manejo das toras inoculadas e empilhadas para crescimento do micélio

As pilhas permaneceram no mesmo local que foram colocadas após a inoculação recebendo irrigação sempre que necessário para manter a umidade ideal ao desenvolvimento do micélio. Após oito meses da inoculação, procedeu-se ao choque mecânico nas toras, que consistiu em bater com uma das extremidades das mesmas ao chão e posteriormente ao choque hídrico – colocação em um tanque

com água nas medidas de 2 x 2 x 1,5 m, onde permaneceram imersas por 24 horas. Após esse período as toras são retiradas e dispostas em pé apoiadas num estaleiro desde o início do aparecimento dos primeiros primórdios até o término do período de colheita.

Na Figura 6, é demonstrado a posição em que as toras são dispostas para frutificação, ou seja, em pé com inclinação de 15 graus.



Figura 6 – Disposição das toras para frutificação. Em pé com inclinação em torno dos 15 graus.

Durante esse período, ocorreram quedas bruscas de temperatura em função da entrada de frentes frias, que permaneceram na média de $\pm 12^{\circ}\text{C}$ graus por uma semana, atrasando o aparecimento dos primeiros primórdios (Tabela 3):

Tabela 3 – Temperaturas máximas/mínimas

Data	Mínima	Máxima
03/08/09	16.0	25.5
04/08/09	16.0	24.0
05/08/09	9.5	22.0
06/08/09	8.5	22.0
07/08/09	8.0	22.0
09/08/09	6.0	18.0
09/08/09	5.5	18.0
10/08/09	6.0	18.0
11/08/09	9.5	22.0
12/08/09	12.0	22.0
13/08/09	13.5	22.0
14/08/09	14.0	22.0
15/08/09	16.0	22.0
16/08/09	16.0	22.0

Nota: As temperaturas são referentes ao período de 03 a 16/08/2009

4.4 Colheita do cogumelo

Após o aparecimento dos primeiros primórdios, os cogumelos atingiram o ponto de colheita três dias. Os critérios adotados para a colheita estão relacionados ao percentual de abertura do píleo que deve apresentar-se em torno de 80% - tamanho ideal para comercialização, isso ocorreu por volta do 12º dia do choque hídrico, porém, até o 15º. dia, mesmo os que não alcançaram abertura ideal foram colhidos. Após a colheita todas as toras foram novamente empilhadas no barracão e submetidas à irrigação até o dia da nova indução à frutificação.



Figura 7 – Toras de eucalipto e de palmeira com os corpos de frutificação de *L. edodes* prontas para colheita.

O estipe e píleo foram medidos e a produção por tora na primeira colheita foi pesada (**Anexo A**) e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as variações entre as médias foram submetidos ao teste Tukey com nível de significância de 5%.

4.5 Análise dos componentes nutricionais dos cogumelos produzidos a partir do substrato do estipe de palmeira

Foram analisadas três amostras de material em base, para avaliação do teor de proteína bruta, umidade, e cinzas, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985) e lipídeos, segundo método de Blight Dyer (1959).

4.5.1 Determinação da Proteína

Foram pesadas aproximadamente 3 gramas de amostra e transferidas para um frasco onde foram adicionados 10 mL de clorofórmio, 20 ml de metanol e 8 ml de água destilada, o frasco foi tampado hermeticamente e agitados durante 30 minutos. Em seguida, foram adicionados exatamente 10 ml de clorofórmio e 10 ml da solução de sulfato de sódio 1,5% e novamente foram agitados por mais 2 minutos. No frasco a solução se separou em duas fases. Foram retiradas alíquotas entre 13 a 15 ml da camada inferior (clorofórmio) que foi filtrada, com auxílio de papel de filtro. Desse filtrado foram medidos exatamente 5 ml que foram transferidos para um béquer (esse previamente seco e pesado). O béquer contendo o material a gordura extraída foi colocado numa estufa a estufa a 100°C, até evaporar o solvente. Foi então resfriado em dessecador e pesado.

4.5.2 Determinação de Lipídeos

Para determinação de lipídeos, pesou-se inicialmente 1 g de amostra em um papel filtro e secou-se em estufa a 105°C durante 3 horas (secagem definitiva). Após resfriamento em dessecador por 30 minutos, fez-se o empacotamento da amostra contida no papel filtro, em forma de cartucho. Em seguida, colocou-se a amostra no recipiente próprio do aparelho de extração. No Beacker adicionou-se 40 ml de éter, tendo sido colocado sob o condensador. Em seguida ligou-se a água durante 4 horas, fazendo verificações ocasionais. Terminada a extração, removeu-se a amostra do recipiente e colocou-se o tubo de vidro, coletor de éter sob o condensador. Em seguida foi feita a destilação do éter no tubo coletor. Antes da secagem total do Beacker, ele foi retirado do aquecedor, o éter residual foi transferido para outro recipiente e o Beacker levado para uma estufa a 105°C por 30

minutos. Finalmente o Beacker foi resfriado num dessecador e pesado. A diferença de peso entre a primeira pesagem e a última corresponde ao peso do lipídeo.

4.5.3 Determinação de cinzas

Na determinação de cinzas, os cadinhos de porcelana vazios são colocados na mufla a 550-600°C por 15 minutos e posteriormente resfriados em dessecador. São em seguida pesados w recebem 1 g de amostra que é levada à incineração durante 4 horas a 600°C. Após esse processo, é feito o resfriamento em dessecador e a pesagem das cinzas.

4.5.4 Determinação da umidade

Placas de porcelana foram levadas a mufla para secagem por uma hora e depois resfriadas em dessecador. Na sequência foram pesadas. Amostras do material foram colocadas nas placas e pesadas em balança analítica e seus valores registrados. As placas contendo as amostras foram levadas para secagem em mufla e foram feitas quatro pesagens em tempos seqüenciais até que o peso das placas com as amostras se estabilizassem. Ao final, a diferença entre os valores iniciais e da última pesagem representa o percentual de umidade retirada do material.

4.6 Análise de custos

Na análise do custo foi aplicada a metodologia preconizada pelo Instituto e Economia Agrícola (IEA) (MATSUNAGA et al., 1976). Para se obter a rentabilidade apresentada por cada tipo de material, consideraram-se os valores praticados no Estado de São Paulo no ano de 2009 e para comparar os custos de produção foram utilizados os seguintes componentes:

- a) Custo Total da Produção (CTP):
 - Despesa com material consumido
 - Despesas com operações manuais: considerou-se um salário mínimo/mês por empregado rural (R\$ 476,00/mês) acrescidos da taxa de 18% referentes à contribuição social, considerando dois trabalhadores por três dias suficientes para recolher os estipes numa área de um hectare colhido de palmeira.

b) Custo Operacional Efetivo (COE):

- Despesas com encargos, custeio e depreciação.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Rendimento de produção do *L. edodes*

Quanto ao rendimento do *L. edodes* produzido em toras de eucalipto e estipes de palmeira, observa-se na Figura 8 que a produção de *L. edodes*, após 240 dias de incubação apresentou variação significativa em função do tipo de substrato utilizado para o seu crescimento.

A produção de *L. edodes* variou de 180 g na tora de eucalipto e 152 g no estipe de palmeira, resultados similares também foram observados por Gracioli et al. (2001), em toras de eucalipto, estes autores constataram uma média de produtividade em torno de 150 g de *L. edodes* fresco por tora.

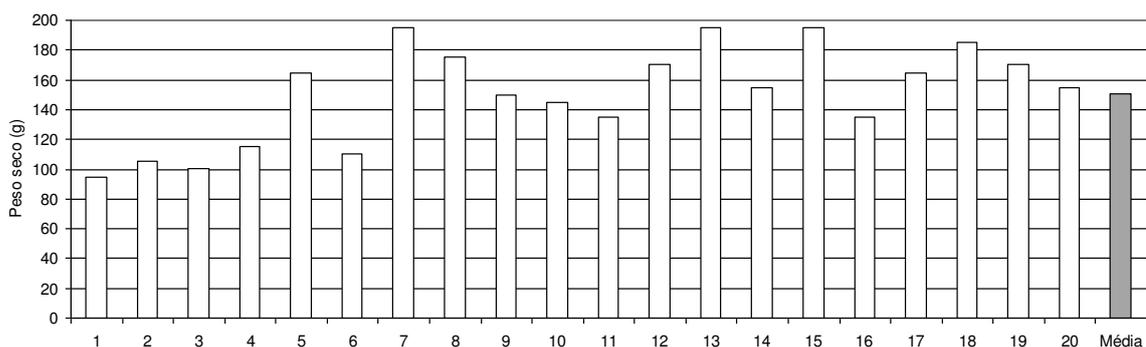


Figura 8. Peso úmido de Shiitake em estipe de palmeira após a primeira colheita

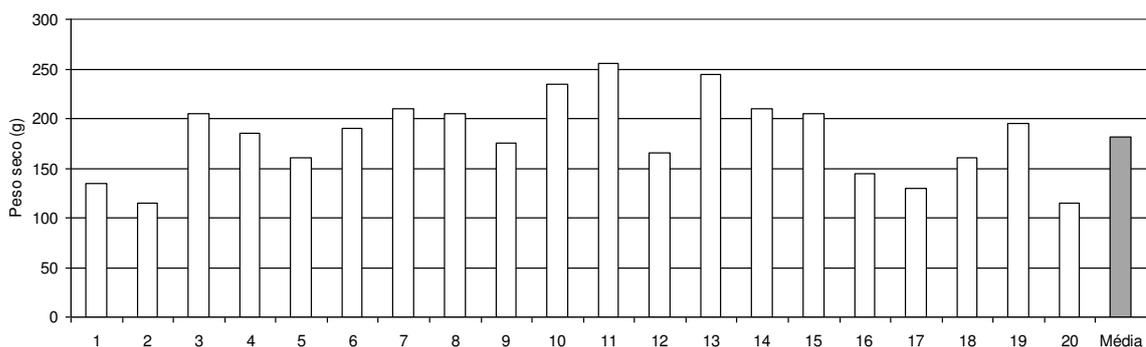


Figura 9. Peso úmido de Shiitake em tora de eucalipto após a primeira colheita

4.2 Diâmetro do píteo

Os resultados do diâmetro do píteo determinados na tora de eucalipto e estipe de palmeira estão apresentados na Figura 9, gráfico em que se verifica que houve diferença significativa entre os valores do diâmetro do píteo em função do tratamento.

Os maiores valores médios (7,2mm) no diâmetro do píteo foram constatados no *L edodes* cultivado em tora de eucalipto e os menores (4,1mm) no estipe de palmeira, talvez esta diferença esteja relacionado à disponibilidade de nutrientes na composição dos substratos. Pois segundo, Chang e Miles (1989) o crescimento micelial pode ser afetado por diversos fatores, como diâmetro das toras, conteúdo de nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio

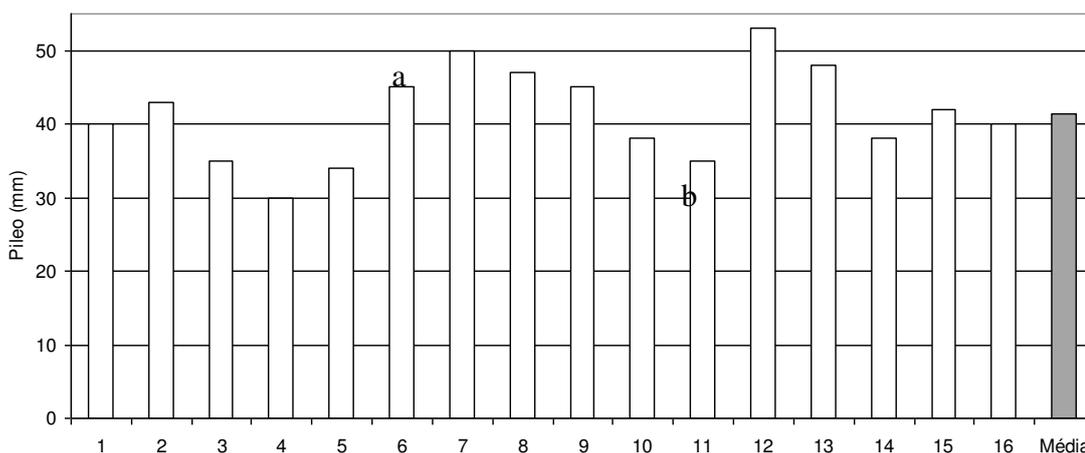


Figura 10 – Diâmetro do píteo de shiitake em toras de palmeira

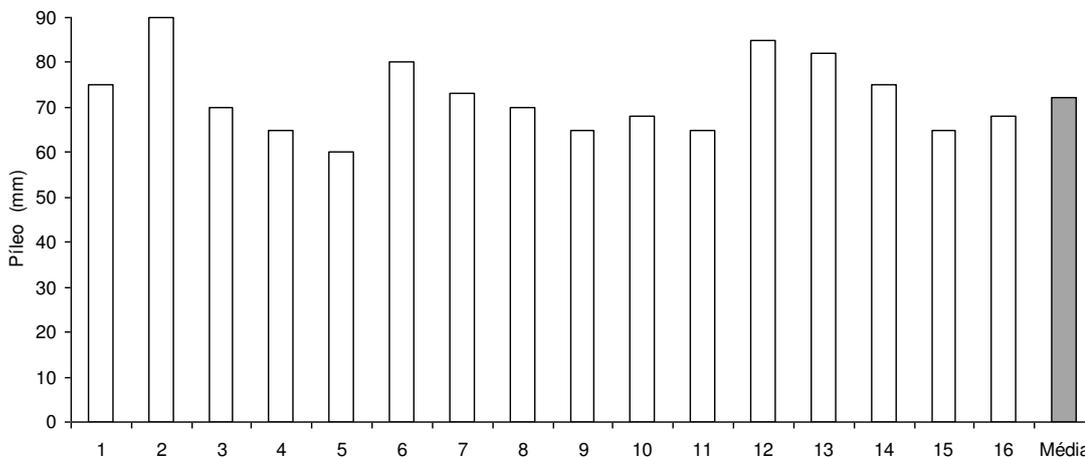


Figura 11. Diâmetro do Píteo de Shiitake em tora de eucalipto

4.3 Comprimento do estipe

Na Figura 10 estão apresentados os valores médios do comprimento do estipe do *L. edodes*, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos.

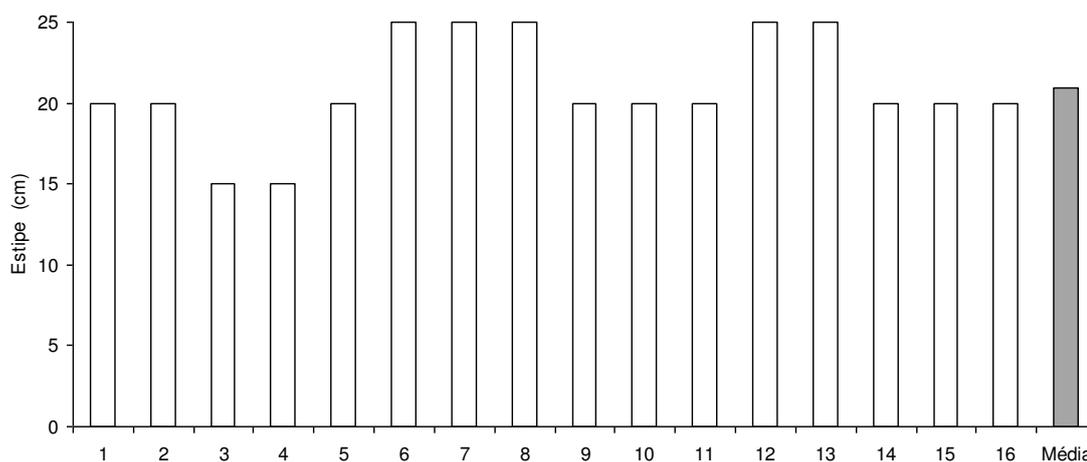


Figura 12. Comprimento do estipe de Shiitake em tora de palmeira

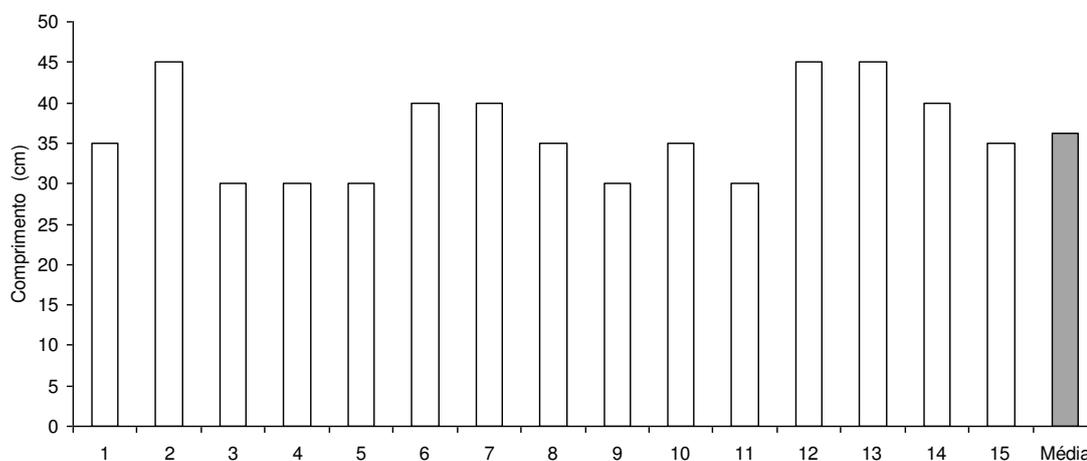


Figura 13. Comprimento do estipe de Shiitake em tora de eucalipto

Os estipes de *L. edodes* produzidos em toras de eucalipto apresentaram-se maiores com uma média de tamanho de 36 mm e as de palmeira uma média de 21 mm.

No entanto, como se trata de um substrato ainda não utilizado, sendo este um teste inicial de viabilidade, há necessidade de novos experimentos, visando avaliar corretamente os efeitos de outros isolados, o uso de estipes de outras espécies de

palmeiras, bem como a capacidade total produtiva já que aqui, foram estimadas as quantidades, projetadas a partir da primeira colheita.

A necessidade de levar o substrato à exaustão produtiva servirá para medir o número de colheitas viáveis e o tempo que o mesmo é capaz de produzir, assim como a análise química dos cogumelos, já que o tipo de substrato pode influenciar diretamente no teor protéico dos basidiomas (FURLANI; GODOI, 2005.)

4.4 Componentes nutricionais do cogumelo shiitake produzidos em substrato de estipe de palmeira.

Na Tabela 4, encontram-se os valores obtidos na análise de proteína bruta, umidade, lipídeos, cinzas e ainda a quantidade de fósforo e potássio determinados em mg para 100 gr de material do cogumelo shiitake produzido em substrato de estipe de palmeira.

Percebe-se segundo Breene (1990) e Borchers et al. (1999), ambos citados por Forte e Novaes (2006, p. 365), que a relação entre os componentes nutricionais nos cogumelos cultivados em substrato de palmeira e aqueles produzidos no substrato de eucalipto não sofreram interferências consideráveis. Furlani e Godoi (2005), já citam que vários fatores podem interferir nos componentes nutricionais do cogumelo shiitake.

Tabela 4 – Composição nutricional do cogumelo Shiitake produzidos em toras de palmeira

Nutrientes	Porcentagem (%)
Umidade	91,23
Proteínas	29,70
Lipídeos	2,78
Cinzas	4,43
Fósforo	37,72 mg/100 g
Potássio	165,6 mg/100 g

Fonte: Laboratório de bromatologia da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unitau

4.5 Análise de custo de produção

Constatada a possibilidade de crescimento do *L. edodes* no substrato de estipe de palmeira, passou-se, então, à análise do que representa os coeficientes econômicos do aproveitamento desse material.

A CTP (Custo Total de Produção) e os fatores que implicam na produção do Shiitake nos diferentes substratos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparação entre os custos de produção de Shiitake nos diferentes substratos

Dados Analisados	Eucalipto	Palmeira
Custo por tora	R\$1,00	R\$0,02
Material:33,6%,mão de obra:26,3% do CTP (custo total da produção)	R\$ 3,33	R\$ 3,33
Demais custos - 40,1%(COE – custo operacional efetivo – encargos e custeio, depreciação e securidade)	R\$ 2,22	R\$ 2,22
COT (custo operacional total) por unidade	R\$ 6,55	R\$ 5,57
Produtividade por tora	700 g	500 g
Valor médio de venda no atacado	R\$ 13,00	R\$ 13,00
Valor médio apurado por tora	R\$ 9,10	R\$ 7,50
Diferença entre COT (Custo operacional total) e preço de venda	R\$ 2,55	R\$ 1,93
Lucro operacional em %	38,9%	34,6%

Analisando a Tabela 5, verifica-se que as despesas com materiais representam 33,6 % do custo total de produção (CTP), enquanto que a mão de obra representa 26,3%. No caso do estipe de palmeira, o custo é minimizado em função da mão de obra utilizada para corte do material no campo, ser contabilizada nos custos da produção do palmito, ficando para a produção do cogumelo, apenas o custo referente a retirada desse material do campo.

Até a apuração do COT, percebe-se que a produção em toras de palmeiras se encontra em patamares econômicos menores em comparação com as toras de eucalipto. Na apuração do lucro operacional, a diferença segue a capacidade produtiva apurada no experimento.

Tendo por base dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre áreas plantadas no Estado de São Paulo, com cerca de 19.500.000 plantas, e a partir dos resultados do experimento que submetidos a tratamento estatístico comprovaram uma eficiência biológica de 28,9%, descritos na literatura por Campbell e Racjan (1999), procedeu-se então a uma perspectiva econômica, baseados no COT do Instituto de Economia Agrícola (IEA), onde estabeleceram-se valores finais de venda (Matsunaga et. al, 1976).

Considerando esses valores, a Tabela 6 demonstra a capacidade produtiva por ha, a partir do cultivo de cogumelos Shiitake utilizando toras de palmeira como substrato em áreas de cultivo de palmito.

Tabela 6 – Demonstrativo da capacidade produtiva e renda bruta por ha obtida com cultivo do L. edodes em estipe de palmeira

Itens	Resultado
Produção por tora	500 gramas
Produção por palmeira	750 gramas
Palmeira por hectare	1 ½ tora
Produção de <i>L edodes</i> por hectare	3.750 kg
Preço médio de venda no atacado	R\$13,00/kg
Renda bruta por hectare	R\$48.750,00

Analisando a Tabela 6 sobre os indicadores de rentabilidade, verifica-se que, para cada ha de área cultivada com palmeira, deixam de ser apurados um montante financeiro da ordem de R\$ 48.750,00 por ciclo de vida produtiva do shiitake que pode variar de 18 a 24 meses.

Como relevância ambiental, consideramos o incentivo ou desenvolvimento de novas tecnologias para o aproveitamento de resíduos agroindustriais e agroflorestais.

Existe uma crescente demanda pela produção de alimentos e a produção de palmito é também grande produtora de resíduos. São cascas, palhas e restos de plantas no campo, além das sobras dos processos industriais.

Esses resíduos ricos em lignocelulose, pode ser aproveitado para transformação em alimentos ricos em fibras ou como substratos para cultivo de cogumelos comestíveis.

A retirada desse material do campo, também significa uma melhoria na qualidade ambiental, já que a decomposição dos mesmos pode gerar uma atividade microbiana muito grande, aumentando a demanda por oxigênio, o que diminui a disponibilidade de nitrogênio no solo para as novas culturas, diminuindo a saúde das plantas e conseqüentemente sua produtividade e o aumento do uso de agrotóxicos.

CONCLUSÃO

Considerando-se os resultados obtidos, conclui-se que a utilização do estipe de palmeira, como substrato para crescimento do *L. edodes* demonstra ser uma alternativa viável de aproveitamento e valorização desse resíduo.

Representa ainda uma ação efetiva na busca de um desenvolvimento sustentado, podendo agregar valores ao produto final para o pequeno agricultor, a melhoria na qualidade ambiental e na saúde familiar, considerando as qualidades nutricionais e medicinais do cogumelo que fazem dele um alimento funcional.

REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABARCA, C. D. G. **Agroindústria e meio ambiente na experiência brasileira.** COPPE/UFRJ.1999.Disponível em: <http://www.produto.ufrj.br/abepro/enegep96/2/a>. Acesso em: 01/12/07.

ANEFALOS, L. C.; TUCCI, M. L. S.; MODOLO, V. A. Uma visão sobre a pupunheira no contexto do mercado de palmito. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, v.2, n. 7, julho de 2007. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9012>, acesso em: agosto/2009.

BASTOS, T. X. et al. **Zoneamento agroclimático para a cultura da pupunheira para produção de palmito no Estado do Pará.** Belém/PA: Embrapa, 2008. (Documento, 318).

BEUX, M. R. **Biotransformação de resíduos agroflorestais do estado do paraná no cultivo do fungo saprófita comestível *Lentinula edodes* (Shiitake)** 1995. 130p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

BITTENCOURT, C. N. V. **Cultivo axênico de shiitake em resíduos do processamento da Palmeira-Real-da-Austrália, 2007.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2007.

BLIGHT, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification use in determining vitamin E–lipid ratios. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BONONI, V. L. R. et al. **Cultivo de cogumelos comestíveis.** São Paulo: Ícone, 1995.

BOSE, M. L. V., MARTINS, J. G. F. O papel dos resíduos agroindustriais na alimentação dos ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v.10, n.119, p.3-15, nov. 1984.

BOVI, M. L. A. Palmito-Pupunha. In: INSTITUTO AGRONÔMICO (Org.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. p. 269-271.

BOVI, M. L. A.; SÁES, L. A.; GODOY JÚNIOR, G.. Pesquisas com os gêneros euterpe e bactris no instituto agrônomo de Campinas. In: PRIMEIRO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO. 1. CURITIBA, Paraná. **Anais...** Instituto Agrônomo/EMBRAPA/CNPQ, 1988, v. único, p. 1-43, 1988.

Campbell, A.C.; Racjan M. The commercial exploitation of the white rot fungus *Lentinula edodes* (Shiitake). **International Biodeteration & Biodegradation**, v. 43, p. 101-107, 1999.

CHANG, S. T; MILES, P. G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Boca Raton: CRC Press, 1989. 345 p.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON. A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996. 228p.

EIRA, A. F. Cultivo de Cogumelos comestíveis e medicinais: situação atual e perspectivas para o Brasil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MUSHROOMS IN FOOD, HEALTH, TECHNOLOGY AND THE ENVIRONMENT IN BRAZIL, 1.,2002, Brasília, DF. **Anais do I SICOG**. Brasília, DF: Cenargen - Embrapa - Fundação Dalmo Giacometti, 2002. p. 42-70.

EIRA, A.F.; MINHONI, M.T.A. **Manual teórico-prático do cultivo de cogumelos comestíveis**. 2.ed. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais/ UNESP, 1997. 115p.

EIRA, A.F.; MONTINI, R.M.C. **Manual teórico prático de cultivo do cogumelo Shiitake**. Botucatu: Fundação de Estudos de pesquisas Agrícolas e Florestais, 1997. p. 115.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1992.

FANTINI, A. C.; RIBEIRO, R. J.; GURIES, R. P. **Produção de palmito (*Euterpe edulis*) na floresta ombrófila densa**: potencial, problemas e possíveis soluções. Itajaí-SC: Ed. Maurício Sedrez dos Reis & Ademir Reis, 2001.

FERREIRA, J. E. F. **Produção de Cogumelos**. Guaíba, RS, 1998.

FERREIRA, V. L. P.; YOKOMIZO, Y. O aproveitamento do coração da palmeira juçara na alimentação humana. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. v. 9, p. 27-41, 1978.

FERREIRA, V. L. P.; PASCHOALINO, J. E. Pesquisa sobre palmito no Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO,1.,1987, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988, p.45-55.

FIDALGO, O.; GUIMARÃES, S. **A situação do cogumelo comestível no Brasil e no exterior.** In: ENCONTRO NACIONAL DE COGUMELOS COMESTÍVEIS, 1., São Paulo, 1985. **Anais...** São Paulo, 1985. p.7-23.

FORTES, R. C.; NOVAES, M. R. C. G. Efeitos da suplementação dietética com cogumelos Agaricales e outros fungos medicinais na terapia contra o câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**; v.52, n.4, p.363-37, 2006.

FREITAS, R. J. S., FUGMAN, H. A. J. Componentes minerais do palmito (*Euterpe edulis* Mart.). **Boletim do CEPPA**, v.8, n.1, p.35-39, 1990.

FURLANI, R. P. Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 27, n.1, jan./mar, 2007.

GIORDANO, B. N. E. **Resíduo do processamento da Palmeira-Real (*Archontophenix*):** implantação de indústria para fabricação de biscoitos fibrosos. Monografia (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 2007.

GRACIOLLI, L. A.; PAULA, D. P.; TARSITANO, M. A. A. Viabilidade econômica do cultivo de shiitake em diferentes escalas de produção. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 58, n. 2, p. 431-436, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 1985, v.1, 371p.

LIMA, L. R.; MARCONDES, A. A. **Farinha de Palmito.** Projeto apresentado a EPAGRI/ Estação experimental de Itajaí (SC). 2002.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

TORRES, A. J. et al. **Projeto LUPA 2007/08:** censo agropecuário do Estado de São Paulo. 1. ed. São Paulo: IEA, CATI, SAA, 2009. 381 p.

MILLER, S. **Planejamento experimental e estatística.** Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

OHGA, S. Effect of water potencial on fruit body formation of *Lentinula edodes* in sawdustbased substrate. **J Wood Sci.** v. 45, p. 337-342, 1999.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M. N., BANO, Z. Biopotentialites of the basidiomacromycetes. **Advances in Applied Microbiology**, v.37, p.223-361, 1992.

REIS, M. S. et al. Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). **Biotropica**, n.32, p.894-902, 2000.

ROSSI, I.H. **Suplementação de bagaço de cana para cultivo axênico do cogumelo Shiitake [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler]**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999. 129p.

SALLES, L. S. **Elementos para o planejamento ambiental do complexo agroindustrial sucroalcooleiro no Estado de São Paulo: conceitos, aspectos e métodos**. 1993. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SAMPAIO, S. M.; QUEIROZ, M. R. de. Influência do processo de secagem na qualidade do cogumelo shiitake. **Eng. Agríc.**, v.26, n.2, mayo/ago.2006.

SAN ANTONIO, J. P. Cultivation of the shiitake mushroom. **Hortscience**, v.16, n.2, p.151–156, 1981.

SAN ANTONIO, J. P.; HANNERS, P. K. Spawn disk inoculation of logs to produce mushrooms. **Horti. Sci.** v. 18, 1983, p. 708-10.

SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. (org.) **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos naturais**. 2ª Ed. São Paulo: SENAC, 2002. 215p. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/7347034/Sustentavel-Mata-Atlantica-Livro>. Acesso em: março de 2009.

STAMETS P. **Growing Gourmet and Medicial Mushrooms**. Berkeley: Ten Speed Press, 1993.

TEIXEIRA, L.B.; GERMANO, V.L.C.; OLIVEIRA, R.F.; FURLAN JUNIOR, J. **Processo de compostagem usando resíduos das agroindústrias de açaí e de palmito do açazeiro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 41).

TONINI, R. C. G. Utilização da **Bainha Mediana de Palmito (*Euterpe edulis* Mart. – Arecaceae) como substrato para cultivo de *Lentinula edodes* (Beck.) Pegler**, 2004. 125f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade Regional de Blumenau, Blumenau–SC, 2004.

TONINI, R. C. G. et al. Utilização de Bainha Mediana de palmito (*Euterpe edulis*) Mart. Arecaceae como substrato de frutificação para o cultivo axênico de *Lentinula edodes* (Beck.) Pegler. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 204-206, jul. 2007.

VILELA, P. S. **Cogumelos - mercado e comercialização**. Disponível em: <www.faemg.org.br/content.aspx?code=353&parentpath=none;13>. Acesso em: abril 2009.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela com os valores correspondentes a produção em gramas de cada tora colhida, por espécie

Nº. da Tora/Estipe	Palmeira	eucalipto
01	95	135
02	105	115
03	100	205
04	115	185
05	165	160
06	110	190
07	195	210
08	175	205
09	150	175
10	145	235
11	135	255
12	170	165
13	195	245
14	155	210
15	195	205
16	135	145
17	165	130
18	185	160
19	170	195
20	155	115

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)
Tratamentos	1	9765,625	9765,625	7,1181096698396	
Resíduo	38	52133,75	1371,94078947368		
Total	39	61899,375			
C.V.		22,26%			

Testes de média

Tratamento	Média Tukey (5%)
Eucalipto	182 a
Palmeira	150,75

ANEXO B

MEDIDAS DE PÍLEO E ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE NOS DIFERENTES SUBSTRATOS – EUCALIPTO E PALMEIRA

PALMEIRA		EUCALIPTO	
píleo	estipe	píleo	estipe
40	20	75	35
43	20	90	45
35	15	70	30
30	15	65	30
34	20	60	30
45	25	80	40
50	25	73	40
47	25	70	35
45	20	65	30
38	20	68	35
35	20	65	30
53	25	85	45
48	25	82	45
38	20	75	40
42	20	65	35
40	20	68	35

Análise da Variância do Píleo

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
F		F (5%)	
Tratamentos	1	7595,28125	7595,28125
	137,186641580433	4,17087698855084	
Resíduo	30	1660,9375	55,3645833333333
Total	31	9256,21875	
C.V.	13,09%		

Teste de média do Píleo

Tratamento Média Tukey (5%)

Eucalipto	72,25a
Palmeira	41,43b

Houve diferenças significativas entre os tratamentos

Análise da Variância do estipe

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
F (5%)				
Tratamentos	1	1875,78125	1875,78125	88,4889434889435
		4,17087698855084		
Resíduo	30	635,9375	21,1979166666667	
Total	31	2511,71875		
C.V.	16,10%			

Teste de média do estipe**Tratamento Média Tukey (5%)**

Tratamento	Média Tukey
Eucalipto	36,25 a
Palmeira	20,93 b

Houve diferenças significativas entre os tratamentos