

Crescimento de árvores e produção de componentes agrícolas em um sistema agrossilvipastoril com práticas orgânicas no bioma Mata Atlântica



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sudeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 30

Crescimento de árvores e produção de componentes agrícolas em um sistema agrossilvipastoril com práticas orgânicas no bioma Mata Atlântica

Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Antonio Aparecido Carpanezi
Marcela de Mello Brandão Vinholis
Patrícia Menezes Santos
Patrícia Tholon
Odo Primavesi

Embrapa Pecuária Sudeste
São Carlos, SP
2012

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luiz, km 234
13560 970, São Carlos, SP
Caixa Postal 339
Fone: (16) 3411- 5600
Fax: (16): 3361-5754
Home page: www.cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ana Rita de Araujo Nogueira
Secretária-Executiva: Simone Cristina Méo Niciura
Membros: Ane Lisye F.G. Silvestre, Maria Cristina Campanelli Brito, Milena Ambrosio Telles, Sônia Borges de Alencar

Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar
Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito
Foto da capa: Maria Luiza Franceschi Nicodemo

1ª edição

1ª edição on-line (2012)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Pecuária Sudeste**

Nicodemo, Maria Luiza Franceschi

Crescimento de árvores e produção de componentes agrícolas em um sistema agrossilvipastoril com práticas orgânicas no bioma Mata Atlântica. [Recurso eletrônico] / Maria Luiza Franceschi Nicodemo, Antonio Aparecido Carpanezi, Marcela de Mello Brandão Vinholis, Patrícia Menezes Santos, Patrícia Tholon, Odo Primavesi __ Dados eletrônicos. __ São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2012.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/boletim-de-pesquisa-desenvolvimento/Boletim30.pdf/view.>>

38 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pecuária Sudeste, 30; ISSN: 1980-6841).

1. Sistema agrossilvipastoril – Prática orgânica. I. Nicodemo, Maria L. Franceschi. II. Carpanezi, Antonio Aparecido. III. Vinholis, Marcela de Mello Brandão. IV. Santos, Patrícia Menezes. V. Tholon, Patrícia. VI. Primavesi, Odo. VII. Título. VIII. Série.

CDD: 634.9

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Revisão de literatura	10
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	19
Conclusões	34
Referências	34

Crescimento de árvores e produção de componentes agrícolas em um sistema agrossilvipastoril com práticas orgânicas no bioma Mata Atlântica

Maria Luiza Franceschi Nicodemo¹

Antonio Aparecido Carpanezi²

Marcela de Mello Brandão Vinholis³

Patricia Menezes Santos⁴

Patricia Tholon⁵

Odo Primavesi⁶

Resumo

A produção pecuária tradicional gerou um grande passivo ambiental. As preocupações recentes com qualidade da carne, bem-estar animal e proteção ambiental estão perfeitamente sintonizadas com sistemas de produção de base ecológica, como os sistemas agroflorestais. O plantio das árvores associado a cultivos agrícolas reduz o custo de implantação desses sistemas. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um sistema silvipastoril com espécies florestais nativas, privilegiando espécies indicadas para a produção de madeira e/ou fixadoras de nitrogênio, visando ao uso mais eficiente da terra, ao aumento da renda e à criação de uma área de amortecimento contígua a um corredor ecológico. Uma área de 1,9 ha formada com pastagens degradadas foi plantada com sete espécies florestais nativas em sete renques com três linhas de árvores, espaçadas de 2,5 m x 2,5 m, alocadas a cada 17 m, em janeiro/2008. Foram avaliados a composição química do solo, o desenvolvimento inicial das árvores e a produção do cultivo agrícola e de capim na faixa entre as árvores. As espécies pioneiras mutambo e capixingui destacaram-se por apresentar crescimento rápido. As espécies de pior desenvolvimento foram ipê-felpudo, jequitibá-branco e pau-jacaré, que foram também aquelas que apresentaram menores

¹ Zootecnista, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, mlnicodemo@cnpse.embrapa.br

² Engenheiro florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, carpa@cnpf.embrapa.br

³ Engenheira Agrônoma, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, marcela@cnpse.embrapa.br

⁴ Engenheira Agrônoma, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, patricia@cnpse.embrapa.br

⁵ Zootecnista, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, ptholon@cnpse.embrapa.br

⁶ Engenheiro Agrônomo, pesquisador aposentado da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, odoprma@yahoo.com.br

índices de sobrevivência. A incidência de pragas sobre as árvores foi menor no sistema orgânico em comparação a áreas de sistema convencional contíguas, plantadas com as mesmas espécies florestais. A produção agrícola nas entrelinhas foi afetada pelo desenvolvimento das árvores a partir de 2010, recomendando-se a intervenção por meio de desramas e desbastes.

Termos para indexação: espécies florestais nativas, pecuária, sustentabilidade

Tree growth and crop Production in an organic agroforestry system at the Brazilian Atlantic Forest

Abstract

Conventional livestock production systems generated a large environmental hazard. Recent demands for beef quality, animal welfare and environmental protection are well connected with production systems based on ecological principles, such as agroforestry. The introduction of trees on pastureland associated with an initial cycle of agriculture can reduce implementation costs. The present work aimed to develop silvopastoral system with native trees indicated for timber production or nitrogen fixation in order to promote increased land use efficiency, profit and environmental protection. In January/2008 degraded pastures comprising 1.9ha were planted with three rows of trees spaced of 2.5m x 2.5m and with 17 m between rows. Soil chemical composition, tree initial development and agriculture production were evaluated. Mutambo and capixingui showed better development. Ipê-felpudo, jequitibá-branco and pau-jacaré showed lower initial development and higher mortality. Incidence of pests was lower at the organic agroforestry system compared to adjoining conventional agroforestry system. Agriculture between tree rows was affected by competition with the trees from 2010. Intervention such as tree felling and pruning is recommended at the present phase of the system.

Index terms: livestock, native tree species, sustainable systems.

Introdução

A pecuária orgânica faz parte de um sistema que tem como premissas ser economicamente viável, ecologicamente correta e socialmente justa. Dentre as condutas desejáveis para a pecuária orgânica está a maximização da captação e do uso de energia solar; a auto-suficiência alimentar orgânica; a redução da dependência de recursos externos no processo produtivo; a associação de espécies vegetais e animais; a criação a campo; a utilização de abrigos naturais com árvores e o uso de quebra-ventos (BRASIL, 1999). Esses itens são especialmente compatíveis com a produção bovina nas pastagens sombreadas dos sistemas silvipastoris/agrossilvipastoris.

Sistema silvipastoril (SSP) é a combinação intencional de árvores, pastagem e gado numa mesma área e ao mesmo tempo e manejados de forma integrada, com o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área. Dentre os benefícios da adoção desses sistemas, podem ser destacados: aumento da eficiência de uso da terra; diversificação e aumento da renda por hectare; controle da erosão; aumento da fertilidade do solo pelo aumento das atividades biológicas e da ciclagem de nutrientes do solo e pela melhoria das características físicas; maior oferta de forragem com boa qualidade para os animais em função da melhoria da fertilidade do solo; flexibilidade no uso (corte precoce de árvores para escoras, lascas e lenha; corte mais tardio de árvores para produção de postes e de madeira para laminação; produtos florestais para uso na propriedade ou para comercialização; produtos florestais madeireiros e não madeireiros, como mel); aumento da biodiversidade (CARVALHO et al., 2007). Os sistemas agrossilvipastoril compreendem também o componente agrícola, que geralmente contribui para a redução do custo de implantação das árvores (CARVALHO et al., 2003).

A instrução normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008 (BRASIL, 2008), que consiste no regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, deu um passo além no incentivo à adoção de sistemas integrados, estabelecendo que as pastagens cultivadas devem ser compostas de vegetação arbórea suficiente para propiciar sombreamento necessário ao bem-estar da espécie em pastejo. Em caso de pastagens cultivadas sem áreas de sombreamento, determinou-se um prazo de cinco anos para estabelecimento de vegetação arbórea suficiente.

O presente Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento apresenta os resultados de um projeto de pesquisa afinado com essa diretriz, cujo objetivo foi monitorar um sistema silvipastoril com espécies florestais nativas implantado e manejado por meio de práticas orgânicas.

Revisão de literatura

Na produção orgânica busca-se conciliar a produção ao bem-estar animal, sendo vedada a produção intensiva e as formas de manejo que levem ao sofrimento, ao estresse ou à alteração do comportamento dos animais (PENTEADO, 2003). As árvores auxiliam na estabilização do microclima, protegendo os animais do calor e frio intensos. Dessa forma, propiciam a manutenção do conforto térmico, com reflexos positivos na produtividade do rebanho.

A arborização de pastagem contribui para amenização de extremos climáticos e propicia um ambiente mais favorável para os animais, inclusive para o gado zebuino, que também se beneficiam da proteção das árvores. A faixa de temperatura na qual os animais estão em conforto térmico ocorre quando os animais não dispõem energia para a termorregulação. Para bovinos europeus, essa faixa varia de 0,5 a 15°C, e para zebuínos varia de 10 a 25°C. No Brasil Central, os bovinos estão em estresse térmico de outubro a março. Nessas condições há menor consumo de alimento, ganho de peso e produção

de leite. O estresse térmico leva a alterações hormonais e interfere na reprodução de machos e fêmeas. Há redução no volume e na qualidade do sêmen dos touros, atraso na puberdade e queda na taxa de prenhez das vacas (MÜLLER, 1982; BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994; ENCARNAÇÃO, 1997). A introdução de árvores nas pastagens ajuda a reverter esse quadro. Além de promover o bem-estar animal, a introdução das árvores no sistema de produção propicia a geração de renda com produtos florestais madeireiros (como lenha, postes, madeira serrada) e não madeireiros (como frutos, castanhas e mel).

O principal entrave para a implantação de sistemas silvipastoris é o custo de estabelecimento. A consorciação das árvores com agricultura pode reduzir os gastos. A adoção desses sistemas está em expansão e dados apontam para a sua viabilidade econômica. Em Minas Gerais, sistemas agroflorestais integrando lavouras anuais, pastagem e árvores foram implantados em larga escala pela Companhia Mineira de Metais, do Grupo Votorantim (DUBE et al., 2002).

Há crescente demanda por produtos florestais. A madeira das espécies nativas brasileiras é muito valorizada (RUSCHEL et al., 2003), mas a exploração de matas primárias está diminuindo devido à redução dos estoques existentes e ao maior rigor da legislação, que exige plano de manejo sustentável para as áreas a serem exploradas. Uma alternativa para produzir essas madeiras é o plantio dessas espécies em sistemas integrados de produção. Esses sistemas são especialmente adequados para a produção de madeira para serraria e laminação, porque os espaçamentos maiores do que os utilizados em florestas plantadas comerciais favorecem o desenvolvimento em diâmetro do tronco.

A escolha da espécie florestal é crítica para o sucesso do sistema silvipastoril. Este estudo avaliou o desenvolvimento inicial de sete espécies florestais nativas em sistema orgânico de produção na região Sudeste, em área de transição entre Mata Atlântica e Cerrado.

Material e métodos

O experimento foi implantado na Fazenda Canchim, São Carlos, SP. O clima é classificado como Cwa-Awa (Köppen), com duas estações bem definidas: seca, de abril a setembro, e chuvosa, de outubro a março. A temperatura média anual é de 21,2°C. A umidade relativa média anual do ar é de 75,6%. O relevo da região é suave - ondulado, com declives de 3% a 5%, e altitude média de 860 m. A área experimental estava formada por *Brachiaria decumbens* (*Urochloa decumbens*) em Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1997) de textura média. Os dados climáticos obtidos na estação meteorológica da fazenda Canchim no período experimental estão apresentados na Figura 1. A Figura 2 apresenta o balanço hídrico em São Carlos no período de 01/01/2008 até 30/09/2011 obtidos a partir dos dados semanais disponibilizados pelo CIIAGRO.

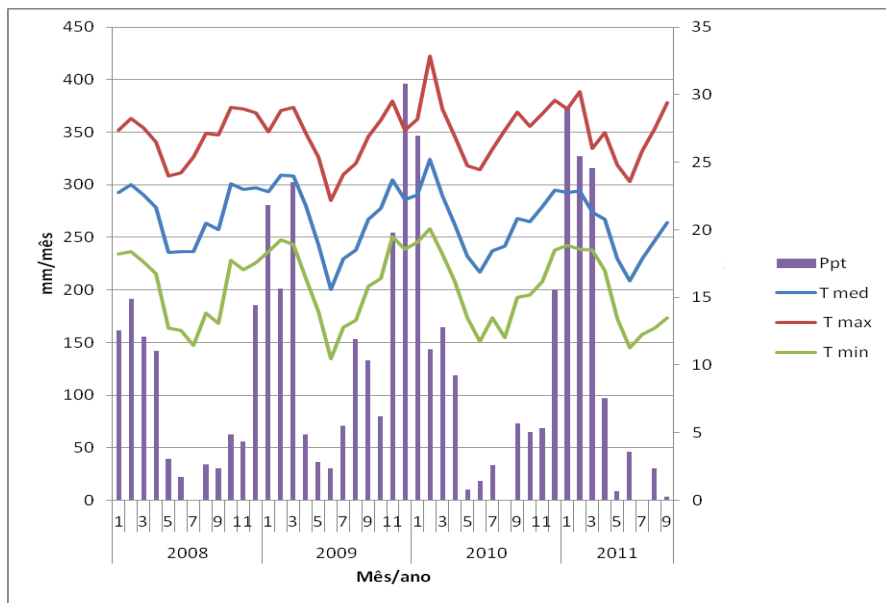


Figura 1. Dados de temperatura média (T med, °C), temperatura máxima (T max, °C), temperatura mínima (T min, °C) e precipitação (Ppt, mm) na estação experimental Fazenda Canchim de 2008 a 2011.

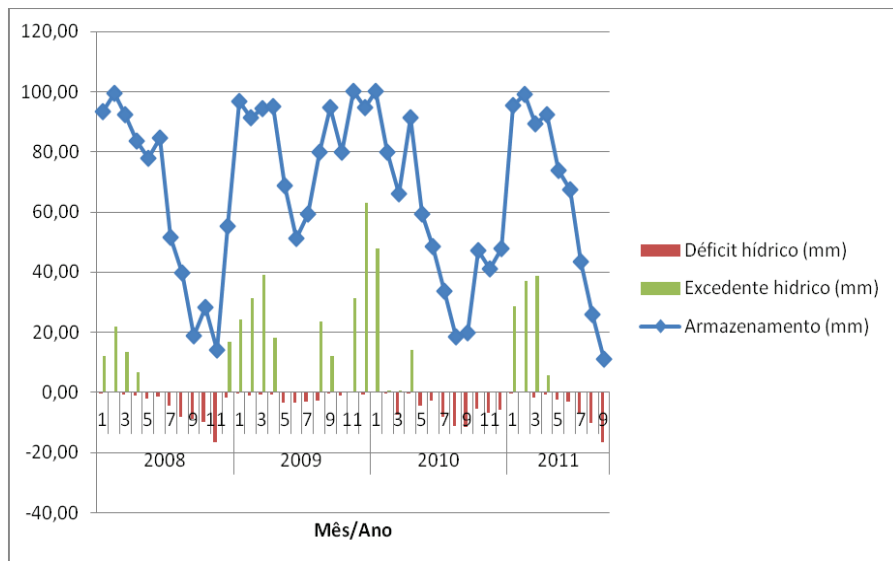


Figura 2. Balanço hídrico em São Carlos no período de 01/01/2008 a 30/09/2011. Fonte: CIIAGRO (<[http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/#Balanço Hídrico](http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/#Balanço%20Hídrico)>).

A área experimental estava formada por *Brachiaria decumbens* em LVa textura média. As árvores foram plantadas em três linhas, acompanhando o nível do terreno e com distância entre árvores de 2,5 m x 2,5 m, resultando em cerca de 600 árvores/ha. A área total do experimento compreende 1,9 hectares. Os critérios para a escolha das espécies nativas foram: a) adaptação às condições locais; b) desenvolvimento rápido; c) capacidade de fixar nitrogênio; d) produção de madeira; e) provisão de recursos para a fauna. Cada espécie florestal escolhida para compor o sistema pode não apresentar individualmente todas essas características, mas se buscou indicar uma combinação de espécies capaz de atender, no conjunto, a esses objetivos. As espécies florestais testadas, plantadas na linha central foram: angico-branco (*Anadenanthera colubrina*); canafístula (*Peltophorum dubium*); ipê-felpudo (*Zeyheria tuberculosa*); jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*) e pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). Para o tutoramento dessas espécies, isto é, para estimular o desenvolvimento de fuste retilíneo, e

para disponibilizar recursos para a fauna, foram plantadas duas linhas marginais de mutambo (*Guazuma ulmifolia*) e de capixingui (*Croton floribundum*). O plantio agrícola dava-se a partir de 1 m da linha externa de árvores, em seis faixas de 15 m de largura entre renques.

As mudas foram obtidas de um viveiro comercial local, produzidas com sementes de matrizes presentes em um raio aproximado de 150 quilômetros da sede do viveiro (SOUZA JUNIOR & BERNARDO, s/d). As mudas foram consideradas aptas para plantio no campo quando atingiram tamanho de 15 cm a 20 cm para tubetes de 56 mL (capixingui e mutambo); e de 20 cm a 40 cm para tubetes de 290 mL (espécies da linha central), tendo um sistema radicular bem formado. Foram plantadas 1.169 mudas de árvores. As mudas foram regadas ao plantio e cerca de um mês após o plantio com sete litros de água/planta.

Antes da implantação do experimento, respaldada em análise de solo, foi feita calagem em toda a área experimental com 0,7 t/ha de calcário dolomítico PRNT 75%. As linhas de plantio das árvores foram subsoladas, e sulcos de 30 cm de profundidade foram abertos com sulcador de cana. Foram aplicados nas covas das árvores ao plantio 1,5 kg de esterco ovino curtido, 100 g de termofosfato Yoorin Master e 10 g de FTE BR1. As necessidades nutricionais de árvores nativas são pouco conhecidas, assim, é possível que a adubação utilizada tenha sido subótima. Gonçalves (1995) fez recomendações de adubação para o estabelecimento de reflorestamentos mistos com espécies florestais da Mata Atlântica superiores àquelas aqui utilizadas. Os tratos culturais envolveram o combate às formigas cortadeiras e o coroamento das mudas, a fim de evitar a competição das invasoras. Foram efetuados coroamentos e roçadas periódicos das árvores. Em novembro/2008 e em abril/2009 foram aplicados 15 kg de esterco bovino curtido por árvore (composição expressa na matéria seca: N = 17,70 g/kg; Ca = 10,84 g/kg; Mg = 7,41 g/kg; P = 4,04 g/kg; K = 15,74 g/kg; S = 1,98 g/kg; Cu = 59,55 mg/kg; Mn = 369,11 mg/kg; Zn = 102,27 mg/kg). As árvores foram adubadas novamente com 12,5 kg esterco ovino curtido e com 300 g termofosfato Yoorin em janeiro/

fevereiro de 2010. Foram efetuados replantios de árvores mortas em 20/03/2008 (311 mudas), 16/01/09 (101 mudas nas linhas centrais) e em 24/02/2010 (189 mudas, adubadas com 300 g de Yoorin Master 1Si na cova).

As avaliações das árvores foram feitas sempre nas mesmas plantas, em número correspondente a 10% do total até maio de 2010, duas vezes por ano. Em dezembro/2010 foram incluídas mais cinco árvores nas avaliações da linha central para aumentar a representatividade das avaliações das árvores que ocorriam em menor número que o capixingui e o mutambo. Como foram feitas medidas repetidas, isto é, nas mesmas plantas, com a elevada mortalidade do jequitibá não haviam sobrado exemplares para as avaliações do trabalho.

Foram medidas a altura e o diâmetro à altura do peito (1,30m = DAP). Adicionalmente, em maio de 2011 mediu-se também o diâmetro a 30 cm de altura e a altura de ramificação das árvores. No caso da altura, para plantas de até 1,30 m, a altura foi considerada como a medida da base até a gema apical. Para plantas com mais de 1,30m, a altura foi considerada da base até o final da copa. No caso de DAP, as medidas eram feitas apenas no tronco de maior diâmetro, que se destacava dos demais, até 2010. A partir de 2011, as avaliações de diâmetro passaram a ser constituídos da somatória das medidas de diâmetro de todos os troncos. A altura das árvores foi medida com auxílio de vara telescópica. Foram excluídos das análises os dados de árvores que morreram ou que foram substituídas.

Foram analisados dados de crescimento das espécies arbóreas capixingui, mutambo, canafístula, pau-jacaré, ipê-felpudo, angico-branco e jequitibá. De maneira geral, foram feitas duas medidas por planta por ano, e os dados foram analisados pela metodologia dos modelos mistos de acordo com o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu_{ijk} + s_i + a_j + l_k + b_l (m_l - m) + e_{ijkl}$$

sendo Y_{ijkl} = característica estudada; μ = média geral; s_i = efeito fixo da i -ésima espécie; a_j = efeito fixo da j -ésima árvore; l_k = efeito fixo da k -ésima linha; b_1 = coeficiente de regressão linear; $(m_l - m)$ = efeito linear do tempo em meses; e_{ijkl} = erro aleatório pressuposto normal e independentemente distribuído, com média igual a zero e variância igual a σ_e^2 .

A presença de gema apical, danos por insetos ou sinais de doenças e/ou desequilíbrios nutricionais e vigor foram avaliados na fase inicial de desenvolvimento, em abril, junho e novembro/2008 e maio/2009. Os danos por insetos e doenças foram avaliados obedecendo à seguinte escala: leve = 1 (até 25 % da planta danificada); moderado = 2 (até 50% da planta); severo = 3 (até 75 % da planta); e grave = 4 (mais de 75% da planta). Nas avaliações, foram mantidos os dados de todas as árvores.

Para o monitoramento da variação na qualidade do solo, foram coletas amostras de solo, na profundidade 0-20 cm, no qual foram analisados: pH-água, pH-CaCl₂, MO, P, Ca, Mg, K e H + Al, de acordo com metodologia descrita em Embrapa (1997). Em 2007, foram colhidas amostras compostas nas profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40 cm na área total, antes da implantação do experimento. Em 2008, 2009 e 2010, com o início do desenvolvimento das árvores, as amostragens foram feitas na faixa de árvores (a um metro de distância de exemplares de canafístula da linha central) e na faixa de agricultura (coleta aleatória no meio da faixa). Em 2011, considerou-se que a presença das árvores poderia interferir nas características do solo, e optou-se pela coleta de amostras de solo em transectos à distância de 1 m, 3,75 m e 7,5 m da faixa de árvores, além da coleta de amostras da faixa de árvores.

Os dados de solo foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, usando o procedimento GLM do Minitab (versão 16.2.0). Quando as diferenças entre médias foram significativas, foram comparadas usando o teste de Tukey a 5%. Foi feita análise de regressão linear e quadrática para cada atributo de solo em relação ao tempo.

A sequência de cultivos nas faixas entre renques será detalhada a seguir:

Ano 2007 - estação chuvosa: o adubo verde foi plantado em coquetel, em 28/12/2007. Foram utilizadas as seguintes espécies no coquetel: *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (escarificação com água quente), safra 2005/2006, 4 kg; *Pennisetum glaucum* cv. BN2, safra 2005/2006, 4 kg; *Crotalaria ochroleuca* cv. Comum safra 2006/2007, 10 kg; *C. juncea*, cv IAC-KR-1, safra 2006/2007, 10 kg; *Canavalia ensiformis* D.C. cv. Comum safra 2006/2007, 32 kg; *Cajanus cajan* (L) Mill sp cv. Fava larga safra 2006/2007, 20 kg; *Calopogonio mucunoides* cv. Comum safra 2006/2007, 8 kg; *Helianthus annuus* cv. Catissol 01, safra 2006/2007, 16 kg; e *Zea mays* (Milho biomatrix BM 2202, tratado quimicamente) = 60 kg. Recebeu adubação com Termofosfato Yoorin S1 (1.500 kg/ha) e FTE BR 12 (30 kg/ha). Além disso, a área foi corrigida com calcário dolomítico PRNT 75% (0,7 t/ha). O adubo verde foi cortado em 19/03/2008 e deixado sobre o solo. Amostras de adubo verde foram colhidas em cinco pontos, com quadrados de 1 m x 1 m.

Ano 2008 - estação seca: foi efetuado o plantio de sorgo safrinha (*Sorghum bicolor*) em 27/03/2008, à profundidade de 5 cm, com densidade de 10 kg sementes/ha e espaçamento de 80 cm. Ao plantio, utilizaram-se 300 kg de termofosfato Yoorin Master S1/ha; para cobertura, utilizou-se o fertilizante orgânico comercial Genfertil, 4t /1,25 ha (13/05/2008). Foi efetuado o plantio sobre a palha do adubo verde. O sorgo foi cortado em 12/08/2008. Foram colhidas cinco amostras de sorgo, com quadrados de 1 m x 1 m, em cada uma das seis faixas de cultivo agrícola. Estação chuvosa: em 27/11/2008, foi semeada a *Crotalaria juncea*; a semente utilizada foi da variedade IAC -KR1. A profundidade de semeadura foi de 3 a 5 cm. Ao plantio, foram utilizados calcário calcítico (2,4 t/ha), sulfato de potássio (300 kg/ha) e termofosfato Yoorin Master S1 (350 kg/ha). A crotalária foi cortada em 05/03/2009. Foram colhidas amostras de crotalária a 20 cm do solo, com quadrados de 1 m x 1 m, em cada uma das seis faixas de cultivo agrícola às distâncias de 1 m, 3,75 m e 7,5 m da faixa de árvores.

Ano 2009 - estação seca: em 07/05/2009 foi semeada a aveia preta comum (*Avena strigosa*), com adubação com termofosfato Yoorin Master S1 (380kg/ha) e sulfato de potássio (80 kg/ha). A aveia foi cortada em 09/2009. Foram colhidas amostras de aveia a 5-10 cm do solo, com quadrados de 1 m x 1 m, em cinco das seis faixas de cultivo agrícola às distâncias de 1 m, 3,75 m e 7,5 m da faixa de árvores.

Ano 2010 – estação chuvosa – houve problema com as sementes de guandu (*Cajanus cajan*) utilizadas no plantio e a germinação foi prejudicada. Estação seca: em 16/04/2010 foi semeada a aveia amarela (*Avena bysantina* cv. São Carlos) com 400 kg/ha Yoorin Master S1. A profundidade de plantio foi de 2 a 3 cm, com espaçamento entre linhas de 0,25 m, densidade de 50 a 55 sementes/metro linear (55 kg sementes/ha). O corte da aveia foi realizado em 26/08/2010. Foram colhidas amostras a 5-10 cm do solo, com quadrados de 1 m x 1 m, em cada uma das seis faixas de cultivo agrícola às distâncias de 1 m, 3,75 m e 7,5 m da faixa de árvores.

Ano 2011 - Estação chuvosa: em 26/01/2011 foi semeada a forrageira *Brachiaria brizantha* (*Urochloa brizantha*) cv. Piatã, com a utilização de 10 kg de sementes puras viáveis /1,2 ha e adubação ao plantio com termofosfato Yoorin Master S1 (375 kg/ha). Foi feito o plantio em linha, após preparo do solo pelo método convencional. A profundidade de plantio foi de 2,0 cm. A amostragem do capim Piatã foi feita em 2/5/2011 com corte a 5-10 cm do solo com quadrado de 1 m² nas distâncias 1,5 m, 4,25 m e 8 m da faixa de árvores. Foram colhidas duas amostras de cada distância em cada uma das seis faixas de capim-Piatã. Das amostras foram retiradas as invasoras, quando presentes.

O material amostrado nos cultivos, no período de 2008 a 2011, foi pesado verde, e a seguir foi retirada sub-amostra que foi pesada e seca em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 h. O valor calculado para porcentagem de matéria seca foi utilizado no cálculo de produção de massa seca (kg/ha). Cabe ressaltar que devido às condições logísticas locais, a matéria seca produzida pelos cultivos foi cortada e permaneceu no local.

Os dados de produção foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, usando o procedimento GLM e ANOVA (oneway) do Minitab (versão 16.2.0). Quando as diferenças entre médias foram significativas, foram comparadas usando o teste de Tukey a 5%.

Resultados e discussão

O solo da área experimental apresenta textura média, conforme os dados de granulometria apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Média e desvio padrão da análise granulométrica na área experimental (g/kg).

Profundidade (cm)	Média ± DP de areia (g/kg)	Média ± DP de argila (g/kg)	Média ± DP de silte (g/kg)
0 a 5	664 ± 30	266 ± 8	70 ± 34
5 a 10	648 ± 61	290 ± 22	62 ± 40
10 a 20	652 ± 42	286 ± 20	65 ± 26
Total geral	655 ± 43	280 ± 20	65 ± 32

As avaliações de solo foram realizadas anualmente, e os resultados para o solo colhido na faixa de árvores e na faixa de uso agrícola estão apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que a intervenção na área recoberta com pastagem de *Brachiaria decumbens* para implantação do experimento em 2007 reduziu os valores de matéria orgânica, que estavam inicialmente em níveis considerados adequados, isto é, superiores a 30 g/dm³ (GOEDERT, 2005). O manejo adotado permitiu lenta recuperação ao longo do tempo dos teores de matéria orgânica (Tabelas 3 e 4). A concentração de matéria orgânica foi semelhante ($P > 0,05$) na faixa de árvores e na faixa de agricultura.

Tabela 2. Características químicas (média \pm desvio padrão) do solo em sistema agrossilvipastoril com manejo orgânico.

	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	M.O g/dm ³	P resina mg/dm ³	K	Ca	Mg	mmocl/dm ³				S	V %	m %
								H + AI	AI	CTC				
2007														
Área total - 0 a 20 cm	6,4	5,1	32	4	1,2	25	10	34	0	70	36	52	0	
Área total - 20 a 40 cm	6,3	5,1	30	4	0,9	21	7	34	0	63	29	46	0	
2008														
Agricultura	6,8 \pm 0,4	5,8 \pm 0,4	22 \pm 7	16 \pm 9	1,0 \pm 0,4	34 \pm 7,2	17 \pm 6	22 \pm 7	0	74 \pm 8	52 \pm 12	69 \pm 11	0	
Árvore	6,7 \pm 0,16	5,6 \pm 0,16	20 \pm 2	9 \pm 2	0,8 \pm 0,2	23 \pm 6	9 \pm 2	21 \pm 2	0	54 \pm 6	33 \pm 7	59 \pm 8	0	
2009														
Árvore	7,0 \pm 0,1	5,5 \pm 0,1	23 \pm 2	6 \pm 4	1,4 \pm 0,1	19 \pm 5	10 \pm 3	21 \pm 1	0	52 \pm 8	30 \pm 8	58 \pm 5	0	
Agricultura	7,3 \pm 0,2	5,9 \pm 0,2	22 \pm 2	13 \pm 5	1,1 \pm 0,4	26 \pm 1	15 \pm 2	17 \pm 2	0	59 \pm 2	42 \pm 4	70 \pm 4	0	
2010														
Agricultura	7,0 \pm 0,1	6,0 \pm 0,1	25 \pm 3	15 \pm 4	1,0 \pm 0,4	33 \pm 6	16 \pm 2	13 \pm 1	0	64 \pm 7	51 \pm 7	79 \pm 3	0	
Árvore	6,7 \pm 0,1	6,0 \pm 0,1	29 \pm 3	18 \pm 8	2,1 \pm 0,5	27 \pm 5	15 \pm 3	15 \pm 0	0	58 \pm 8	44 \pm 8	75 \pm 3	0	
2011														
Agricultura														
1 m	6,7 \pm 0,2	5,8 \pm 0,1	27 \pm 3	12 \pm 3	1,9 \pm 0,5	34 \pm 1	17 \pm 1	25 \pm 2	0	77 \pm 2	52 \pm 2	68 \pm 3	0	
3,75 m	6,8 \pm 0,1	5,9 \pm 0,2	26 \pm 2	16 \pm 5	1,3 \pm 0,3	38 \pm 3	18 \pm 1	22 \pm 2	0	79 \pm 5	57 \pm 5	72 \pm 3	0	
7,5 m	6,8 \pm 0,2	5,9 \pm 0,1	27 \pm 2	14 \pm 3	1,4 \pm 0,3	39 \pm 6	18 \pm 3	23 \pm 1	0	82 \pm 8	59 \pm 9	72 \pm 3	0	
Média	6,7 \pm 0,2	5,9 \pm 0,2	27 \pm 2	14 \pm 4	1,5 \pm 0,4	37 \pm 4	18 \pm 2	23 \pm 2	0	79 \pm 6	56 \pm 6	70 \pm 3	0	
Árvore	6,7 \pm 0,2	5,8 \pm 0,2	26 \pm 3	23 \pm 8	2,3 \pm 0,5	31 \pm 3	17 \pm 2	25 \pm 2	0	75 \pm 4	50 \pm 5	67 \pm 4	0	

Tabela 3. Resultados do teste F para comparação de médias de efeito de ano (2008-2011) e de uso do solo (árvores x agricultura) e para avaliação de significância das equações de regressão linear e quadrática para atributo x ano em sistema agrossilvipastoril com manejo orgânico.

Atributos	Unidades	Efeito de ano	Uso do solo	Ano x uso	Regressão atributo x ano	
					Linear	Quadrática
pH H ₂ O		***	*	ns	ns	**
pH CaCl ₂		**	**	ns	ns	ns
M.O	g/dm ³	***	ns	ns	*	ns
P resina	mg/dm ³	***	ns	***	*	ns
K	mmocl/dm ³	***	***	**	*	ns
Ca	mmocl/dm ³	***	***	ns	**	***
Mg	mmocl/dm ³	***	***	**	**	ns
H + Al	mmocl/dm ³	***	ns	ns	ns	***
Al	mmocl/dm ³	ns	ns	ns	ns	ns
CTC	mmocl/dm ³	***	***	***	***	***
S	mmocl/dm ³	***	***	ns	**	**
V	%	***	***	ns	*	ns
m	%	ns	ns	ns	ns	ns

ns: P>0,05; *: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001, segundo teste de Tukey ou análise de regressão.

Na Tabela 4 são mostradas as equações de regressão em que a relação entre ano de avaliação e atributo de solo foi significativa (P<0,05). Pode-se observar que todos os modelos, apesar de altamente significativos, apresentaram um baixo coeficiente de determinação. A CTC foi o atributo cuja variação foi mais bem ajustada ao efeito de ano (coeficiente de determinação = 0,48), aumentando com o passar do tempo. O aumento da CTC pode ser em parte explicado pelo aumento gradativo do teor de matéria orgânica.

Tabela 4. Regressões lineares e quadráticas referentes aos efeitos de ano (2008 = 1; 2009 = 2; 2010 = 3; 2011 = 4) sobre os atributos de solo em sistema agrossilvipastoril com manejo orgânico.

Equações de regressão	Coefficiente de determinação
pH H ₂ O = 6,469 + 0,4372 ano - 0,09568 ano ²	r ² = 0,16
M.O = 19,93 + 1,777 ano	r ² = 0,25
P resina = 10,94 + 1,400 ano	r ² = 0,06
K = 0,6572 + 0,2794 ano	r ² = 0,38
Ca = 40,48 - 13,84 ano + 3,149 ano ²	r ² = 0,26 (best fit)
ou Ca = 25,81 + 1,983 ano	r ² = 0,11
Mg = 12,81 + 1,072 ano	r ² = 0,10
H + Al = 34,72 - 15,39 ano + 3,139 ano ²	r ² = 0,36
CTC = 93,39 - 32,89 ano + 7,283 ano ²	r ² = 0,48 (best fit)
ou: CTC = 59,46 + 3,700 ano,	r ² = 0,16
S = 58,70 - 17,54 ano + 4,154 ano ²	r ² = 0,24 (best fit)
ou S = 39,34 + 3,332 ano	r ² = 0,14
V = 64,56 + 1,590 ano	r ² = 0,06

Apenas para as concentrações de P, K e para CTC houve diferença entre as avaliações de solo feitas na faixa de agricultura ou de árvores. A concentração de K foi maior na faixa de árvores, enquanto P e CTC foram maiores na faixa de agricultura. A adubação mais intensa da área agrícola pode explicar essas diferenças.

As árvores podem ter contribuído de forma efetiva para os aumentos dos teores de K. Em 2011, a coleta de amostras de solo na faixa de agricultura foi estratificada, de modo a permitir a identificação de alterações possíveis pela proximidade das árvores. Verificou-se alteração ($P < 0,05$) no teor de K entre as diferentes distâncias das árvores na faixa. Não houve alteração ($P > 0,05$) para os outros parâmetros avaliados. Carvalho et al. (2002) observaram efeitos da arborização da pastagem com leguminosas arbóreas sobre características químicas do solo a partir de cinco anos do plantio das mudas, com aumento principalmente de P disponível, K e Mg trocáveis.

As médias de sobrevivência das sete espécies florestais no primeiro ano são apresentadas na Tabela 5. A avaliação de sobrevivência inicial das mudas foi feita com contagem de todas as plantas aos 42 dias após

o plantio, mostrando 79% de taxa de sobrevivência. Os cálculos de sobrevivência das árvores em 28/03/2008 e 11/11/2008 consideraram o número total de mudas plantadas por espécies em relação às mudas vivas na data de avaliação. As discrepâncias na porcentagem de sobrevivência observada para espécies como mutambo deveram-se justamente ao cálculo da sobrevivência acumulada no período.

Tabela 5. Médias de sobrevivência no primeiro ano e dados de replantios (número de árvores por espécie) das sete espécies florestais nativas: angico (A), capixingui (C), ipê-felpudo (I), jequitibá (J), mutambo (M), pau-jacaré (P) e canafístula (CN).

	Data	A	C	I	J	M	P	CN	Total
Plantio	10/01/2008	78	390	78	77	389	78	78	1168
Sobrevivência, %	21/02/2008;	96	77	76	97	74	72	95	79
Árvores vivas	42 dias	75	301	59	75	288	56	74	928
Replântio	20/03/2008	12	112	29	14	115	26	14	317
Sobrevivência, %	28/03/2008;	89	78	73	87	77	70	87	79
Árvores vivas	78 dias	80	390	78	79	388	73	80	1168
Sobrevivência, %	11/11/2008;	82	67	36	57	75	42	87	68
Árvores vivas	306 dias	74	338	38	52	378	44	80	1004
Replântio	16/01/2009	6	0	39	21	0	30	5	101
Replântio	24/02/2010	2	60	35	21	24	34	13	189

Capixingui e mutambo são espécies de crescimento rápido (Tabela 6), com bom desenvolvimento a pleno sol e menos exigentes quanto às características de fertilidade do solo, apresentando as médias mais elevadas de altura e diâmetro. Essas características, associadas à adaptação às condições edafoclimáticas locais, são fatores importantes para o bom desempenho dessas espécies. Os dados mostraram associação positiva entre altura e DAP ($r^2=0,81$), altura e D30 ($r^2=0,85$) e DAP e D30 ($r^2=0,88$), de modo que esses descritores devem se portar de modo semelhante na comparação entre espécies.

Os resultados apontam inicialmente para duas ou três espécies florestais com bom desenvolvimento, capazes, portanto, de sombreamento rápido das pastagens. Essas espécies propiciam proteção ao solo e condições microclimáticas mais amenas. Além de prover serviços ambientais difusos, têm usos diretos. O mutambo é utilizado tradicionalmente para arborização de pastagens na América Latina. Bovinos e equinos comem os frutos novos e a folhagem, especialmente no período seco. A madeira é moderadamente densa, e a madeira serrada pode ser empregada em obras internas, carpintaria em geral, forros para interiores, marcenaria, caixotaria, saltos para sapatos, caixão de defuntos, laminados, confecção de tonéis, coronhas de armas, cabos de ferramentas, postes e violinos. É excelente combustível, principalmente como lenha (CARVALHO, 2006). A madeira de capixingui, de cor clara e resistência mecânica entre baixa e média, apresenta uso restrito, sendo indicada para caixotaria leve, artefatos de madeira, tamancos e para chapas de partículas; em construção civil, como tábuas, revestimento interno e fabricação de fósforos. Sua lenha é considerada de má qualidade. As flores do capixingui são melíferas, fornecendo pólen e néctar (CARVALHO, 2003). O angico-branco, que se encontra em posição intermediária quanto à velocidade de desenvolvimento, apresenta madeira indicada para tabuado, tacos, marcenaria, desdobro, obras internas, ripas, implementos, embalagens, construção civil e naval, além de produzir lenha e carvão de boa qualidade. Suas folhas murchas são tóxicas ao gado, porém, fenadas ou secas, constituem boa forragem. O angico-branco é uma planta melífera, que fornece pólen e néctar (CARVALHO, 2003).

Tabela 6. Médias e desvio-padrão de altura (cm) e diâmetro à altura do peito (DAP, mm) para todo o período de avaliação; e de diâmetro a 30 cm (D30, mm) ao final da avaliação.

Espécie	Altura	DAP	D30
Angico	182,18 ± 130,50 ^C	30,73 ± 28,57 ^B	46,07 ± 31,88 ^B
Capixingui	282,34 ± 199,52 ^B	76,83 ± 69,21 ^A	122,50 ± 57,12 ^{AB}
Canafistula	123,71 ± 103,09 ^D	19,52 ± 20,67 ^B	36,60 ± 20,60 ^B
Ipê-felpudo	60,46 ± 49,23 ^E	3,50 ± 7,57 ^B	15,60 ± 10,39 ^B
Jequitibá	99,19 ± 31,58 ^{DE}	1,06 ± 2,60 ^B	15,92 ± 3,90 ^B
Mutambo	304,97 ± 206,87 ^A	76,85 ± 56,08 ^A	129,74 ± 37,42 ^A
Pau-jacaré	101,03 ± 81,73 ^{DE}	11,07 ± 21,73 ^B	18,30 ± 21,25 ^B

^{A,B,C,D,E}Letras maiúsculas sobrescritas distintas indicam diferenças significativas (Tukey, P < 0,05) na coluna.

Os dados da Tabela 7 permitem observar que não houve problema severo em relação a doenças, insetos e perda da gema apical durante a condução do trabalho. As mudas de ipê-felpudo, jequitibá e pau-jacaré apresentavam sinais mais evidentes de perda de vigor. Essas espécies foram justamente aquelas que apresentaram menor sobrevivência acumulada (36%, 57% e 42%, respectivamente).

Tabela 7. Médias de danos por insetos e por doenças, presença de gema apical e vigor por espécie das quatro avaliações feitas de 04/2008 a 05/2009.

Espécies	Insetos	Doença	Vigor	Gema
Angico	0,48	0,05	1,17	1,07
Capixingui	0,71	0,63	1,24	1,01
Canafistula	0,86	0,24	1,08	1,04
Ipê-felpudo	0,29	0,53	1,47	1,00
Jequitibá	0,83	0,25	1,50	1,15
Mutambo	0,74	0,31	1,06	1,03
Pau-jacaré	0,73	0,27	1,64	1,09
Médias	0,69	0,40	1,19	1,03

Os danos provocados por doença ou por pragas foram encontrados com frequência, mas não atingiam grande superfície da planta. As médias de dano observadas estiveram abaixo de 25% da planta (Tabela 7). Por outro lado, a incidência de galha (Figura 3a) no mutambo acentuou-se na estação chuvosa de 2008-2009. Atingiu 27% dos indivíduos de mutambo no sistema orgânico; nos sistemas silviagrícola e silvipastoril mantidos em áreas contíguas à área deste estudo, a patologia atingiu respectivamente 49% e 45% dos indivíduos, segundo levantamento efetuado em agosto/2009. Todas as mudas de árvores plantadas nos sistemas agroflorestais foram obtidas do mesmo viveiro comercial. Material foi colhido e enviado a PESAGRO para identificação. O laudo indicou tratar-se de *Albugo sp.*, agente da ferrugem branca. Mutambos jovens, oriundos de mudas do mesmo viveiro, plantadas em outro local do município também apresentaram o problema. A galha foi monitorada e embora continuasse presente até o final do período experimental, sua ocorrência diminuiu consideravelmente sem tratamento específico.

Em sistema silviagrícola e sistema silvipastoril implantados em áreas contíguas a do presente estudo, observou-se, a partir de maio/2009, aumento no número de indivíduos de canafístula associados a uma cigarrinha (Figura 3b), sendo frequente também a presença de abelhas-cachorro (*Trigona spinipes*). Levantamento em agosto/2009 indicou a presença de insetos no tronco de 22% e 13% das canafístulas da área silviagrícola e silvipastoril, respectivamente. O impacto desses insetos no desenvolvimento da canafístula é desconhecido. Laudo da PESAGRO indicou tratar-se de *Aethalion reticulatum*. Vieira et al. (2007) descreveram a associação entre esses insetos em mangueiras; os autores consideraram a possibilidade de que a presença da abelha-cachorro pudesse aumentar o consumo de seiva pela cigarrinha, aumentando o prejuízo causado à planta hospedeira. No levantamento efetuado na área de manejo orgânico em agosto/2009 não foram observadas canafístulas associadas aos insetos em questão. A amostragem compreendeu 45% do total de canafístulas da área experimental. O ano de 2009 foi particularmente chuvoso; a precipitação pluvial anual atingiu valores 47% acima da média da região (2002,4 vs. 1361,6 mm).

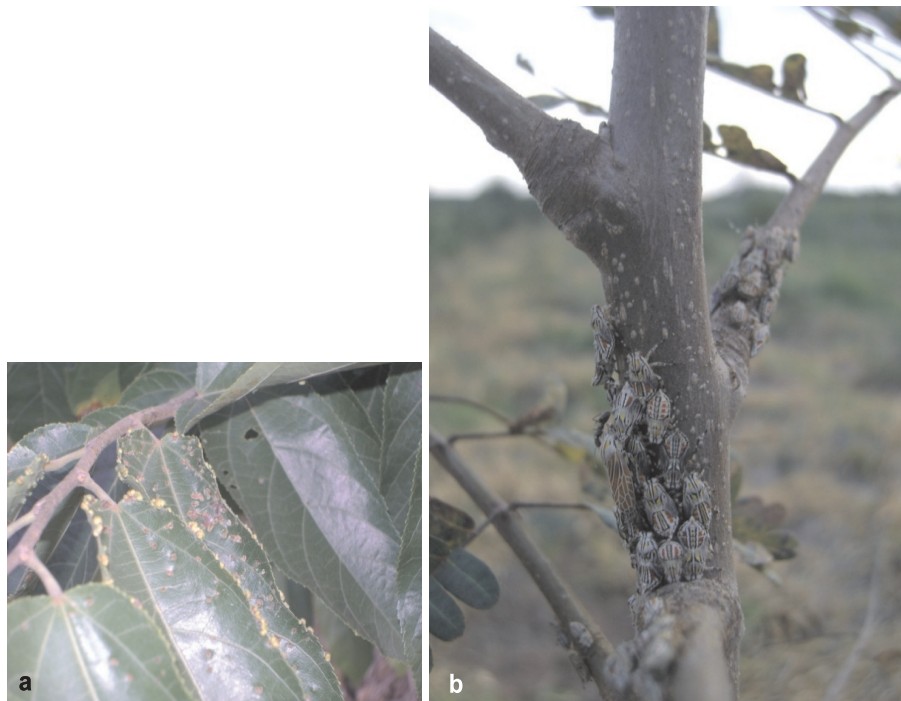


Figura 3. a) Galha em folhas de mutambo e b) cigarrinha associada à canafístula (agosto/2009). Autora: Maria Luiza Franceschi Nicodemo.

Dois fatores podem ter contribuído para as menores infestações das árvores no sistema orgânico: (1) Favorecimento da biodiversidade pelo menor uso de defensivos químicos. Um número menor de organismos benéficos predadores, parasitas e patógenos de insetos vive em monoculturas ou em áreas tratadas rotineiramente com agrotóxicos do que em agroecossistemas mais diversificados, nos quais são utilizados menos produtos tóxicos (ALTIERI & NICHOLLS, 2007). (2) Modificação na composição química da árvore cultivada em sistema orgânico de produção. Metabólitos secundários (compostos fenólicos, terpenos e compostos nitrogenados) defendem os vegetais contra herbívoros e patógenos. A concentração desses metabólitos pode ser alterada pelo manejo. Variações nas condições de luz, nutrientes, condições

atmosféricas podem alterar a composição química das plantas e sua suscetibilidade à herbivoria. A deficiência de potássio, por exemplo, compromete o mecanismo de defesa da planta: retarda a cicatrização e provoca o acúmulo de aminoácidos solúveis, que são nutrientes de patógenos. O teor de glutamina, por exemplo, é particularmente alto nas plantas deficientes em potássio e favorece a germinação de esporos (YAMADA, 2004). O gênero *Eucalyptus* compreende mais de 700 espécies, e a folhagem das árvores é consumida por insetos e por mamíferos herbívoros. A base genética para variação na resistência à herbivoria de alguns eucaliptos foi correlacionada com diferenças na concentração de compostos químicos de defesa (compostos de ácido 2,4,6 trihidroxibenzóico = CFP.), taninos condensados e óleos essenciais. *Eucalyptus globulus* cv. Blue Gum Hill é relativamente resistente ao pastejo por herbívoros; já a cultivar Santa Helena, é mais suscetível. Quando Blue Gum Hill foi plantada sem adubação, as mudas tinham maiores concentrações de óleos essenciais, taninos condensados e CFP que mudas da cv. Santa Helena. Com a adubação (NPK, 20:2,2:6,6), a resistência da cv. Blue Gum Hill diminuiu, como provável resultado da redução de 50% nas concentrações de taninos condensados, próximos aos níveis encontrados na cultivar Santa Helena, embora as concentrações de óleos essenciais e de CFP continuassem mais altas que na Santa Helena. Além disso, as concentrações de nitrogênio quase dobraram nas mudas adubadas. O grau de palatabilidade das plantas, para herbívoros, pode ser determinado, em parte, pela associação de benefícios (aquisição de nutrientes) e custos (ingestão de toxinas). O alto teor de nitrogênio aumenta a palatabilidade da folhagem e aumenta, também, a capacidade de metabolização/desintoxicação dos compostos secundários pelo animal (O'REILLY-WAPSTRA et al., 2005).

A Tabela 8 apresenta a altura média de ramificação em maio/2011. Segundo Carvalho (2003), angico-branco, canafístula, capixingui, jequitibá-branco e pau-jacaré têm ramificação dicotômica, cimosa ou simpódica, isto é, caracterizam-se por apresentar dicotomia na gema apical, com brotos múltiplos, o que provoca bifurcações.

Tabela 8. Altura média de bifurcação (cm) das nove espécies florestais.

Espécies	Altura da ramificação	Relação entre altura de bifurcação e altura total
Angico	190,10 ± 140,70 ^A	60
Capixingui	147,87 ± 139,93 ^A	30
Canafístula	143,53 ± 128,64 ^A	72
Ipê-felpudo	90,13 ± 59,76 ^A	100
Jequitibá	111,67 ± 25,78 ^A	100
Mutambo	182,09 ± 174,27 ^A	33
Pau-jacaré	34,83 ± 48,73 ^A	26

^ALetra maiúscula sobrescrita semelhante indica diferença não significativa (Tukey, P>0,05) na coluna.

A altura da ramificação do tronco reflete o hábito da espécie e a altura no momento da medida. Quando não se observou sinal de ramificação, foi considerada a altura total da planta. A relação entre a altura da ramificação e a altura total varia de 0 a 100 e reflete a precocidade da ramificação. Valores mais elevados indicam ramificações mais altas.

O pau-jacaré apresentou ramificação baixa. Carvalho (2003) cita estudo (OSSE, 1958) em que um povoamento de pau-jacaré apresentava apenas 41% das árvores com fuste único; os demais exemplares apresentavam de dois a seis fustes. O mutambo apresenta crescimento monopodial, com galhos finos e sem desrama natural (CARVALHO, 2006). Espécies que apresentam ramificação racemosa ou monopodial caracterizam-se por apresentar dominância apical, formando fustes bem definidos (CARVALHO, 2003), uma característica desejável em sistemas silvipastoris. Apesar do capixingui e do mutambo apresentar bifurcação em altura semelhante, é comum a emissão de longos ramos baixos pelo capixingui, o que dificulta a passagem de máquinas agrícolas e exige mais trabalho para afastar o ramo dos fios de cerca elétrica. A canafístula, quando cresce a céu aberto com luz abundante, tende a ramificar precocemente, apresentando galhos à altura de 3 a 4 m. Quando cresce em maciços, apresenta poucos ramos, boa desrama natural e boa cicatrização com a formação de fuste alto, sem nós (CARVALHO, 2003). Neste estudo, no qual a canafístula foi

plantada entre renques de capixingui e mutambo, a ramificação já foi observada à altura média de 143 cm, indicando que o sistema utilizado não foi capaz de inibir a ramificação. A distância entre as mudas (2,5 x 2,5 m) pode ter sido insuficiente para garantir fechamento das copas suficiente para inibir a radiação, ou a mortalidade das espécies tutoras relativamente elevada (capixingui = 33%; mutambo = 25%) pode ter comprometido a eficiência do desenho espacial. O ipê-felpudo e o jequitibá, por outro lado, apresentaram tronco ereto, com pouco desenvolvimento dos galhos, e por esse motivo a altura total e a altura de bifurcação são idênticas. O jequitibá teve desenvolvimento lento no experimento, o que não deve ter permitido ainda o pleno desenvolvimento dos galhos. Carvalho (2003) descreve o ipê-felpudo como espécie de crescimento monopodial quando jovem e dicotômico quando adulto.

A produção de matéria seca dos cultivos agrícolas plantados nas faixas entre as árvores é mostrada na Tabela 9.

A produção de adubo verde em 2008 pode ser considerada satisfatória, considerando que a produção de MS de adubos verdes tem variado, dependendo da espécie e das condições locais, de 3 t a 15 t de matéria seca/ha (PIRAÍ, s/d). A produtividade esperada do sorgo híbrido, plantado até 15 de fevereiro, varia de 11,7 t a 17,8 t MS/ha (SEMENTES AGROCERES, s/d). O plantio tardio, aliado às chuvas irregulares e à ocorrência de veranicos em 2008, com precipitação pluviométrica local (1081 mm; dados da estação meteorológica da Embrapa Pecuária Sudeste) 20% abaixo da média histórica (1353 mm) podem ser responsabilizados, pelo menos em parte, pela baixa produção observada. A produção média de crotalária oscila bastante, com relatos de produções de matéria seca entre 10 a 15 t/ha (Piraf, s/d); 2,3-4,9 tMS/ha (Goiás) e 17,6 t/ha (Distrito Federal) (CARVALHO et al., 1999); e de 6 a 8 t/ha (FORMENTINI, 2008). A produção de matéria seca variou ($P < 0,05$) com a distância da faixa de árvores, sendo superior a 1 m de distância da faixa de árvores em relação a 3,75 m de distância.

Tabela 9. Produção de matéria seca por unidade de área (média \pm desvio padrão) de diferentes culturas agrícolas no sistema agrossilvipastoril sob manejo orgânico.

Cultivo agrícola associado	Data de plantio e de colheita	Produção de matéria seca (kg/ha)
Adubo verde (coquetel)	Época de chuvas: 28/12/2007 - 19/03/2008	5.354 \pm 1.136
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) - safrinha	Época de seca: 27/03/2008 - 12/08/2008	5.250 \pm 1.631
<i>Crotalaria juncea</i>	Época de chuvas: 27/11/2008 - 03 e 04/2009	Distância de 1 m = 11.293 \pm 2.629 ^A ; Distância de 3,75 m = 6.392 \pm 2.529 ^A ; Distância de 7,5 m = 7.490 \pm 2.537 ^{AB} ;
Aveia preta comum (<i>Avena strigosa</i>)	Época de seca: 07/05/2009 - 09/2009	Distância de 1 m = 4.472,9 \pm 810,70 ^A ; Distância de 3,75 m = 5.039,2 \pm 1.237,8 ^A ; Distância de 7,5 m = 4.389,9 \pm 628,5 ^A ;
Guandú (<i>Cajanus Cajan</i>)	Época de chuvas	-
Aveia amarela (<i>Avena bysantina</i> cv. São Carlos)	Época de seca: 16/04/2010 - 26/08/2010	Distância de 1 m = 746,2 \pm 221,2 ^C ; Distância de 3,75 m = 1.581,2 \pm 624,5 ^B ; Distância de 7,5 m = 2.536,3 \pm 533,5 ^A ;
<i>Brachiaria (Urochloa) brizantha</i> cv Piatã	Época de chuvas: 26/01/2011- 02/05/2011 (96 dias)	Distância de 1,5 m = 502,9 \pm 361,1 ^C ; Distância de 4,25 m = 1.539,9 \pm 647,3 ^B ; Distância de 8,5 m = 2.618,7 \pm 1092,9 ^A ;

^{A,B,C}Letras maiúsculas sobrescritas distintas indicam diferenças significativas (Tukey, P<0,05) entre distâncias em cada espécie agrícola. Os resultados desfavoráveis estão destacados em negrito.

Existem pelo menos dois fatores importantes na determinação da produção agrícola que devem ser considerados na avaliação dos presentes resultados: o desenvolvimento das árvores, levando à competição por recursos, e a estação do ano. A produção de matéria seca na estação seca foi sempre inferior às médias de produção esperadas. Pode-se verificar na Tabela 9 que até 2009 não foi possível caracterizar uma situação em que a competição entre os componentes do sistema provocasse efeito negativo sobre a produção agrícola. Por

outro lado, a partir de 2010 observa-se redução significativa na produção do cultivo associado às árvores, especialmente em locais mais próximos delas.

As produções de aveia preta (média de 4.634 kg/ha) e de aveia São Carlos (média de 1.621 kg/ha) foram inferiores às relatadas por Godoy et al. (1990). Esses autores observaram produtividades médias de três anos de 2.871 kg e de 3.157 de matéria seca/ha para a aveia São Carlos e para a aveia preta, respectivamente, cortadas aos 70 dias pós-plantio. As produtividades no segundo corte, efetuado aos 130 dias pós-plantio, foram de 5.553 e 3.671 kg de matéria seca/ha para a aveia São Carlos e aveia preta, respectivamente. Não houve diferença ($P > 0,05$) na produção de aveia preta a diferentes distâncias da faixa de árvores, mas a produção de aveia amarela (cv. São Carlos) foi afetada ($P < 0,05$) pela distância das árvores. É possível que a restrição da quantidade de água disponível na estação seca tenha aumentado a competição por esse recurso, potencializando o surgimento dos efeitos da competição na produção. Rao et al. (1998) relataram maiores efeitos da competição na produtividade em sistemas agroflorestais sujeitos à restrição hídrica. Não é possível descartar também a possibilidade de restrição de radiação, comprometendo diretamente o desenvolvimento das plantas. A produção de matéria seca aumenta, dentro de certos limites, quanto maior for a quantidade de radiação interceptada e absorvida pelas superfícies assimiladoras. As condições climáticas locais têm efeito sobre a fotorrespiração, a respiração mitocondrial e o rendimento fotossintético. Em condições de restrição, os processos fotossintéticos tornam-se lentos. A consequência é a menor produção de massa verde sob sombreamento (KIRCHNER et al., 2009).

Relataram-se valores de 2.791 a 4.565 kg MS/ha ou taxas de acúmulo de 19,0 a 31,1 kg/ha.dia para o capim-Piatã aos 147 dias de rebrota (ALMEIDA et al., s/d). A produção de matéria seca variou ($P < 0,05$) às diferentes distâncias da faixa de árvores. Observa-se que a proximidade da faixa de árvores contribuiu para a menor produção do capim-Piatã, que alcançou média semelhante à relatada apenas no centro da faixa de plantio agrícola.

Nesse momento, em que há consolidação da situação de baixa produção agrícola na faixa entre as árvores, recomenda-se a intervenção no sistema, por meio de desrama e de desbastes, para minimizar a competição entre as árvores e o cultivo agrícola.

Cabe também lembrar que na transição da produção convencional para a produção orgânica, é comum a redução inicial da produtividade. Assis e Romeiro (2004) consideram a falta de experiência um dos principais fatores de risco no processo de conversão para a agricultura orgânica, especialmente para produtores detentores de unidades de produção convencionais, na medida em que esses terão maiores reduções iniciais no nível de produtividade. Eles relataram perda de produtividade (de 10% a 80%) da maior parte dos cafeicultores entrevistados no início do processo de transição. Entre os 15 agricultores que tiveram perda de produtividade com a mudança, a recuperação apresentou grandes variações, tendo voltado ao nível inicial para sete agricultores em período de 1 a 6 anos, enquanto entre os oito restantes, 6 afirmaram ter ocorrido recuperação do nível de produtividade apenas parcial (10% a 50%) após 2 a 5 anos, e dois informaram não ter obtido qualquer recuperação após 4 anos. Espera-se que na medida em que o sistema orgânico entre em equilíbrio, a produção volte a aumentar.

De forma análoga àquela descrita por Cesaro et al. (2004), observou-se que no sistema convencional, a utilização de herbicidas químicos permitiu o plantio dos cultivos agrícolas sem o revolvimento do solo e o controle da matocompetição sem a necessidade de capinas manuais. As técnicas utilizadas (preparo do solo, capina manual, etc.) no sistema orgânico demandam maior inversão de recursos humanos do que no sistema convencional, embora reduzam a necessidade de insumos. Os autores relataram produtividade até 28% menor nos sistemas orgânicos de produção de soja (de 32,67 sc a 39,25 sc por hectare) do que a observada no sistema convencional (45,45 sc por hectare). Em situações em que a disponibilidade de pessoal é limitada, isso pode ter reflexos negativos sobre a produtividade, com a falta de sincronização entre a necessidade do serviço e a disponibilidade do recurso.

Conclusões

As espécies florestais mutambo, capixingui e angico-branco apresentam desenvolvimento inicial satisfatório e podem ser indicadas para a arborização de pastagens em regiões com condições edafoclimáticas semelhantes.

No sistema estudado, a competição estabeleceu-se a partir do terceiro ano de plantio das árvores, indicando necessidade de intervenção, por meio de desramas e desbastes, para restabelecer a produção agrícola.

A maior inversão de recursos humanos dificulta a condução de empreendimentos utilizando práticas orgânicas. É necessário o desenvolvimento de estratégias que reduzam a necessidade de pessoal de campo.

Agradecimentos

Ao Luiz Augusto de Aguiar pelo laudo fitossanitário. Ao Cristiam Bosi pelo auxílio nas medidas das árvores. Ao José Antonio Espíndola e à equipe do projeto “Bases Científicas e Tecnológicas para o Desenvolvimento da Agricultura Orgânica no Brasil” da Embrapa Agrobiologia pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

Referências bibliográficas

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C.I. **Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas**. Brasília: MDA, 2008. 33 p. Disponível em: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=CONTROLE%2BBIOL%25C3%2593GICO%2BDE%2BPRAGAS%2BATRAV%25C3%2589S%2BDO%2BMANEJO%2BDE%2BAGROECOSSISTEMAS&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mda.gov.%2F899287&ei=7oGgToWqPKYqsAKXhZmmBQ&usg=AFQjCNGgHBe mRLSHUk9o2jvT9OLptDB67w>>. Acesso em: 20 de out. de 2011.

ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 143-168, 2004.

BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 285-295, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 007, de 17 de maio de 1999**. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/legisl.htm>.> Acesso em: 24 fev. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Disponível em: <<http://aao.org.br/aao/links.php>.> Acesso em: 24 de set. 2011.

CARVALHO, A. M. de; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. da. **Manejo de adubos verdes no cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 28 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica ,4).

CARVALHO, M. M.; CASTRO, C. R. T.; YAMAGUCHI, L. C. T.; ALVIM, M. J.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Two methods for the establishment of a silvopastoral system in degraded pasture land. **Livestock research for Rural Development**, v. 15, n. 12, 2003. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/12/carv1512.htm>. Acesso em: 14 maio 2007.

CARVALHO, M. M.; FERNANDES, E. N.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Experiências com sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., Ilhéus, 2002. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2002. 1 CD-Rom.

CARVALHO, M. M.; PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; WENDLING, I. J.; RESENDE, A. S. de; PIRES, M. de F. de A. **Experiências com SSP's no bioma Mata Atlântica na Região Sudeste**. In: FERNANDES, E. N.; PACUILLLO, D. S.; CASTRO, C. R. T. de; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. Ed.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 105-136.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1.039 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006. v. 2, 627 p.

CESARO, D.; MORETTO, A. C. ; RODRIGUES, R. L.; SOARES JÚNIOR, D. Análise Técnico-Econômica do Cultivo da Soja Orgânica Versus Convencional na Região de Londrina. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004. v. 1. p. 274-274.

DUBE, F.; COUTO, L.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; GARCIA, R.; ARAÚJO, G. A. A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brasil. **Agroforestry Systems**, v. 55, p. 73-80, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev.total. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

ENCARNAÇÃO, E. **Estresse e produção animal**. 3. reimpr. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1997. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 34).

FORMENTINI, E. A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2008. Disponível em: <http://agroecologia.incaper.es.gov.br/site/imagens/publicacoes/cartilha_leguminosas.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2011.

GOEDERT, W. J. Qualidade do Solo em Sistemas de Produção Agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife-PE. Solos, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental: anais. Viçosa, MG : SBCS, 2005. v. 1. p. 1-200.

GODOY, R; BATISTA, L. A. R; FIOSS, E. L.; NEGREIROS, G. F. **Caracterização de cultivares de aveia forrageira em São Carlos**. São Carlos: EMBRAPA - UEPAE São Carlos, 1990. 4p. (Comunicado Técnico, 4).

GONÇALVES, J. L. de M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, v. 15, p. 1-23, 1995.

KIRCHNER, R. **Desempenho de Forrageiras Anuais de Inverno Sob Distintos Níveis de Irradiância**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2. ed. rev. e atual. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158 p.

O'REILLY-WAPSTRA, J. M.; POTTS, B. M.; MCARTHUR, C.; DAVIES, N. W. Effects of nutrient variability on the genetic-based resistance of *Eucalyptus globulus* to a mammalian herbivore and on plant defensive chemistry. **Oecologia**, v. 142, p. 597-605, 2005.

PIRAI. **Adubação Verde** disponível em: <http://www.pirai.com.br/adm/FSOnline/FCKeditor/UserFiles/image/folder_pirai.jpg>. Acesso em: 14 dez. 2011.

RAO, M.; NAIR, P.; ONG, C. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 38, n. 1, p. 3-50, 1998.

SEMENTES AGROCERES. Sorgo silageiro safrinha. Disponível em: <http://sementesagrocere.com.br/wordpress/?page_id=300>. Acesso em: 14 dez. 2011.

SOUZA JUNIOR, C. N.; BERNARDO, V. **Produção de Mudas Nativas com Base na Resolução S.M.A 47/03**. Disponível em: <www.mudasflorestais.com.br/producaomudas.doc>. Acesso em: 28 dez. 2009.

PENTEADO, S. R. **O que é uma criação orgânica?** Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Seção Agricultura orgânica. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/>>. Acesso em: 24 fevereiro 2003 .

VIEIRA, C. U.; RODOVALHO, C. M.; ALMEIDA, L. O.; SIQUIEROLI, A. C. S.; BONETTI, A. M. Interação entre *Trigona spinipes* FABRICIUS, 1793 (Hymenoptera:Apidae) e *Aethalion reticulatum* LINNAEUS, 1767 (Hemiptera:Aethalionidae) em *Mangifera indica* (Anacardiaceae). **Bioscience Journal**, v. 23, (Supp. 1), p. 10-13, 2007.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura. Piracicaba: **Informações Agronômicas Potafós**, n. 108, 2004. 24p.