

VIANNEY REINALDO DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS
E RENDIMENTO DE MILHO EM SISTEMAS
SILVIAGRÍCOLAS**

MOSSORÓ-RN
2012

VIANNEY REINALDO DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E RENDIMENTO
DE MILHO EM SISTEMAS SILVIAGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:
D. Sc. PAULO SÉRGIO LIMA E SILVA

MOSSORÓ-RN

2012

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

O48c Oliveira, Vianney Reinaldo de.

Crescimento de leguminosas arbóreas e rendimento de milho em sistemas silviagrícolas. / Vianney Reinaldo de Oliveira. -- Mossoró, 2012.

86 f.: il.

Dissertação (Mestrado Fitotecnia) Área de Concentração: Melhoramento de plantas – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Profº. Dr. Paulo Sérgio Lima e Silva.

1. Sistemas agroflorestais. 2. *Mimosa caesalpiniiifolia*. 3. *Gliricidia sepium*. 4. *Zea mays*. I. Título.

CDD: 634.99

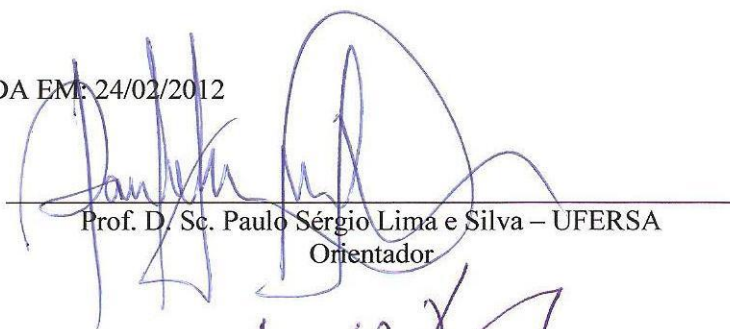
Bibliotecária: Vanessa de Oliveira Pessoa
CRB15/453

VIANNEY REINALDO DE OLIVEIRA

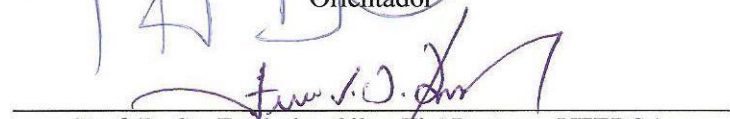
**CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E RENDIMENTO
DE MILHO EM SISTEMAS SILVIAGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM 24/02/2012



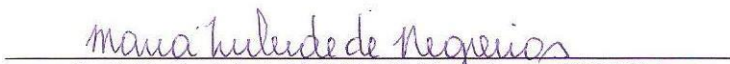
Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva – UFERSA
Orientador



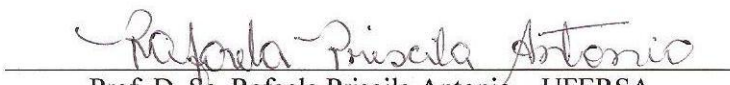
Prof. D. Sc. Frederico Silva Thé Pontes – UFERSA
Conselheiro



Prof. D. Sc. Iron Macêdo Dantas – UERN
Membro externo



Prof. D. Sc. Maria Zuleide de Negreiros – UFERSA
Conselheira



Prof. D. Sc. Rafaela Priscila Antonio – UFERSA
Conselheira

Aos meus pais, pelo amor incondicional;
Aos meus irmãos, pelo apoio e conselhos;
Ao meu sobrinho, a quem tenho como filho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me mantido forte em momentos críticos.

Aos meus pais, pelos sacrifícios e paciência.

Aos meus irmãos, pelas conversas que me ajudaram a manter os “pés no chão” e me aconselharam a tomar as decisões mais acertadas.

A UFRSA, pela oportunidade de concluir mais uma formação acadêmica.

Ao Professor e orientador Paulo Sérgio Lima e Silva, a quem devo muito, não só pela orientação, mas também pelos conselhos e apoio moral.

Ao Professor Roberto Pequeno de Sousa, pela amizade e colaboração nas análises estatísticas.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, por se mostrarem sempre disponíveis, quando deles precisei.

Aos colegas e amigos feitos durante o período de mestrado, especialmente Carina Loiola, Dinara Aires, Paula Lidiane, Leonardo Tavella, Bernardo Bezerra e Gabriel Guimarães.

Aos amigos Ewerton Marinho, Ykesaky Terson e Renan Paulino, camaradas desde a graduação.

Aos amigos Isailton Medeiros, Kadson Frutuoso e Maria da Saúde Ribeiro, pela amizade e ajuda constante nos trabalhos de campo.

Aos amigos Alex Monteiro e Patrícia Liany, pelo convívio constante e colaboração nos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Professor Paulo Sérgio, Francisco Valentim e José Sousa, pela ajuda na condução dos trabalhos de campo.

Enfim, agradeço a todos os que, de alguma forma, contribuíram para mais uma importante conquista na minha vida.

RESUMO

OLIVEIRA, Vianney Reinaldo de. **CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E RENDIMENTO DE MILHO EM SISTEMAS SILVIAGRÍCOLAS**. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

Uma maneira de reduzir os custos na implantação de plantios florestais é o plantio de culturas anuais, em consorciação com as espécies arbóreas. Dois experimentos foram realizados na mesma área, em anos seguidos. Os objetivos foram avaliar as viabilidades agrônômica e econômica da consorciação da sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) e da gliricídia (*Gliricidia sepium*) com o milho (*Zea mays*), e a influência da proximidade com as plantas dessas leguminosas arbóreas sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos do milho. No experimento-1, as leguminosas foram cultivadas em monocultivo e em consorciação com a cultivar de milho AG 1051, em blocos ao acaso com cinco repetições. Três fileiras de milho foram plantadas entre duas fileiras de cada leguminosa. No experimento-2, as leguminosas foram cortadas a 0,5 m do nível do solo, por ocasião da semeadura do milho, e os ramos jovens e as folhas foram incorporados nas áreas cultivadas em consórcio. As espécies arbóreas apresentaram crescimento linear na altura da planta e nos diâmetros da copa e do colo, nos monocultivos e nos consórcios. A consorciação aumentou a altura da planta na sabiá, mas não influenciou essa característica na gliricídia. A gliricídia apresentou menor altura da planta que a sabiá. Não houve diferenças entre sistemas de cultivo, nem entre espécies no diâmetro da copa. A consorciação reduziu o diâmetro do colo da gliricídia, mas não alterou essa característica na sabiá, a qual apresentou menor diâmetro do colo que a gliricídia. A consorciação reduziu o rendimento de espigas verdes, mas não influenciou o rendimento de grãos. A fileira da esquerda produziu mais massa de espigas verdes despalhadas comercializáveis do que as fileiras central e da direita, mas a massa do rendimento de grãos foi maior na fileira central. Apesar da redução, em alguns casos, do crescimento das leguminosas, a consorciação com milho é vantajosa na redução dos custos de implantação dessas espécies, especialmente quando o milho é comercializado sob a forma de espigas verdes. No experimento-2, a consorciação reduziu apenas o número e a massa totais de espigas verdes e o rendimento de grãos e o número de espigas maduras, mas não influenciou o número e massa de espigas verdes comercializáveis, empalhadas e despalhadas. A fileira da esquerda produziu maior rendimento de espigas verdes que as fileiras central e da direita, mas o rendimento de grãos não foi influenciado pela posição da fileira. Não houve diferenças entre espécies arbóreas em seus efeitos sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos das fileiras de milho.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais. *Mimosa caesalpiniiifolia*. *Gliricidia sepium*.
Zea mays.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Vianney Reinaldo de. **LEGUMES TREE GROWTH AND YIELD OF CORN IN SILVICULTURAL SYSTEMS**. 2012. 86 f. Dissertation (Ms in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

One way to reduce costs in the establishment of forest plantations is to plant annual crops intercropped with the tree species. Two experiments were conducted in the same area in consecutive years. The objectives were to evaluate the agronomic and economic viability of intercropping of sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) and gliricídia (*Gliricidia sepium*) with corn (*Zea mays*), and the influence of the proximity of these plants legume species on green corn-cob profit and maize kernels. In the experiment-1, the legumes were cultivated in monoculture and intercropped with maize cultivar AG 1051, in randomized blocks with five replications. Three rows of corn were planted between two rows of each legume. In experiment-2, the legumes were cut to 0.5 m from ground level at the time of sowing corn, and the young branches and leaves were incorporated into the cultivated areas in the consortium. Tree species showed linear increase in plant height and diameter of the crown and neck, in monoculture and in consortia. Intercropping increased the plant height in the sabiá, but did not affect this feature in gliricídia. Gliricídia had lower plant height than the sabiá. There were no differences between tillage systems or between species in the canopy diameter. Intercropping reduced the stem diameter of gliricídia, but did not alter this characteristic in sabiá, which had lower stem diameter than gliricídia. Intercropping reduced the yield of green corn-cobs, but it did not influence the grain yield. The row on the left produced more mass marketable husked green corn-cobs than the central and right rows, but the mass of grain growth was higher in the central row. Despite this reduction, in some cases, with respect to the growth of legumes, maize rotation is advantageous in the reduction of these species' implementation costs, especially when maize is marketed in the form of green corn-cob. In experiment-2, intercropping reduced only the total number and weight of green corn-cobs and grain profit and number of mature ears, but it did not influence the number and mass of marketable green corn-cobs with husk and without husk. The row on the left produced a greater profit of green corn-cobs than the central and right rows, but the profit was not influenced by the position of the row. There were no differences among tree species with respect to their effects on green corn-cobs profit and grain yield in the corn rows.

Keywords: Agroforestry systems. *Mimosa caesalpiniiifolia*. *Gliricidia sepium*. *Zea mays*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Médias da altura da planta de espécies arbóreas em monocultivo e em consorciação com a cultivar de milho AG 1051, após 120 dias da semeadura. Mossoró. 2010	40
Tabela 2	- Médias do diâmetro da copa de espécies arbóreas em monocultivo e em consorciação com a cultivar de milho AG 1051, após 120 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2010.....	42
Tabela 3	- Médias do diâmetro do colo de espécies arbóreas em monocultivo e em consorciação com a cultivar de milho AG 1051, após 120 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2010.....	43
Tabela 4	- Médias das alturas da planta e de inserção da espiga, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas. Mossoró-RN, 2010.....	46
Tabela 5	- Médias do rendimento de espigas verdes, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas. Mossoró-RN, 2010	46
Tabela 6	- Médias do rendimento de grãos e seus componentes, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas leguminosas arbóreas. Mossoró-RN, 2010	48
Tabela 7	- Médias das alturas da planta e de inserção da espiga, avaliadas em três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas. Mossoró-RN, 2010.....	49
Tabela 8	- Médias do rendimento de espigas verdes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas. Mossoró-RN, 2010	50

Tabela 9 - Médias do rendimento de grãos e seus componentes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2010	51
Tabela 10 - Custos de implantação de duas leguminosas e de produção de milho verde e milho maduro, em cultivos consorciados, e receitas com a comercialização das espigas verdes comercializáveis e de grãos de milho. Mossoró. 2010.....	53
Tabela 11 - Médias das alturas da planta e de inserção da espiga, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas cortadas a 0,5 m do nível do solo, por ocasião da semeadura do milho. Mossoró-RN. 2011.....	57
Tabela 12 - Médias do rendimento de espigas verdes, da cultivar de milho AG 1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas cortadas a 0,5 m do nível do solo, por ocasião da semeadura do milho. Mossoró-RN. 2011	58
Tabela 13 - Médias do rendimento de grãos e seus componentes, da cultivar de milho AG 1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas cortadas a 0,5 m do nível do solo, por ocasião da semeadura do milho. Mossoró-RN. 2011	59
Tabela 14 - Médias das alturas de planta e de inserção da espiga de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas, cortadas a 0,5 m do nível do solo. Mossoró-RN. 2011.....	60
Tabela 15 - Médias do rendimento de espigas verdes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas, cortadas a 0,5 m do nível do solo. Mossoró-RN, 2011	61
Tabela 16 - Médias do rendimento de grãos e seus componentes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas, cortadas a 0,5 m do nível do solo. Mossoró-RN, 2011	62

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Representação de uma parcela do cultivo consorciado de milho com uma espécie arbórea (MS = plantas de milho avaliadas quanto ao rendimento de grãos; MV = plantas de milho avaliadas quanto ao rendimento de espigas verdes). Mossoró. 2010 33
- Figura 2 - Altura da planta de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta 41
- Figura 3 - Diâmetro da copa de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta 42
- Figura 4 - Diâmetro do colo de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta 44
- Figura 5 - Altura da planta de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta 55
- Figura 6 - Diâmetro da copa de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta..... 56
- Figura 7 - Diâmetro do colo de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta..... 56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS	16
2.2 TAUNGYA.....	17
2.3 CULTIVO EM ALÉIAS	19
2.4 SABIÁ EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS	21
2.5 GLIRICÍDIA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	23
2.6 MILHO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS	25
2.7 EFEITO DE VIZINHANÇA MILHO-LEGUMINOSAS.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA.....	29
3.2 EXPERIMENTO-1	31
3.2.1 Obtenção das mudas de gliricídia e sabiá	31
3.2.2 Preparo do solo, transplântio das mudas e semeadura do milho.....	31
3.2.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	32
3.2.4 Tratos culturais	34
3.2.5 Avaliações	35
3.3 EXPERIMENTO-2	36
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	37
3.5 AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 EXPERIMENTO-1	40
4.1.1 Características das espécies arbóreas.....	40
4.1.2 Características do milho	45
4.1.3 Efeitos da vizinhança milho-leguminosas	48

4.1.4 Análise econômica	52
4.2 EXPERIMENTO-2	55
4.2.1 Características das espécies arbóreas.....	55
4.2.2 Características do milho	57
4.2.3 Efeitos da vizinhança milho-leguminosas	60
5 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE.....	76

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um mosaico de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas que se estende por 735.000 km² e cobre a maior parte dos estados do nordeste brasileiro e a parte nordeste de Minas Gerais. Entre 30% e 51% da área da Caatinga foram alterados por atividades antrópicas (CASTELLETTI et al., 2004). A primeira estimativa coloca a Caatinga como o terceiro ecossistema mais degradado do Brasil, atrás da Mata Atlântica e do Cerrado. A segunda estimativa eleva a Caatinga para o segundo ecossistema brasileiro mais degradado (LEAL et al., 2005).

Várias são as causas da degradação da Caatinga. Mais de 25 milhões de pessoas (15% da população brasileira) vivem na Caatinga (MITTERMEIER et al., 2002). A população rural é pobre e os longos períodos de seca diminuem ainda mais a produtividade da região. Atividades humanas não sustentáveis, como a agricultura de corte e queima, o corte de madeira para lenha, a caça de animais e a contínua remoção da vegetação para criação de bovinos, caprinos e ovinos resultam em empobrecimento ambiental, em larga escala, da Caatinga. Atualmente, a exploração da fruticultura irrigada e o plantio da soja incrementam o processo de degradação (LEAL et al., 2005). No Rio Grande do Norte, áreas que representam quase 25% da superfície do Estado apresentam elevado grau de devastação, tendo sido classificadas como zonas muito graves em relação à desertificação (IDEMA, 2002). A questão da degradação ambiental no Rio Grande do Norte está se agravando com a exploração petrolífera pela Petrobras, pela carcinicultura, dentre outras atividades.

Reflorestamentos poderiam contribuir para a solução do problema de degradação da Caatinga, reduzindo o desmatamento desse bioma e servindo como fonte de renda com a exploração da madeira, além de outros benefícios. Em todo o mundo, programas de reflorestamento são frequentemente promovidos graças a seus benefícios ambientais e sociais (geração de emprego e renda), preservação da

biodiversidade, produção de madeira e de biocombustíveis e sequestro de carbono (CALDER, 2007).

Ressalve-se que os reflorestamentos implicam em um grave problema: o investimento inicial com o plantio das árvores é elevado e demora a produzir lucro, tendo em vista a natureza perene das espécies arbóreas. Uma alternativa para a solução desse problema seria a adoção de sistemas agroflorestais. Nos sistemas agroflorestais, espécies lenhosas são utilizadas em associação com cultivos agrícolas e/ou animais na mesma área, de forma simultânea ou sequencial, otimizando a terra e a rentabilidade do empreendimento (MACEDO et al., 2001).

Na adoção de sistemas agroflorestais, visando a contribuir para reduzir os problemas de degradação da Caatinga, várias decisões devem ser tomadas, mas aparentemente uma das primeiras e mais importantes é a escolha das espécies a serem incluídas nos sistemas. Nesse sentido, é razoável considerar-se a inclusão, dentre as essências florestais, daquelas mais importantes para o bioma Caatinga. A sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) é uma leguminosa rústica, nativa do Semiárido, de crescimento rápido e fonte de forragem, madeira, pólen e néctar para as abelhas, além de ser usada na medicina caseira e como planta ornamental. Devido à sua intensa utilização (MAIA, 2004), a sabiá pode desaparecer, juntamente com outras espécies (SANTOS et al., 2007).

Outra espécie arbórea que poderia ser utilizada nos sistemas agroflorestais idealizados para a Caatinga seria a gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), a qual, apesar de ser exótica, apresenta características similares às da sabiá e tem sido utilizada em sistemas agroflorestais em praticamente todo o mundo. Essa espécie foi trazida da América Central para o Brasil na década de 1980 e tem atraído a atenção de agricultores de vários estados nordestinos (KIILL; MENEZES, 2005).

O milho (*Zea mays* L.) merece destaque especial dentre as espécies anuais que poderiam ser incluídas nos sistemas agroflorestais: trata-se de uma cultura bem

conhecida dos agricultores nordestinos, de cultivo fácil, sem grandes problemas de pragas e doenças e de ciclo curto.

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar as viabilidades agrônômica e econômica da consorciação da sabiá e da gliricídia com o milho e a influência da proximidade das plantas dessas leguminosas sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos do milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O aumento das necessidades humanas por produtos de origem agrícola demanda aumento de áreas de terras cultivadas. Nesse contexto, o uso racional do solo deve ser priorizado. Nos últimos anos, tem-se ressaltado o estabelecimento de uma agricultura sustentável, fundamentada na manutenção da produtividade, na redução dos custos de produção e na preservação do ambiente (CARVALHO, 2006).

A queda gradual da produtividade das culturas agrícolas nos sistemas de agricultura convencional é reflexo da perda de fertilidade do solo gerada pelo declínio de matéria orgânica e pela deficiência de ciclagem de nutrientes no solo (MAGALHÃES et al., 2000). Os sistemas agroflorestais são uma alternativa ao uso da agricultura convencional, e consistem na combinação de espécies florestais com culturas agrícolas, atividades pecuárias ou ambas, podendo essas combinações ser simultâneas ou numa sequência de tempo e no espaço (JOSE, 2009).

Os sistemas agroflorestais proporcionam maior cobertura do solo, favorecem a preservação da fauna e da flora, promovem a ciclagem de nutrientes e propiciam um contínuo aporte de matéria orgânica ao solo (SCHROTH et al., 2002; YADAV et al., 2008). Carvalho et al. (2004) verificaram diferenças nas características físico-químicas do solo sob sistema agroflorestal, em comparação com o mesmo solo sob sistema de plantio convencional. Notou-se que o solo sob sistema agroflorestal apresenta menor densidade aparente, maior porosidade, menor resistência à penetração e maior estabilidade de agregados. Outra vantagem das agroflorestas é que elas reduzem a sazonalidade, possibilitando maior diversidade de produtos exploráveis durante um mesmo período de tempo (MERCER, 2004).

Os sistemas agroflorestais oferecem alternativas menos impactantes ao ambiente, podendo auxiliar na reversão de processos de degradação, contribuindo para o aumento da biodiversidade animal e vegetal, além de contribuir para a melhoria das condições socioeconômicas das populações rurais (PASSOS; COUTO, 1997; RODIGHERE, 1997; JOSE, 2009; NAIR, 2011). Os sistemas agroflorestais simulam um ambiente natural pelo equilíbrio biológico e pela consorciação de várias espécies em uma mesma área, aumentando a diversidade do ecossistema e otimizando as interações favoráveis entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções (YOUNG, 1997; ALTIERI, 2002).

De acordo com a classificação, os sistemas agroflorestais podem ser: sistemas silviagrícolas (associação de espécies florestais com culturas agrícolas através do cultivo em aléias ou em taungya); sistemas silvipastoris (combinação de árvores ou arbustos com plantas forrageiras herbáceas e animais) e sistemas agrossilvipastoris (criação de animais dentro de um sistema silviagrícola). Nesses grupos podem existir diferentes classificações, dependendo do objetivo, tipo de consórcio, complexidade e outros fatores que caracterizam o sistema; os grupos podem, inclusive, evoluir com o passar do tempo, e entrar para outra classificação (DUBOIS, 1996).

2.2 TAUNGYA

Outro tipo de sistema agroflorestal silviagrícola – o qual abrange práticas de uso múltiplo do solo, envolvendo as produções conjuntas de culturas florestais e agrícolas – é o taungya, o mais utilizado no Brasil (SILVA et al., 2001), e que constitui um sistema de substituição florestal ou de reflorestamento, baseado em dois componentes: um florestal, permanente, e outro agrícola, temporário (MACEDO, 2000).

Nesse sistema, a espécie florestal madeireira é plantada junto a cultivos agrícolas de ciclo curto, aproveitando-se dos cuidados dos cultivos agrícolas. Quando a última safra agrícola termina, a espécie madeireira plantada já alcança uma boa altura. O lucro obtido pela venda dos produtos agrícolas ajuda a pagar o custo do plantio das espécies madeireiras. No Brasil, este sistema é utilizado principalmente para diminuir o custo na formação de florestas de eucaliptos. Esse sistema pode ser recomendado para pequenos agricultores que possuem área para produção de madeira, mas precisam reduzir os custos de estabelecimento e de manutenção, como também para terrenos de vocação florestal que não estejam degradados ou fortemente inclinados (BEER et al., 1994).

As interações existentes no referido sistema incluem as interferências entre os componentes (competição, efeito alelopático) e o sombreamento das árvores nos cultivos. A competição depende das espécies escolhidas, densidade e tipo de manejo. O sombreamento excessivo pelas árvores, após alguns anos, determina o fim do sistema agroflorestal e início da plantação florestal pura, cuja duração dependerá da espécie e densidade de plantio. Com o manejo futuro do povoamento florestal, podem ser feitos novos consórcios com cultivos ou forrageiras após os desbastes (ENGEL, 1999).

Quanto às espécies apropriadas, alguns requisitos são desejáveis, tais como: crescimento apical rápido; fechamento rápido e pequeno da copa; tolerância à sombra e à competição durante o primeiro ano; boa forma do fuste; desrama natural; sombra rala; ausência de alelopatia; e sistema radicular profundo (BEER et al., 1994).

O sistema oferece algumas vantagens em relação ao reflorestamento puro, tais como: redução dos custos de implantação das espécies arbóreas; melhoria das taxas de crescimento e sobrevivência das árvores em função do manejo agrícola aplicado às espécies anuais (limpeza, aplicação de fertilizantes, etc.); maior disponibilidade de nitrogênio para as árvores quando o cultivo é combinado a leguminosas (BROONKIRD et al., 1984; SILVA, 2008).

No que diz respeito às desvantagens, é possível citar: possíveis efeitos alelopáticos das árvores nas culturas; danos às raízes durante a colheita de raízes ou tubérculos; curto período de duração das culturas agrícolas na área; exigência de extensas áreas de monocultivo florestal; além disso, a associação pode ser altamente prejudicial e instável se as culturas e árvores são susceptíveis ao mesmo tipo de praga ou doença (NAIR, 1993; SILVA, 2008).

No consórcio de eucalipto (*Eucalyptus pellita* Mell.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em quatro meses, o sistema taungya mostrou-se viável, considerando o crescimento das plantas de eucalipto e os fluxos de caixa (OLIVEIRA NETO et al., 2004). Embora tenha exigido maior investimento inicial, o sistema apresentou, quatro meses depois de implantado, retorno capaz de cobrir os custos de implantação.

2.3 CULTIVO EM ALÉIAS

O cultivo contínuo do solo sem práticas que visem à reposição de restos vegetais pode acarretar, com o passar do tempo, degradação das características químicas, físicas e biológicas desse solo em função do declínio dos teores de matéria orgânica (ALEXANDER, 1977). Um modo de amenizar esse problema é a utilização da adubação verde, utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporadas ou não ao solo (SAKAI et al., 2011).

A adubação verde proporciona aumento do teor de matéria orgânica; maior disponibilidade de nutrientes; maior capacidade de troca de cátions efetiva do solo; favorecimento na produção de ácidos orgânicos; diminuição dos teores de alumínio trocável pela sua complexação; e incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil (CALEGARI et al., 1993; LIN et al., 2009; WANG et al., 2010).

Um dos sistemas em que se utiliza a adubação verde é o agroflorestal silviagrícola na forma de aléias, ou cultivo em alamedas, no qual árvores e arbustos, geralmente fixadores de nitrogênio, são cultivados em fileiras, de forma intercalada com cultivos agrícolas, que constituem uma opção viável de manejo sustentado do solo (BERTALOT et al., 2010). O manejo desse sistema é feito por poda da parte aérea das leguminosas durante a estação de crescimento da cultura principal; sendo o produto das podas aplicado no solo, onde se decompõe e fornece nutrientes às plantas (PEREZ-MARIN, 2007).

O número de cortes realizados por ano depende da velocidade de rebrota das leguminosas após cada corte, e da adequação às características das espécies semeadas nas entrelinhas. Essa semeadura nas entrelinhas ocorre no início das chuvas, ocasião em que é feita uma poda drástica da leguminosa, para retardar a rebrota e recomposição da copa, e com isto atenuar seu efeito competitivo (BARRETO; CARVALHO FILHO, 1992).

O cultivo em aléias, sendo um sistema intermediário e suficientemente flexível, pode ser usado tanto por pequenos agricultores com pouca tecnologia, como nas propriedades mecanizadas (KANG et al., 1989). Este sistema tem o potencial de servir de elo entre as práticas tradicionais extensivas e a agricultura intensiva, permitindo obter maior número de colheitas e intensificar o uso da terra, acelerar a regeneração dos solos e recuperar sua fertilidade mediante a inclusão de árvores de uso múltiplo e reduzir o requerimento de insumos externos (KAYA; NAIR, 2001).

Existem alguns requisitos básicos para uma espécie ser utilizada em um sistema de cultivo em aléias: facilidade de estabelecimento; sistema radicular profundo; rápido crescimento; tolerância a podas; habilidade para rebrotar vigorosamente; e elevada produção de folhagem (KANG et al., 1984). A habilidade de fixar nitrogênio, juntamente com um elevado teor de nitrogênio nas folhas e uma rápida decomposição da folhagem são características desejáveis para a manutenção da

fertilidade do solo (KANG et al., 1981; CHAGAS et al., 1981; KANG et al., 1990; KANG; FAYEMILIHIN, 1995).

2.4 SABIÁ EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Nativa da região Semiárida do Nordeste brasileiro, a sabiá é uma leguminosa arbórea com grande potencial, devido à sua resistência a estiagens prolongadas, seu rápido crescimento (ALMEIDA et al., 1986), alto teor protéico, além da grande produção de serapilheira (COSTA, 1988). A árvore apresenta porte pequeno e crescimento cespitoso (SUASSUNA, 1982). Na fase adulta, as plantas atingem até 8 metros (m) de altura e cerca de 20 centímetros (cm) de diâmetro à altura do peito (MENDES, 1989). Em geral, as plantas possuem acúleos, dificultando o manejo e a exploração da espécie em condições naturais. As raízes da sabiá são do tipo axial, com muitos nódulos bacterianos presentes em todo o conjunto (FELICIANO, 1989).

A sabiá ocorre preferencialmente em terrenos profundos, principalmente em solos de textura arenosa. Por sua baixa exigência em fertilidade e umidade dos solos, desenvolve-se bem, inclusive, em terrenos mais pobres, sendo, nesse caso, indicada a adubação química ou orgânica a fim de obter melhores resultados na produção de madeira (RIBASKI et al., 2003).

A sabiá está se tornando uma espécie importante devido aos seus múltiplos usos: pode ser usada na alimentação animal, onde as folhas são de alto valor forrageiro (VASCONCELOS, 1989); é uma planta apícola, produzindo grande quantidade de pólen e abundante néctar (BARROS, 1960); ornamental, bastante utilizada na Região Sudeste brasileira (LORENZI, 2000); a madeira é indicada para a produção de carvão vegetal, em função das suas boas características físico-químicas (GONÇALVES et al., 1999); pode ser indicada para a formação de cercas-vivas e quebra-ventos, uma vez

que apresenta uma densa ramificação; e utilizada, ainda, como madeira para cabo de ferramentas e para mourão, com alta durabilidade (STAMFORD et al., 1997).

As propriedades de fixação do nitrogênio atmosférico, a capacidade de rebrota após o corte do tronco (RIBASKI; LIMA, 1997), a grande produção de serapilheira e a capacidade de se degradar rapidamente podem ser características importantes da sabiá quando se pensa em cultivo em aléias, já que, para este sistema, é esperado que haja uma manutenção constante da fertilidade do solo pela deposição do folheto.

Em trabalho realizado por Costa (2004), ficou comprovado a eficiência da sabiá em aportar nutrientes por meio do material formador de serapilheira, visto que alcançou valores na magnitude observada para uma capoeira vizinha. O autor concluiu ainda que o aporte de nutrientes pela serapilheira mostrou-se fortemente associado com a produção de fitomassa, revelando que as faixas com predomínio da sabiá foram mais eficientes neste processo. Silva (2005) observou que um povoamento de sabiá com cinco anos de idade depositou no solo menor acúmulo de material em comparação com um povoamento de acácia (*Acacia mangium* Willd.) de mesma idade, sugerindo que a serapilheira do sabiá teve maior degradabilidade.

Queiroz et al. (2008), estudando o cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo em Campo dos Goytacazes – RJ, observaram que as aléias de milho com canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e sesbânia (*Sesbania virgata* (Cav.) Pers.) resultaram em produtividade de milho superior à testemunha sem adubo e ao milho/albícia (*Albizia lebbbeck* (L.) Benth.). Este fato possivelmente está relacionado ao acúmulo da produção de fitomassa depois de dois ciclos de cultivo, já que no primeiro ciclo as produtividades dos consórcios não diferiram do milho sem adubo.

Avaliando a produtividade de fitomassa e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em leguminosas arbóreas no sistema de aléias com o milho, em Campo dos Goytacazes – RJ, Queiroz et al. (2007) verificaram que a sabiá e a sesbânia (*Sesbania*

virgata (Cav.) Pers.) adubadas com fósforo produziram valores de fitomassa seca intermediários, superiores à gliricídia e à albízia (*Albizia lebbbeck* (L.) Benth.), mas inferiores à canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), ao guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) e à leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). Vale salientar que as leguminosas, por dependerem da simbiose como fonte de nitrogênio, requerem alto teor de fósforo no solo para suprir as demandas de energia nos processos de fixação biológica do nitrogênio.

2.5 GLIRICÍDIA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A gliricídia é uma leguminosa nativa da América Central, sendo amplamente difundida nas regiões tropicais (PARROTA, 1992). A espécie pode possuir 12 m de altura. A inflorescência é do tipo racemosa, aparecendo antes da brotação das folhas (EMBRAPA, 2000). A gliricídia desenvolve-se melhor em condições quentes e úmidas, tendo o seu crescimento limitado pelas baixas temperaturas, tolerando, entretanto, prolongados períodos de seca, ainda que haja queda de folhas dos ramos mais velhos. Não necessita de solos férteis, embora exiba melhor desempenho naqueles de alta fertilidade e profundos o suficiente para um bom enraizamento, fator determinante da maior ou menor produção e manutenção de folhagem verde no período seco (CARVALHO FILHO et al., 1997).

A gliricídia se destaca por apresentar rápido crescimento, alta capacidade de regeneração, resistência à seca e facilidade em propagar-se sexuada e assexuadamente. A espécie – que vem sendo explorada como forrageira, por seu alto valor nutritivo, como produtora de estacas vivas, e ainda como alternativa energética (DRUMOND; CARVALHO FILHO, 2012) – possui a propriedade de fixar nitrogênio atmosférico (BALA et al., 2003) e de produzir biomassa em condições de baixa disponibilidade

hídrica, melhorando a fertilidade do solo e aumentando, quando usada como adubo verde, a produtividade das culturas agrícolas associadas (BARRETO; FERNANDES, 2001). A gliricídia é capaz de aportar quantidades significativas de biomassa ao solo através da queda de folheto (SILVA, 2004), sendo considerada, portanto, uma espécie ideal para o cultivo em aléias (PALM et al., 2001; VANLAUWE et al., 2005).

Existe um aumento significativo de nitrogênio inorgânico (N) na superfície do solo quando o material podado de gliricídia é adicionado nas entrelinhas do milho (IKERRA et al., 1999). Devido à alta contribuição do N da folhagem, a gliricídia é uma espécie promissora para suprir o nitrogênio nas culturas em consórcio com esta leguminosa. Barreto e Fernandes (2001) encontraram 27 e 27 g kg⁻¹ de N nas matérias secas da gliricídia e da leucena, respectivamente. A gliricídia pode produzir acima de 5.400 kg ha⁻¹ por ano de biomassa seca, no espaçamento de 4,5 m entre fileiras e 0,9 m entre plantas (MAGHEMBE; PRINS, 1994).

Heineman et al. (1997), avaliando oito espécies de leguminosas arbóreas (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Leucaena collinsii* Briton & Rose, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Calliandra calothyrsus* Meisn., *Sesbania sesban* (L.) Merr., *Sesbania grandiflora* (L.) Pers., *Senna siamea* (Lam.) H. S. Irwin & Barneby e *Senna spectabilis* (DC.) H. S. Irwin & Barneby), obtiveram maior produtividade de milho na associação dessa cultura com *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit e *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.

Barreto e Fernandes (2001), analisando o cultivo de gliricídia e leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) em alamedas, observaram que a incorporação dessas leguminosas ao solo elevou o pH e os teores de cálcio + magnésio, não sendo alteradas, contudo, a matéria orgânica e a CTC. Nesse trabalho também foi observada redução de densidade do solo e elevação da macroporosidade em resposta à adição das leguminosas, sendo esses efeitos mais pronunciados em menores profundidades, em dois anos de ensaio.

Instituições de pesquisa e organizações não-governamentais no Agreste da Paraíba vêm destacando a importância do plantio da gliricídia em aléias e cercas vivas graças à alta capacidade dessa leguminosa de produzir forragem ou adubo verde em condições de baixa disponibilidade hídrica, e por ser uma das leguminosas arbóreas mais aceitas pelos agricultores da região recentemente (MARIN et al., 2006).

2.6 MILHO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O milho é um dos principais cereais cultivados em todo o mundo (FERRARINE, 2004). No Brasil, é um dos cereais mais expressivos em termos de volume produzido e destino da produção, sendo produzidas na safra 2010/2011 cerca de 57,5 milhões de toneladas de grãos, em uma área de aproximadamente 13,8 milhões de hectares, números referentes a duas safras (normal e safrinha), com uma produtividade média de 4,2 toneladas ha⁻¹ (CONAB, 2012).

Considerado, no passado, cultura de subsistência, o milho atualmente também é explorado por grandes empresas agrícolas, visando à produção de espigas verdes, de grãos secos e de forragem para os rebanhos, desempenhando importante papel no agronegócio brasileiro (SOUZA; BRAGA, 2004).

Na região Nordeste, ainda com rendimento médio inferior às outras regiões do país, a cultura é explorada em todos os estados, ocupando 3,2 milhões de hectares de área plantada, com rendimento de 1.947 kg ha⁻¹. No Rio Grande do Norte, o milho é cultivado em todos os municípios para a obtenção de espigas verdes ou grãos secos, e ocupa cerca de 73,5 mil hectares de área plantada, com rendimento de 672 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012).

O milho vem sendo bastante utilizado em trabalhos envolvendo sistemas agroflorestais, seja para amortizar os custos de implantação das espécies arbóreas, seja

para diminuir o uso de insumos nitrogenados quando consorciado com leguminosas, no cultivo em aléias (SILVA, 2004; MARIN et al., 2006; QUEIROZ et al., 2007; MARIN et al., 2007; QUEIROZ et al., 2008).

O cultivo de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no espaçamento de 3,0 m por 2,0 m, com a cultura do milho proporcionou redução na área plantada de até 66% e uma redução de até 20% no custo de implantação do eucalipto (PASSOS et al., 1992). Em outro estudo, ficou constatado que o consórcio de *Eucalyptus toreliana* F. Muell, no espaçamento 3,0 m por 2,0 m, com uma fileira de milho, proporcionou maior produção de grãos por planta, chegando a superar o monocultivo do milho, como também diminuição dos custos de implantação florestal entre 59,75 e 79,43%, dependendo de sua densidade (MONIZ, 1987).

Essa viabilidade econômica foi observada também por Castillo (1977), que constatou que o consórcio milho x eucalipto (*Eucalyptus deglupta* Blume) diminuiu os custos do reflorestamento em torno de 60%. Na consorciação do milho com *Pinus taeda* L., com duas, três e quatro linhas de milho, em três anos consecutivos, o sistema intercalar com duas linhas de milho permitiu a redução de custos de implantação florestal na ordem de 95%, e os sistemas com três e quatro linhas de milho, além de reduzirem os custos a zero, tiveram 28% e 72% do valor em renda adicional (OLIVEIRA et al., 1998).

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de N, e geralmente requer adubação nitrogenada para completar a quantidade suprida pelo solo (COELHO et al., 2002). O uso de leguminosas arbóreas e arbustivas poderá ser uma alternativa eficiente a fim de disponibilizar nutrientes, principalmente o N, através da adubação verde, técnica que está ao alcance, inclusive, dos pequenos agricultores (QUEIROZ, 2006).

Pereira Filho et al. (2000), utilizando a leucena (*Leucaena Leucocephala* (Lam.) de Wit) como fonte alternativa de nitrogênio para o milho em sistema de aléias,

obtiveram, na ausência de nitrogênio mineral de 5,3 toneladas ha^{-1} , rendimento de milho equivalente a 178% do rendimento obtido na ausência de nitrogênio e leucena.

Queiroz et al. (2008), estudando o cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo, observaram que o milho, quando consorciado com guandu ou gliricídia no segundo ano de cultivo, obteve produtividade semelhante ao milho adubado com NPK. Bertalot et al. (2010) verificaram que a utilização de biomassa da parte aérea de *Leucaena diversifolia* (Schldl.) Benth. proveniente do cultivo em aléias com milho mostrou-se adequada para substituir parcial ou totalmente o uso de fertilizantes químicos sem, contudo, comprometer a eficiência produtiva do milho.

2.7 EFEITO DE VIZINHANÇA MILHO-LEGUMINOSAS

É sabido, da experimentação agrícola, que quando se avaliam tratamentos diferentes em parcelas vizinhas, as plantas mais internas de cada parcela tendem a apresentar comportamento diferente das plantas mais externas da mesma parcela. Essa diferença de comportamento é referida na literatura como efeito de bordadura ou efeito de borda, o qual pode contribuir para elevar o erro experimental, que pode ser diferente em tratamentos diferentes.

Nos experimentos agroflorestais, o efeito de bordadura também existe (HUXLEY, 1987; LANGTON, 1990; SOMARRIBA et al., 2001), mas talvez seja interessante se considerar outro efeito denominado efeito de interface. Langton (1990) considerou também dois efeitos ("de bordadura" e de "vizinhança"), mas como ele mesmo diz, a literatura sobre o tema é confusa.

A palavra interface foi usada por Huxley (1987) para indicar o espaço entre duas fileiras vizinhas de espécies diferentes, numa mesma parcela de um consórcio.

Embora a interface ocorra em todos os tipos de consórcios, ela deve ser mais importante nos experimentos que envolvem árvores e espécies anuais devido às diferenças de hábito de crescimento. O efeito de vizinhança, além da importância teórica de competição entre plantas, é importante nos experimentos agroflorestais para se definir, por exemplo, quantas fileiras de uma cultura anual devem ser plantadas entre duas fileiras de árvores ou a que distância das fileiras de árvores devem ser plantadas as fileiras das espécies anuais.

Poucos estudos foram realizados sobre o assunto referido, mas é fato que o efeito de vizinhança existe (MACEDO et al., 2006; VIERA; SCHUMACHER, 2011). Um exemplo de estudo está em Macedo et al. (2006) no qual se verificou que quando em consórcio com alguns clones de eucalipto (dois clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e dois clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) as fileiras de milho produziram menos quando estavam mais próximas das fileiras da espécie arbórea do que quando havia mais distância.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados sequencialmente na mesma área. No primeiro experimento (experimento-1), milho, gliricídia e sabiá foram avaliados em monocultivo e em consórcio, em 2010. O segundo experimento (experimento-2) foi realizado em 2011. Naquele ano a altura das árvores não mais permitiu a consorciação leguminosa-milho; as árvores dos consórcios de 2010 foram, portanto, podadas. As folhas e ramos mais jovens, obtidos da poda, foram incorporados ao solo das áreas entre as fileiras de árvores, e o milho foi cultivado nessas áreas e em monocultivo. As árvores dos monocultivos das espécies arbóreas plantadas em 2010 foram mantidas em 2011.

3.1 LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA

Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), distante 20 quilômetros (km) da sede do município de Mossoró (5°11' latitude, 37°20' WGr longitude e altitude de 18 m). O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA). Segundo a classificação bioclimática de Gaussen, o clima da região de Mossoró é do tipo 4ath, termoxeroquimênico acentuado, o que significa tropical quente de seca acentuada, com estação longa de sete a oito meses e índice xerotérmico entre 150 a 200.

Alguns dados climáticos foram registrados durante a realização dos experimentos (Quadro 1).

Quadro 1 – Temperaturas máxima, mínima e média do ar, radiação global, precipitação pluvial e umidade relativa do ar em Mossoró-RN durante o período de fevereiro/2010 a junho/2011¹.

Meses de 2010 e 2011	Temperaturas (°C)			Radiação global total (mj m ⁻² dia ⁻¹)	Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)
	Máxima	Média	Mínima			
Fevereiro	34,8	29,4	23,9	18,7	66,3	68,1
Março	35,2	29,5	23,8	19,9	54,4	69,3
Abril	33,7	28,7	23,6	19,0	222,8	77,9
Maio	34,5	28,7	22,8	20,2	23,4	70,4
Junho	34,5	28,1	21,6	19,0	32,3	64,5
Julho	34,9	28,3	21,6	18,5	9,9	58,6
Agosto	35,6	28,2	20,7	20,8	0,0	52,6
Setembro	36,3	29,0	21,7	23,6	1,3	51,7
Outubro	35,2	29,2	23,2	22,3	14,5	60,4
Novembro	35,6	29,6	23,5	23,3	0,0	58,6
Dezembro	34,5	29,1	23,6	19,7	19,3	64,8
Janeiro	33,5	28,4	23,3	17,7	100,6	70,2
Fevereiro	33,6	28,4	23,2	18,3	150,6	73,2
Março	32,6	27,8	22,9	16,5	89,7	78,8
Abril	31,9	27,3	22,7	15,0	237,0	81,9
Maio	31,1	26,5	21,8	14,2	219,4	81,7
Junho	31,6	26,5	21,4	14,0	18,5	74,5

¹ Dados obtidos em estação meteorológica distante 20 km do local experimental.

Segundo a classificação de Köppen (1948), o bioclima da região é BSwh, isto é, do tipo quente, com maiores precipitações atrasando-se para o outono. A região possui temperatura do ar média máxima dentre 32,1 e 34,5 °C, sendo junho e julho os meses mais frios, e a precipitação média anual está em torno de 825 mm (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989).

3.2 EXPERIMENTO-1

3.2.1 Obtenção das mudas de gliricídia e sabiá

Em 14/04/2010, sementes de gliricídia e sabiá, obtidas de populações naturais de Mossoró-RN, foram semeadas em sacos de plástico pretos e perfurados no seu terço inferior, com 20 cm de altura e 15 cm de diâmetro. Os sacos foram preenchidos com substrato formado por 1/3 de esterco bovino e 2/3 de solo. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) e como Ferric Lixisol, de acordo com o Soil Map of the World (FAO, 1988).

3.2.2 Preparo do solo, transplântio das mudas e semeadura do milho

O solo da área experimental foi preparado com duas gradagens. O transplântio das mudas das espécies arbóreas foi realizado um mês após a semeadura, para um solo do mesmo tipo referido anteriormente, em área cultivada anteriormente com milho. As mudas foram transplantadas para covas com dimensões de 20 cm x 20 cm x 20 cm. Não foi feita adubação orgânica ou química nas espécies arbóreas. A análise de uma amostra do solo experimental indicou os resultados apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Análise química de amostra do solo da área experimental.

pH	Mat. Org.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H + Al)	SB	t	CTC	V	m	PST
(H ₂ O)	g/kg	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³					%			
7,6	15,86	22,6	223,1	99,7	3,8	2,2	0,0	0,0	7,0	7,0	7,0	100,0	0,0	6,0

Al³⁺: acidez trocável; (H+Al): acidez potencial; SB: soma de bases; t: CTC efetiva; CTC: capacidade de troca de cátions do solo ou CTC a pH 7,0; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; PST: percentagem de sódio trocável.

Para o milho, antes da semeadura, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio), 60 kg ha⁻¹ P₂O₅ (superfosfato simples) e 30 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), em sulcos localizados ao lado e abaixo das linhas de semeadura. O restante do nitrogênio (80 kg ha⁻¹) foi aplicado em duas etapas, em quantidades iguais, em cobertura, logo após cada capina. A semeadura do milho foi realizada em 18/05/2010, com quatro sementes/cova da cultivar AG 1051. Aos 20 dias após o plantio, realizou-se um desbaste, deixando-se duas plantas por cova.

3.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os seguintes tratamentos foram utilizados em blocos ao acaso com cinco repetições: monocultivo de sabiá (S); monocultivo de gliricídia (G); monocultivo de milho (M); consórcios S+M e G+M. Nos monocultivos da gliricídia e da sabiá, as leguminosas foram cultivadas em parcelas formadas por três fileiras com quatro plantas cada uma delas, no espaçamento de 4,0 m x 4,0 m (625 plantas ha⁻¹). Como área útil foi considerada aquela ocupada pelas duas plantas centrais da fileira central.

O monocultivo do milho foi cultivado em parcelas de quatro fileiras, com 12,0 m de comprimento, no espaçamento de 1,0 m x 0,4 m (50 mil plantas ha⁻¹), dispostas sistematicamente do lado direito de cada repetição, a uma distância de 5,0 m da parcela

vizinha. Como área útil, foi considerada aquela ocupada pelas duas fileiras centrais, eliminando-se as plantas de uma cova na extremidade de cada fileira. Nos consórcios, as leguminosas foram cultivadas em parcelas semelhantes às dos monocultivo, sendo o milho semeado em três fileiras entre duas fileiras das leguminosas, no mesmo espaçamento do monocultivo (Figura 1).

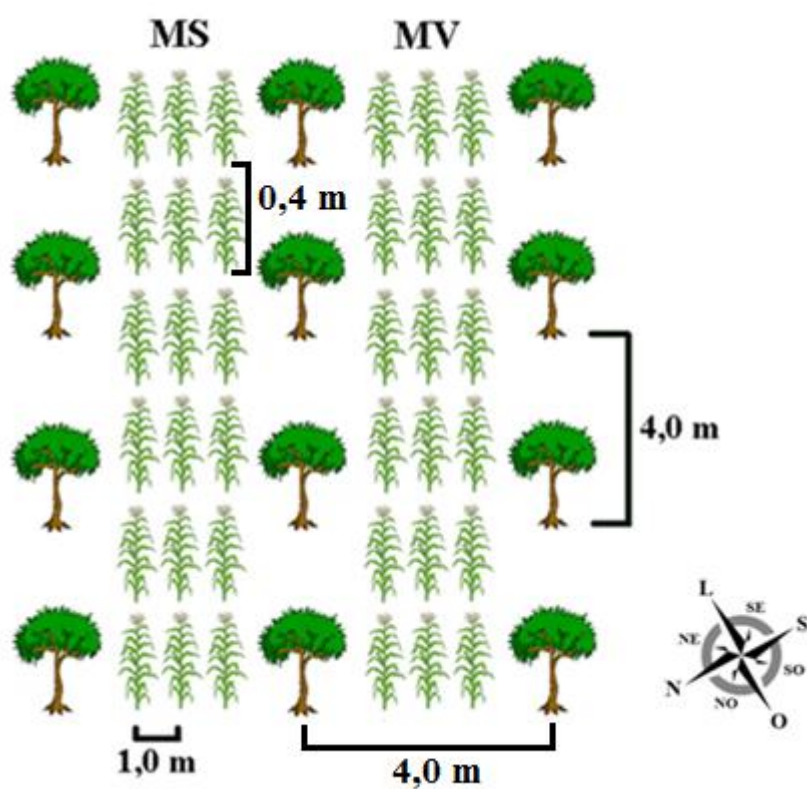


Figura 1 – Representação de uma parcela do cultivo consorciado de milho com uma espécie arbórea (MS = plantas de milho avaliadas quanto ao rendimento de grãos; MV = plantas de milho avaliadas quanto ao rendimento de espigas verdes). Mossoró. 2010.

Portanto, após o desbaste, as densidades de milho nos consórcios e no monocultivo foram de 37.500 plantas ha⁻¹ e 50.000 plantas ha⁻¹, respectivamente. Nos consórcios, a área útil das leguminosas também foi considerada aquela ocupada pelas duas plantas centrais da fileira central, mas a área útil do milho foi considerada como sendo aquela ocupada pelas seis fileiras da parcela, eliminando-se as plantas de cada uma das extremidades de todas elas.

3.2.4 Tratos culturais

O experimento foi realizado sob condições de sequeiro, mas recebeu irrigação por aspersão, quando necessário. Na irrigação, as parcelas experimentais foram dispostas perpendicularmente à linha de aspersores. A lâmina de água diária requerida para o milho (5,6 mm) foi calculada considerando-se ser de 0,40 m a profundidade efetiva do sistema radicular. O momento de irrigar teve por base a água retida no solo à tensão de 0,40 Mpa. O turno de rega foi de dois dias com três aplicações semanais. As irrigações foram iniciadas após o plantio e suspensas 15 dias antes da colheita do milho seco.

O controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (Smith)), principal praga da cultura do milho na região, foi feito levando-se em conta o nível de controle da praga com pulverizações de Lannat BR (600 ml ha⁻¹) e Rimon 100 EC (150 ml ha⁻¹), realizadas aos 14 e 30 dias após a semeadura, respectivamente para cada produto. O controle das plantas daninhas foi feito com duas capinas, com uso de enxada, aos 20 e 40 dias após a semeadura.

3.2.5 Avaliações

Nas espécies arbóreas, foram avaliados, por ocasião do transplântio, e a cada mês subsequente, durante nove meses, a altura da planta e os diâmetros do caule (a 10 cm do nível do solo, com paquímetro digital) e da copa. As avaliações foram feitas nas duas árvores centrais da fileira central de cada parcela. A altura da planta foi considerada como sendo a distância do nível do solo até a parte mais elevada da árvore. Os diâmetros do caule e da copa foram estimados como sendo a média de duas medidas perpendiculares, sendo uma delas no sentido da fileira.

No milho, foram estimados os rendimentos de milho verde e de grãos (milho seco) e as alturas da planta e de inserção da espiga. No monocultivo, essas características foram avaliadas em uma das duas fileiras da área útil de cada parcela. Nos consórcios, uma das duas áreas ao lado da fileira central de cada leguminosa, ocupadas com as três fileiras de milho, foi tomada ao acaso para avaliação do rendimento de milho verde, e a outra para avaliação do rendimento de grãos. As três fileiras foram colhidas separadamente, visando-se à avaliação do possível efeito de bordadura das árvores sobre o milho.

O milho verde foi colhido aos 73, 76 e 79 dias após a semeadura. O rendimento do milho verde foi avaliado por meio de contagem e pesagem do total de espigas e das espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas. Como espigas empalhadas comercializáveis foram consideradas as de boa aparência, sem manchas ou sinais evidentes de ataque de doenças ou pragas, e tamanho igual ou superior a 23 cm. Como espigas despalhadas comercializáveis foram consideradas as de sanidade e granação adequadas à comercialização, e com comprimento igual ou superior a 18 cm. Essas dimensões foram utilizadas com base nas dimensões de espigas de milho verde vendidas na região.

Após a colheita das espigas verdes, foram avaliadas as alturas da planta e de inserção da espiga em metade das plantas da área útil (26 plantas). Como altura da planta, considerou-se a distância do nível do solo ao ponto de inserção da lâmina foliar mais alta. A altura de inserção da espiga foi medida do nível do solo ao nó de inserção da espiga mais elevada.

A colheita do milho seco foi realizada aos 113 dias após a semeadura. Nesse milho, além do rendimento de grãos, foram avaliados também os seus componentes. O número de espigas ha^{-1} foi estimado com as espigas colhidas na área útil. O número de grãos por espiga foi estimado em 10 espigas retiradas ao acaso entre aquelas colhidas em cada parcela. Com base na massa e no número de grãos das 10 espigas, estimou-se também a massa de 100 grãos. O rendimento de grãos foi corrigido para um teor de umidade de 15,5 % (base úmida).

3.3 EXPERIMENTO-2

O segundo experimento foi realizado de maneira semelhante ao experimento-1, isto é, em blocos ao acaso com cinco repetições, com as exceções relatadas a seguir. Em 04/03/2011, as árvores das parcelas cultivadas no ano anterior com as culturas consorciadas foram cortadas a 0,5 m do nível do solo. Os ramos com diâmetros inferiores a 1,0 cm, aproximadamente, e as folhas dessas árvores foram distribuídas uniformemente nas duas áreas entre as três fileiras de gliricídia e sabiá cortadas. O material distribuído foi incorporado ao solo através de grade de disco, e então se procedeu à semeadura do milho. Foram avaliados, portanto, o monocultivo do milho e os consórcios milho-gliricídia cortada e milho-sabiá cortada.

O experimento foi realizado sob condições de sequeiro, mas devido à

distribuição irregular das chuvas no início do período experimental, houve a necessidade de uma irrigação de emergência no milho, realizada no dia 23/03/2011.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados de altura da planta e diâmetros do caule e da copa das espécies arbóreas foram considerados como os de um experimento em parcelas subdivididas, isto é, consórcios e monocultivos nas parcelas e épocas de mensuração nas subparcelas. Esses dados foram submetidos às análises de variância e de regressão.

Os dados dos rendimentos de milho verde e de grãos foram submetidos a dois tipos de análise de variância. No primeiro tipo, a produção das plantas das três fileiras da área útil foi considerada em conjunto. Nesse caso, os dados foram os de um experimento em blocos ao acaso com três tratamentos e cinco repetições. No segundo tipo de análise, os dados foram analisados como os de um experimento em parcelas subdivididas, isto é, o monocultivo e os consórcios foram considerados as parcelas e a posição das fileiras de plantas de milho, as subparcelas. Nesse caso, considerou-se a produção isolada de cada uma das três fileiras da área útil de cada parcela.

A análise de variância foi feita com o *software* SISVAR versão 5.3, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010), e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A análise de regressão foi feita com o *software* criado por Jandel (1992). As equações de regressão foram escolhidas com base nos seguintes critérios: explicação biológica do fenômeno, simplicidade da equação e teste dos parâmetros da equação pelo teste t, de *Student*, a 5% de probabilidade.

3.5 AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Na avaliação econômica, feita apenas com os dados do primeiro ano, foram considerados os custos para produção de espigas verdes e grãos de milho nos consórcios com gliricídia e sabiá, assim como os custos para implantação dessas espécies arbóreas, conforme metodologias de custo e rentabilidade (LEITE, 1998; VALE; MACIEL, 1998; REIS, 2002; DELEO, 2007).

Os custos considerados na análise contemplaram: preparo das mudas; aquisição de sementes das espécies arbóreas e do milho; preparo do solo (aração e gradagem); transporte e plantio das mudas; semeadura do milho (adubação base e semeadura propriamente dita); tratos culturais (capina manual, adubação de cobertura, aplicação de inseticidas); colheita (manual); transporte externo; conjunto de irrigação; eletricidade.

Os custos relativos à implantação das espécies arbóreas cultivadas solteiras ou consorciadas foram comparados. A diferença resultante representa a redução nos custos de implantação das espécies arbóreas.

A fim de avaliar os custos de implantação nos consórcios, utilizou-se a equação 1:

$$CT_{AC} = (C_{ANUAL} + C_{ARBÓREA}) - R_{ANUAL} \quad (1)$$

onde:

CT_{AC} = custo total por hectare de implantação da espécie arbórea consorciada com a espécie anual;

C_{ANUAL} = custo operacional por hectare de produção da cultura anual em sistema de cultivo consorciado;

$C_{\text{ARBÓREA}}$ = custo operacional por hectare de produção da espécie arbórea em sistema de cultivo consorciado;

R_{ANUAL} = receita total por hectare da cultura anual em sistema de cultivo consorciado.

Os preços dos insumos e os dos milhos verde e seco foram obtidos, no início de novembro de 2010, no mercado e com produtores de Mossoró-RN, respectivamente. Os valores adotados, por quilo, foram R\$ 0,73 e R\$ 0,55, para milho verde e milho seco, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO-1

4.1.1 Características das espécies arbóreas

Houve efeito de sistema de cultivo (S), espécies (E), avaliações (A) e das interações S x A, E x A e S x E x A na altura da planta das leguminosas avaliadas durante os cinco primeiros meses após a semeadura (Tabela 1A, do Apêndice). Nos dois sistemas de cultivo, a sabiá foi superior à gliricídia quanto à altura da planta (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias da altura da planta de espécies arbóreas em monocultivo e em consorciação com a cultivar de milho AG 1051, após 120 dias da semeadura. Mossoró. 2010¹.

Espécies arbóreas	Sistemas de cultivo	
	Monocultivo	Consortiação com milho
	-----cm-----	
Gliricídia	56 bA	58 bA
Sabiá	71 aB	91 aA

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Enquanto a altura da planta não foi afetada pelo sistema de cultivo na gliricídia, na sabiá a consorciação determinou maior altura da planta do que no monocultivo.

Apesar dessas diferenças, a altura da planta nas duas espécies, nos dois sistemas de cultivo, aumentou linearmente em função do tempo (Figura 2).

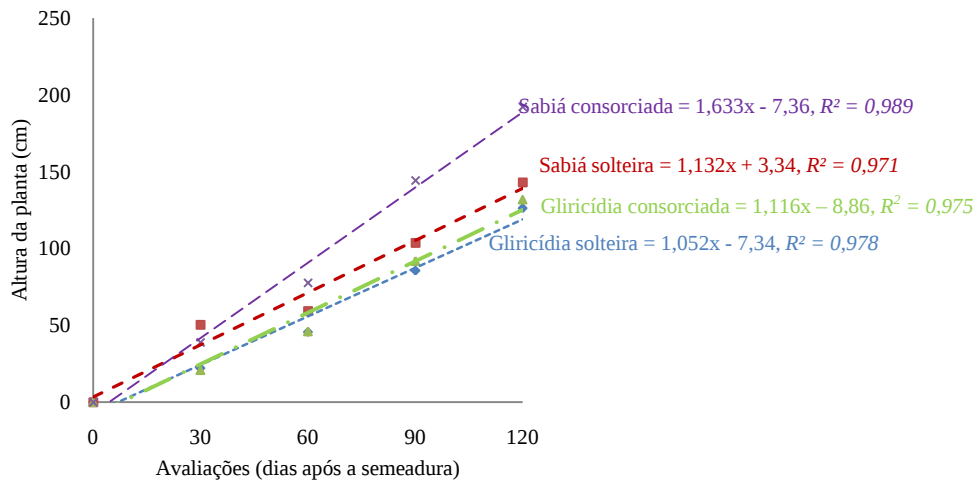


Figura 2 – Altura da planta de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho, no que se refere à altura da planta das espécies arbóreas, foram obtidos por outros autores com *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Plantas dessa espécie cresceram mais em consorciação com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) (SCHREINER; BALLONI, 1986) ou soja (*Glycine max* L.) (SCHREINER; BAGGIO, 1986) do que nos monocultivos. Marques (1990), estudando o comportamento inicial de eucalipto (*Eucalyptus deglupta* Blume), paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) e tatajuba (*Bagassa guianensis*), em consórcio com milho e capim marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf), observou que o crescimento em altura e diâmetro do caule das espécies florestais foi favorecido nos consórcios.

No diâmetro da copa das árvores, houve efeito apenas de avaliações (Tabela

1A, do Apêndice). As duas espécies não diferiram quanto a essa característica nos dois sistemas de cultivo (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias do diâmetro da copa de espécies arbóreas em monocultivo e em consorciação com a cultivar de milho AG 1051, após 120 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2010¹.

Espécies arbóreas	Sistemas de cultivo	
	Monocultivo	Consortiação com milho
	-----cm-----	
Gliricídia	67 aA	59 aA
Sabiá	62 aA	69 aA

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As duas espécies, nos dois sistemas de cultivo, responderam linearmente, com aumentos do diâmetro da copa, em função da época de avaliação (Figura 3).

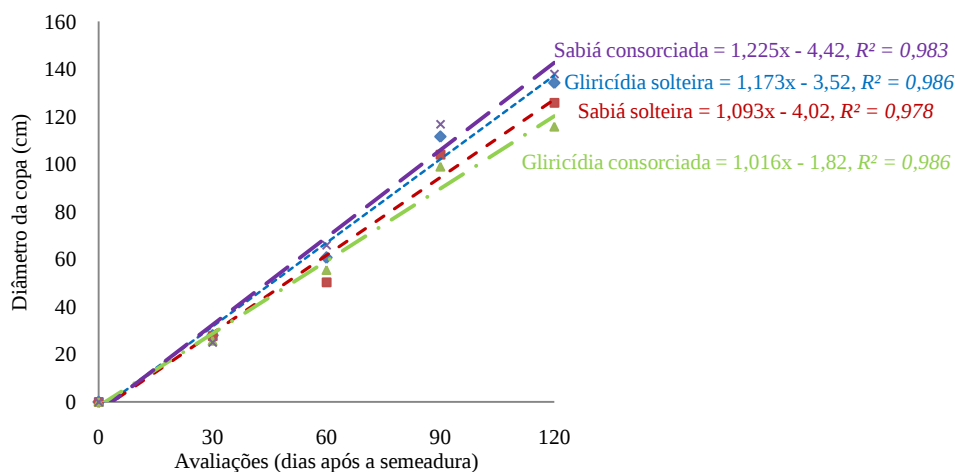


Figura 3 – Diâmetro da copa de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta.

No diâmetro do colo das árvores, houve efeito de espécies (E), sistemas de cultivo (S), avaliações (A) e das interações E x S, E x A, S x A e E x S x A (Tabela 1A, do Apêndice). A gliricídia foi superior à sabiá quanto a essa característica nos dois sistemas de cultivo (Tabela 3). A sabiá não teve o diâmetro do colo influenciado pelo sistema de cultivo, mas a consorciação com o milho reduziu o diâmetro do colo da gliricídia (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias do diâmetro do colo de espécies arbóreas em monocultivo e em consorciação com a cultivar de milho AG 1051, após 120 dias da semeadura. Mossoró. 2010¹.

Espécies arbóreas	Sistemas de cultivo	
	Monocultivo	Consortiado com milho
	-----mm-----	
Gliricídia	13,7 aA	10,8 aB
Sabiá	9,2 bA	9,2 bA

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Como ocorreu com a altura da planta e com o diâmetro da copa, a resposta das duas espécies, em função da idade das plantas, foi linear (Figura 4).

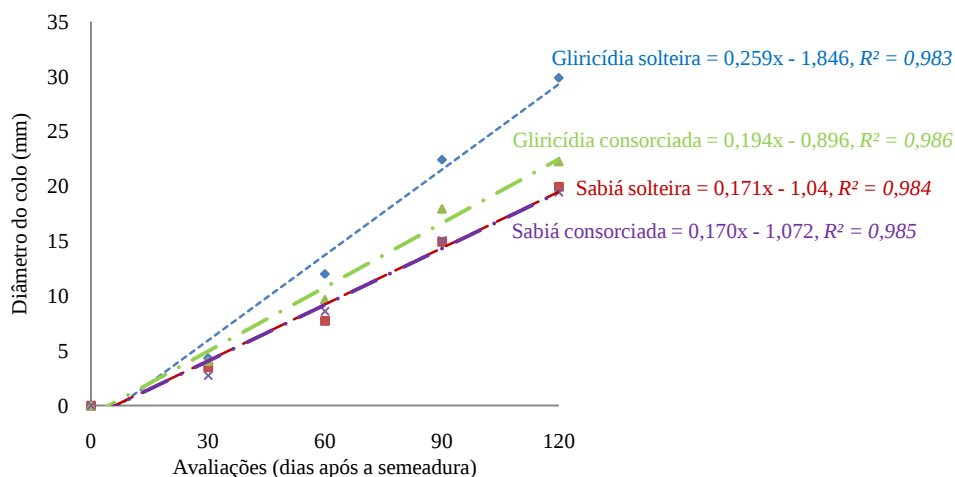


Figura 4 – Diâmetro do colo de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta.

A consorciação aumentou a altura da planta da sabiá (Tabela 1) e reduziu o diâmetro do colo da gliricídia (Tabela 3), embora não tenha afetado o diâmetro da copa (Tabela 2). É provável que esses efeitos da consorciação tenham resultado, ao menos em parte, da competição entre as espécies arbóreas e o milho por luz, água e nutrientes. É evidente que espécies tão diferentes como gliricídia e sabiá devem responder diferentemente a essa competição.

Na competição por luz, as respostas a fim de evitar interações competitivas são o desenvolvimento de características para evitar o sombreamento, tais como baixas razões raízes/parte aérea, caules mais finos e forte dominância apical com baixa intensidade de ramificação, características que favorecem o crescimento em altura do caule, permitindo-lhes elevarem-se acima dos ramos de plantas vizinhas (KEGGE; PIERIK, 2009).

Alcorn et al. (2007) verificaram que o aumento da densidade de plantio diminuiu o tamanho dos ramos, aumentou a mortalidade dos ramos inferiores, como também o ângulo dos ramos tornou-se mais agudo e o diâmetro do caule diminuiu, em

duas espécies arbóreas. Essas características ocorrem mesmo quando as plantas vizinhas são muito pequenas e, portanto, mesmo que não causem sombreamento. Isto quer dizer que as mudanças morfológicas a fim de evitar o sombreamento ocorrem antes de o sombreamento ocorrer, ou seja, antes de a densidade do fluxo de fótons fotossintéticos tornar-se limitante (RAJCAN et al., 2004).

A resposta de uma planta para evitar o sombreamento causado por suas vizinhas seria iniciada pela percepção da baixa razão vermelho/distante-vermelho (V/DV) da luz refletida da vegetação próxima (BALLARÉ, 1999). A redução da razão V/DV é criada pela seletiva absorção da luz vermelha para a fotossíntese e reflexão da luz distante vermelho. A baixa razão V/DV é percebida por fotorreceptores, num processo que precede o real sombreamento precedendo, portanto, a competição por luz, e dá início às respostas para evitar o sombreamento.

A qualidade da luz também influencia a arquitetura da parte aérea (RAJCAN et al., 2004). Plântulas de *Portulaca oleracea* L. crescem na direção de baixa radiação distante-vermelho e afastam-se de plantas vizinhas, com alta radiação distante-vermelho (NOVOPLANSKY, 2009). Além da percepção da baixa razão V/DV, existem evidências na alteração das emissões de compostos orgânicos voláteis biogênicos (produzidos pelas plantas) na presença de plantas vizinhas. Esses compostos podem atuar tanto como aleloquímicos quanto como sinais de detecção de plantas vizinhas (KEGGE; PIERIK, 2009).

4.1.2 Características do milho

Não houve efeito de sistema de cultivo nas alturas da planta e de inserção do milho (Tabela 2A, do Apêndice), cujas médias são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Médias das alturas da planta e de inserção da espiga, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas. Mossoró-RN, 2010¹.

Sistema de cultivo	Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)
Milho + gliricídia	176 A	90 A
Milho + sabiá	175 A	90 A
Milho	172 A	88 A

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Houve efeito de sistemas de cultivo em todas as características utilizadas na avaliação do rendimento de milho verde (Tabela 3A, do Apêndice). O número e massa totais de espigas verdes e o número e massa de espigas verdes comercializáveis, empalhadas e despalhadas, foram maiores no milho solteiro (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias do rendimento de espigas verdes, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Sistema de cultivo	Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
Milho + gliricídia	36.574 B	11.145 B	32.478 B	10.407 B	27.570 AB	5.792 AB
Milho + sabiá	35.671 B	10.476 B	30.955 B	9.691 B	24.284 B	4.958 B
Milho	48.075 A	14.112 A	41.783 A	12.880 A	33.695 A	6.753 A

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Isso provavelmente se dá devido à maior população de plantas no milho solteiro (50 mil plantas ha⁻¹) em comparação com a população do milho consorciado

(37,5 mil plantas ha⁻¹). Mas a consorciação com gliricídia propiciou número e massa de espigas despalhadas comercializáveis que não diferiram daquelas obtidas com o milho solteiro. Isso significa que no consórcio a gliricídia foi benéfica ao milho.

Existem ao menos duas explicações para o benefício referido acima. Em primeiro lugar, existem indicações de que a gliricídia, quando em consorciação com milho, controla plantas daninhas (SILVA et al., 2010). Mesmo com a realização de capinas, em todo o experimento, não foi possível manter a área experimental livre de plantas daninhas. Em segundo lugar, pode ter ocorrido transferência do N fixado pela gliricídia para o milho, como tem sido demonstrado com outras combinações gramínea-leguminosas (DIAS et al., 2007).

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio; o consórcio com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio, como a gliricídia, pode, portanto, aumentar seu rendimento (KANG et al., 1984). Pode-se indagar por que ações semelhantes não ocorreram com a sabiá, a resposta é que não foram encontradas, na literatura consultada, informações sobre a ação da sabiá no controle de plantas daninhas, no entanto foi estabelecido que leguminosas arbóreas de espécies diferentes diferem na habilidade de controle das plantas daninhas (KAMARA et al., 2000). Também existem diferenças na habilidade que diferentes espécies de leguminosas apresentam na transferência do N fixado (DIAS et al., 2007).

Nas características avaliadas no milho seco, houve efeito de sistemas de cultivo apenas no número de espigas ha⁻¹ (Tabela 2A, do Apêndice). O milho em monocultivo produziu mais espigas ha⁻¹ do que os consórcios das duas espécies, os quais não diferiram entre si (Tabela 6), devido certamente à maior população de plantas do monocultivo, quando comparada àquela dos consórcios.

Tabela 6 – Médias do rendimento de grãos e seus componentes, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Sistema de cultivo	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos por espiga	Massa de 100 grãos (g)
Milho + gliricídia	5.618 A	37.601 B	492 A	29,9 A
Milho + sabiá	5.162 A	34.013 B	492 A	30,4 A
Milho	6.714 A	51.453 A	482 A	28,9 A

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Como os sistemas de cultivo não diferiram quanto aos outros dois componentes do rendimento de grãos do milho (número de grãos espiga⁻¹ e massa de 100 grãos) (Tabela 6), a diferença no número de espigas implicaria em diferenças no rendimento de grãos, o que não ocorreu (Tabela 6), apesar de o monocultivo ter produzido mais de 1000 kg ha⁻¹ a mais do que o consórcio milho + gliricídia e mais de 1500 kg ha⁻¹ acima do consórcio milho + sabiá.

A consideração desses dados sugere uma reavaliação dos sistemas de cultivo estudados no presente trabalho. De qualquer forma, Moniz (1987) verificou que o consórcio milho + eucalipto, no espaçamento 3,0 m x 2,0 m com uma fileira de milho, proporcionou maior produtividade do milho em comparação com o monocultivo.

4.1.3 Efeitos da vizinhança milho-leguminosas

Não houve efeito de espécie (E), nem da interação espécies x fileira nas alturas da planta e de inserção da espiga (Tabela 4A, do Apêndice), mas as fileira da esquerda

e central apresentaram plantas mais altas e com maior altura de inserção da espiga do que as plantas da fileira da direita (Tabela 7).

Tabela 7 – Médias das alturas da planta e de inserção da espiga, avaliadas em três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Tratamentos	Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)
<i>Espécies</i>		
Gliricídia	176 A	90 A
Sabiá	175 A	90 A
<i>Fileira</i>		
Esquerda	180 A	93 A
Central	179 A	92 A
Direita	168 B	85 B

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não existem razões para supor que a competição das plantas de milho da fileira da esquerda tenha sido menor do que a competição das plantas de milho da fileira da direita, com as plantas das duas leguminosas. Talvez as diferenças observadas entre as alturas da planta e de inserção da espiga (Tabela 7) estejam associadas mais com a orientação das fileiras em relação aos raios solares do que com a competição entre plantas.

Não houve efeitos de espécie (E), fileiras (F), nem da interação E x F nos números totais e de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas (Tabela 5A, do Apêndice). Também não houve efeitos de E ou E x F nas massas totais e de espigas comercializáveis, mas houve efeito de F na massa de espigas despalhadas comercializáveis (Tabela 5A do Apêndice). As médias das características utilizadas na avaliação do rendimento de espigas verdes estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias do rendimento de espigas verdes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Tratamentos	Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
<i>Espécies</i>						
Gliricídia	36.548 A	11.136 A	32.434 A	10.398 A	27.559 A	5.793 A
Sabiá	35.648 A	10.472 A	30.945 A	9.685 A	24.293 A	4.957 A
<i>Fileiras</i>						
Esquerda	36.326 A	11.257 A	32.445 A	10.568 A	26.879 A	5.736 A
Central	36.221 A	10.924 A	31.706 A	10.193 A	26.709 A	5.662 AB
Direita	35.748 A	10.232 A	30.918 A	9.365 A	24.190 A	4.728 B

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A fileira da esquerda (E) apresentou rendimento de espigas verdes despalhadas comercializáveis superior à fileira da direita (D). A fileira central (C) apresentou rendimento intermediário entre os rendimentos de E e D (Tabela 8). Também nesse caso, não existem razões para supor que a competição das plantas de milho da fileira da esquerda tenha sido menor do que a competição das plantas de milho da fileira da direita, com as plantas das duas leguminosas.

Talvez as diferenças observadas entre os rendimentos de massa de espigas verdes despalhadas comercializáveis (Tabela 8) estejam associadas mais com a orientação das fileiras em relação aos raios solares. Os efeitos da orientação das fileiras de plantas no rendimento do milho tem sido demonstrados por vários autores, incluindo Akbar e Khan (2002). A fileira da esquerda pode ter recebido maior quantidade de radiação do que a fileira central, a qual, por sua vez, teria recebido maior quantidade de radiação do que a fileira da direita. A fileira da esquerda de plantas de

milho estava margeada por plantas de leguminosas (espaçadas por 4,0 m) de um lado e por plantas de milho (espaçadas por 0,4 m) de outro, o mesmo ocorrendo com as plantas de milho da fileira da direita. A orientação das fileiras pode, entretanto, ter possibilitado à fileira da esquerda receber maior quantidade de radiação, o que se traduziu em mais fotossíntese e, conseqüentemente, maior massa de espigas despalhadas comercializáveis.

Não houve efeitos de espécies, nem da interação espécies x fileiras no rendimento de grãos e seus componentes, mas houve efeito da posição da fileira no rendimento de grãos (Tabela 4A, do Apêndice). O rendimento de grãos da fileira central foi superior ao rendimento das fileiras laterais, isto é, mais próximas às plantas das leguminosas. Os efeitos da posição da fileira na massa de espigas verdes despalhadas comercializáveis (Tabela 8) foram, portanto, diferentes dos efeitos da posição no rendimento de grãos do milho (Tabela 9).

Tabela 9 – Médias do rendimento de grãos e seus componentes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos por espiga	Massa de 100 grãos (g)
<i>Espécies</i>				
Gliricídia	5.645 A	37.820 A	492 A	29,87 A
Sabiá	5.174 A	33.996 A	492 A	30,38 A
<i>Fileira</i>				
Esquerda	4.989 B	34.493 A	489 A	28,50 A
Central	5.643 A	37.817 A	479 A	30,82 A
Direita	5.596 AB	35.413 A	508 A	31,06 A

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Existem vários fatores que contribuem para explicar essas diferenças. Em primeiro lugar, a competição das fileiras laterais das plantas de milho com as plantas das leguminosas se intensificou com o tempo. O milho verde foi colhido aos 75 dias e o milho seco foi colhido 40 dias depois. Nesse período, as leguminosas sofreram aumentos na altura da planta (Figura 2), diâmetro da copa (Figura 3) e, provavelmente, no sistema radicular (não avaliado). Em segundo lugar, a trajetória do Sol varia durante o ano.

Finalmente, espigas verdes e grãos secos de milho são produtos avaliados diferentemente, especialmente quando se consideram as espigas despilhadas comercializáveis. Espigas verdes descartadas podem ser perfeitamente aproveitadas quando o interesse estiver nos grãos secos.

Marin et al. (2006) concluíram que a produção de grãos foi maior nas posições mais próximas às fileiras da gliricídia, e diminuiu gradativamente com o aumento da distância em relação àquela.

4.1.4 Análise econômica

Os custos de implantação das espécies arbóreas e de produção de espigas verdes comercializáveis e de grãos, bem como as receitas com a venda dessas espigas e dos grãos estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Custos de implantação de duas leguminosas e de produção de milho verde e milho maduro, em cultivos consorciados, e receitas com a comercialização das espigas verdes comercializáveis e de grãos de milho. Mossoró. 2010.

Sistema de Cultivo	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita total (RT) com a venda de milho (R\$ ha ⁻¹)		Receita líquida (RT - CT) (R\$ ha ⁻¹)	
	Implantação das leguminosas (CIL)	Produção de milho (CPM)	Total (CT = CIL + CPM)	Espigas verdes	Grãos	Milho verde	Grãos
Consortiação da gliricídia para produção de milho verde	1.220,15	1.996,65	3.216,80	7.596,96	-	4.380,16	-
Consortiação da gliricídia para produção de grãos	1.220,15	1.962,81	3.182,96	-	3.090,01	-	- 92,95
Consortiação da sabiá para produção de milho verde	1.210,55	1.996,65	3.207,20	7.074,08	-	3.866,88	-
Consortiação da sabiá para produção de grãos	1.210,55	1.962,81	3.173,36	-	2.838,99	-	- 334,37

O custo da gliricídia consorciada para produção de milho verde foi de - R\$ 4.380,16. O sinal negativo indica que houve redução total dos custos de implantação da gliricídia, ou seja, o cultivo do milho nas entrelinhas cobriu não apenas as despesas dos custos do estabelecimento da gliricídia, como também promoveu retorno financeiro.

O custo de implantação por hectare da gliricídia consorciada com milho para produção de grãos foi de R\$ 92,95, o que representa 92,38% de redução em relação ao monocultivo da gliricídia. O custo da sabiá consorciada para produção de milho verde foi de - R\$ 3.866,88, indicando que houve redução total dos custos de implantação da sabiá. O custo de implantação por hectare da sabiá consorciada com milho para

produção de grãos foi de R\$ 334,37, o que equivale a 72,39% de redução em relação ao monocultivo da sabiá.

Vários trabalhos têm demonstrado resultados semelhantes quando se cultiva milho ou outras culturas anuais nas entrelinhas de espécies arbóreas (CASTILLO, 1977; MONIZ, 1987; PASSOS, 1992; OLIVEIRA et al., 1998). Esses cultivos proporcionam reduções significativas nos custos de implantação das árvores. São comuns na literatura trabalhos dessa natureza com espécies de eucalipto, cuja exploração demora vários anos para gerar retorno financeiro (GURGEL FILHO, 1962; CASTILLO, 1977; MONIZ, 1987).

É importante destacar que o cultivo de culturas anuais nas entrelinhas das espécies arbóreas só é possível nos primeiros anos de implantação das árvores e, além disso, é preciso conhecer bem as espécies consorciadas para que não haja prejuízos no cultivo principal.

Gurgel Filho (1962) averiguou os reflexos sucedidos a um povoamento de eucalipto (*Eucalyptus alba* Reinw. ex Blume), no espaçamento de 3,0 m x 1,5 m, em decorrência do plantio intercalar de milho, quando da instalação de um povoamento de eucalipto. O autor observou que à medida que aumentava o número de linhas de milho entre as linhas de eucalipto, crescia o prejuízo causado pela espécie agrícola à espécie florestal.

4.2 EXPERIMENTO-2

4.2.1 Características das espécies arbóreas

Depois que o milho maduro foi colhido, as espécies arbóreas continuaram a crescer, durante o ano de 2010 (Tabela 6A, do Apêndice), em termos de altura da planta e diâmetros da copa e do colo (Figuras 5, 6 e 7, respectivamente), o que sugere tolerância à seca por parte dessas espécies, porque durante o período de setembro a dezembro de 2010 a precipitação pluvial foi pequena (Quadro 1). Os dados das Figuras 5 e 6 justificam a necessidade de poda das leguminosas, a fim de se fazer um novo cultivo do milho.

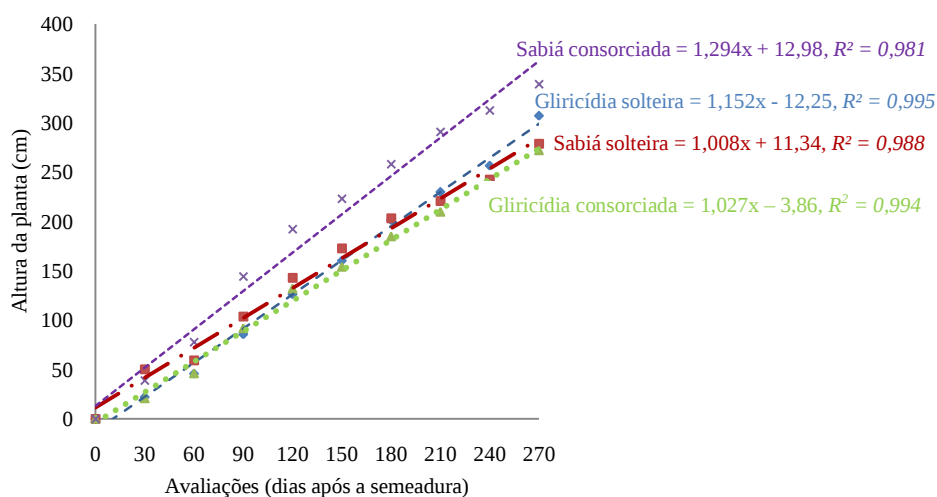


Figura 5 – Altura da planta de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta.

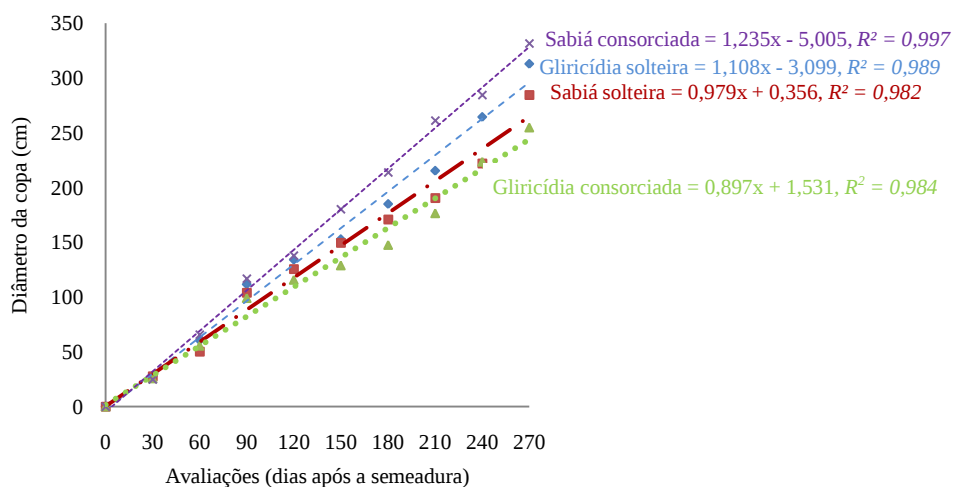


Figura 6 – Diâmetro da copa de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta.

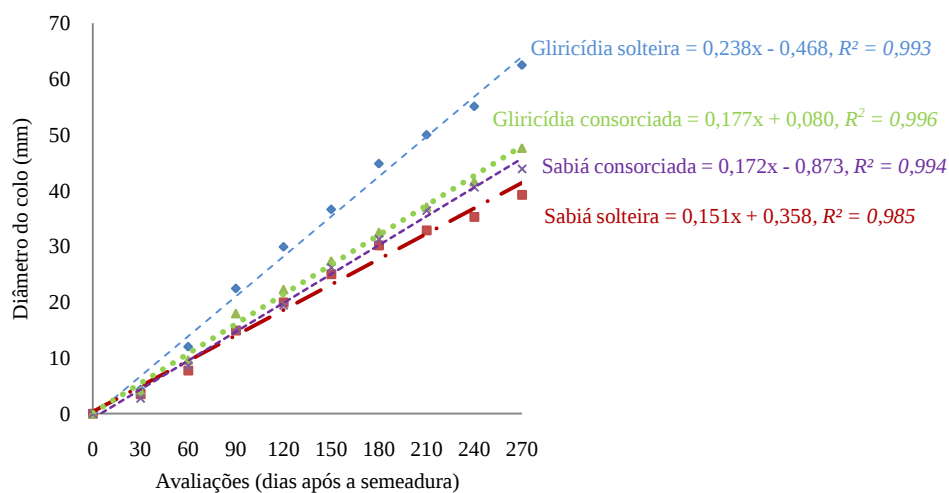


Figura 7 – Diâmetro do colo de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho, em função da idade da planta.

4.2.2 Características do milho

A exemplo do ano anterior, não houve efeito de sistema de cultivo nas alturas da planta e de inserção do milho (Tabela 7A, do Apêndice), cujas médias são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Médias das alturas da planta e de inserção da espiga, da cultivar de milho AG 1051, em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas cortadas a 0,5 m do nível do solo, por ocasião da semeadura do milho. Mossoró-RN. 2011¹.

Sistema de cultivo	Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)
Milho + gliricídia	211 A	118 A
Milho + sabiá	212 A	120 A
Milho	207 A	116 A

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Somente houve efeito de sistema de cultivo no número e massa totais de espigas verdes (Tabela 8A, do Apêndice). Em média, o monocultivo do milho propiciou número e massas totais de espigas maiores do que os consórcios onde as leguminosas foram cortadas a 0,5 m do nível do solo (Tabela 12) devido, provavelmente, à maior população de plantas do milho no monocultivo.

Tabela 12 – Médias do rendimento de espigas verdes, da cultivar de milho AG 1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas cortadas a 0,5 m do nível do solo, por ocasião da semeadura do milho. Mossoró-RN. 2011¹.

Sistema de cultivo	Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
Milho + gliricídia cortada	36.829 B	9.487 B	28.385 A	8.497 A	23.800 A	5.215 A
Milho + sabiá cortada	36.999 B	10.011 B	28.257 A	8.539 A	24.666 A	5.036 A
Milho	49.539 A	12.885 A	34.382 A	10.275 A	31.721 A	6.414 A

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

É provável que os resíduos foliares da gliricídia e da sabiá, incorporados ao solo após a poda dessas espécies, tenham contribuído para a melhoria do tamanho das espigas, aumentando a proporção de espigas comercializáveis nos consórcios com as árvores podadas. A análise química de folhas de sabiá e gliricídia, no momento da incorporação, mostrou os seguintes resultados, respectivamente: N = 16,77 e 32,23 g kg⁻¹; P = 0,78 e 1,47 g kg⁻¹; K = 3,49 e 16,24 g kg⁻¹; Ca = 18,61 e 9,94 g kg⁻¹; Mg = 6,02 e 8,34 g kg⁻¹; Cu = 221,87 e 115,07 mg L⁻¹; Mn = 10,75 e 16,40 mg L⁻¹; Fe = 73,10 e 124,62 mg L⁻¹; Zn = 8,70 e 3,72 mg L⁻¹.

Estudos mostraram que o rendimento do milho é aumentado com a aplicação de resíduos vegetais de outras culturas (ZINGORE et al., 2003; CARVALHO et al., 2008). As massas secas de resíduos foliares de gliricídia e sabiá incorporadas ao solo foram de 459 e 684 kg ha⁻¹, em média, respectivamente. Essas massas não diferiram estatisticamente (coeficiente de variação experimental = 26,5%), mas é interessante notar que as médias dos rendimentos de espigas verdes obtidas com a consorciação

com a sabiá foram, em sua maioria, maiores do que as médias obtidas na consorciação com a gliricídia, embora as diferenças não tenham sido significativas.

No milho seco, houve efeito de sistemas de cultivo no número de espigas, em conformidade com o observado no número total de espigas verdes, e no rendimento de grãos (Tabela 7A, do Apêndice). Em monocultivo, o número de espigas maduras e o rendimento de grãos foram maiores do que os valores obtidos nos consórcios com as leguminosas podadas (Tabela 13), em conformidade com os resultados observados por Queiroz et al. (2007).

Tabela 13 – Médias do rendimento de grãos e seus componentes, da cultivar de milho AG 1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com duas espécies arbóreas cortadas a 0,5 m do nível do solo, por ocasião da semeadura do milho. Mossoró-RN. 2011¹.

Sistema de cultivo	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos por espiga	Massa de 100 grãos (g)
Milho + gliricídia cortada	3.494 B	37.406 B	524 A	20,74 A
Milho + sabiá cortada	3.625 B	38.628 B	474 A	23,13 A
Milho	4.746 A	56.591 A	478 A	21,15 A

¹ Em cada característica, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Conforme já mencionado, espigas verdes e grãos são produtos avaliados diferentemente. Espigas verdes descartadas como comercializáveis podem ser aproveitadas quando se avalia o rendimento de grãos. Convém mencionar que, embora podadas drasticamente, as leguminosas apresentaram brotações e devem ter competido nos consórcios com o milho, por água, luz e nutrientes.

4.2.3. Efeitos da vizinhança milho-leguminosas

Não houve efeito de espécies arbóreas, nem da interação espécies arbóreas x fileiras nas alturas da planta e de inserção da espiga (Tabela 9A, do Apêndice). Entretanto, como no ano de 2010, plantas das fileiras da esquerda e central foram maiores e apresentaram maiores alturas de inserção da espiga do que as plantas da fileira da direita (Tabela 14).

Tabela 14 – Médias das alturas de planta e de inserção da espiga de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas, cortadas a 0,5 m do nível do solo. Mossoró-RN. 2011¹.

Tratamentos	Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)
<i>Espécies</i>		
Gliricídia	211,23 A	117,53 A
Sabiá	211,68 A	120,20 A
<i>Fileiras</i>		
Esquerda	213,22 A	119,65 A
Central	218,19 A	123,65 A
Direita	202,93 B	113,29 B

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não houve efeito de espécies, nem da interação espécies x fileiras nas características utilizadas na avaliação do rendimento de espigas verdes (Tabela 10A, do Apêndice). Também não houve efeito de fileira nos números de espigas totais e de espigas empalhadas comercializáveis, mas esse efeito ocorreu na massa total de espigas e de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas e no número de espigas despalhadas comercializáveis (Tabela 10A, do Apêndice). Quanto a essas

características, a fileira da esquerda mostrou-se superior às demais, provavelmente devido à orientação das fileiras em relação aos raios solares (Tabela 15).

Tabela 15 – Médias do rendimento de espigas verdes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas, cortadas a 0,5 m do nível do solo. Mossoró-RN. 2011¹.

Tratamentos	Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
<i>Espécies</i>						
Gliricídia cortada	36.820 A	9.480 A	28.385 A	8.495 A	23.802 A	4.898 A
Sabiá cortada	37.005 A	10.008 A	28.246 A	8.533 A	24.654 A	5.137 A
<i>Fileira</i>						
Esquerda	37.433 A	10.596 A	29.894 A	9.323 A	25.746 A	5.520 A
Central	36.317 A	9.468 AB	27.598 A	7.986 B	22.916 B	4.587 B
Direita	36.988 A	9.168 B	27.454 A	8.233 B	24.021 AB	4.945 AB

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não houve efeito de espécies arbóreas (E), fileiras (F), nem da interação E x F no rendimento de grãos e seus componentes (Tabela 9A, do Apêndice). As médias dessas características estão apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Médias do rendimento de grãos e seus componentes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de cada uma de duas espécies arbóreas, cortadas a 0,5 m do nível do solo. Mossoró-RN. 2011¹.

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos por espiga	Massa de 100 grãos (g)
<i>Espécies</i>				
Gliricídia	3.501 A	37.546 A	524 A	20,74 A
Sabiá	3.622 A	38.675 A	474 A	23,13 A
<i>Fileiras</i>				
Esquerda	3.546 A	39.043 A	500 A	21,54 A
Central	3.487 A	36.781 A	492 A	22,21 A
Direita	3.651 A	38.507 A	505 A	22,05 A

¹ Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Conforme mencionado, as brotações ocorridas nas espécies arbóreas devem ter competido por luz com o milho; e seu sistema radicular bem desenvolvido deve ter exercido competição com o milho por água e nutrientes. Assim, a competição leguminosa-milho-milho ou milho-milho-leguminosa das fileiras laterais deve ter sido de magnitude similar à competição milho-milho-milho da fileira central. As diferenças entre os efeitos da posição da fileira sobre os rendimentos de espigas verdes e rendimento de grãos podem ser atribuídas às diferenças de avaliação dos dois produtos, às diferenças nos tempos entre semeadura e colheita e às diferenças na posição do sol.

5 CONCLUSÕES

As espécies arbóreas apresentaram crescimento linear na altura da planta e nos diâmetros da copa e do colo, nos monocultivos e nos consórcios. A consorciação aumentou a altura da planta na sabiá, mas não influenciou essa característica na gliricídia, a qual apresentou altura da planta menor do que a sabiá. Não houve diferenças entre sistemas de cultivo, nem entre espécies no diâmetro da copa. A consorciação reduziu o diâmetro do colo da gliricídia, mas não alterou essa característica na sabiá, a qual apresentou menor diâmetro do colo se comparada à gliricídia.

A consorciação reduziu o rendimento de espigas verdes, mas não influenciou o rendimento de grãos. A fileira da esquerda produziu mais massa de espigas verdes despalhadas comercializáveis do que as fileiras central e da direita, mas a massa do rendimento de grãos foi maior na fileira central.

Apesar de, em alguns casos, ter havido redução do crescimento das leguminosas, a consorciação com milho é vantajosa na redução dos custos de implantação dessas espécies, especialmente quando o milho for comercializado sob a forma de espigas verdes.

No experimento-2, a consorciação reduziu apenas o número e a massa totais de espigas verdes e o rendimento de grãos e o número de espigas maduras, mas não influenciou o número e massa de espigas verdes comercializáveis, empalhadas e despalhadas. A fileira da esquerda produziu maior rendimento de espigas verdes do que as fileiras central e da direita, mas o rendimento de grãos não foi influenciado pela posição da fileira. Não houve diferenças entre espécies arbóreas em seus efeitos sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos do milho das fileiras de milho.

REFERÊNCIAS

AKBAR, M.; KHAN, M. I. Effect of row orientation on yield and yield components of maize. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, v. 17, n. 2, p. 186-189, 2002.

ALCORN, P. J.; PYTTEL, P.; BAUHUS, J.; SMITH, R. G. B.; THOMAS, D.; JAMES, R.; NICOTRA, A. Effects of initial planting density on branch development in 4-year-old plantation grown *Eucalyptus pilularis* and *Eucalyptus cloenziana* trees. **Forest Ecology and Management**, v. 252, p. 41-51, 2007.

ALEXANDER, M. Organic matter decomposition. In: ALEXANDER, M., ed. **Introduction to soil microbiology**. New York: John Willey, 1977. p. 128-147.

ALMEIDA, R. T.; VASCONCELOS, I.; NESS, R. L. L. Infecção micorrízica vesículo arbuscular e nodulação de leguminosas arbóreas do Ceará, Brasil. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 89-97, 1986.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.

BALA, A.; MURPHY, P.; GILLER, K. E. Distribution and diversity of rhizobia nodulating agroforestry legumes in soil from three continents in the tropics. **Molecular Ecology**, v. 12, p. 917-930, 2003.

BALLARÉ, C. L. Keeping up with the neighbours: phytochrome sensing and other signaling mechanisms. **Trends in plant science**, v. 4, n. 3, p. 97-102, 1999.

BARRETO, A. C.; CARVALHO FILHO, O. M. Cultivo de leucena em consórcio com feijão, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 11, p. 1533-1540, 1992.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, F. M. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1287-1293, 2001.

BARROS, M. B. de. **Apicultura**. Rio de Janeiro: Instituto de Zootecnia, 1960. 245p. (Instituto de Zootecnia. Série Monografias, 3).

BEER, J.; LUCAS, C.; KAPP, G. Reforestacion con sistemas agrosilviculturales permanentes *versus* plantaciones puras. **Agroforestería en las Américas**, v. 1, n. 3, p. 21-25, 1994.

BERTALOT, M. J. A. **Crescimento e avaliação nutricional de leguminosas arbóreas potenciais para ecossistemas agroflorestais num solo de Cerrado**. 1997. 63 f. Dissertação – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 1997.

BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDOZA, E.; PINTO, M. S. V. Desempenho da cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão com aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) sob manejos agroflorestal e tradicional. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 597-608, 2010.

BREMAN, H.; KESSLER, J. J. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi – arid regions. **European Journal of Agronomy**, v. 7, p. 25-33, 1997.

BROONKIRD, S. A.; FERNANDES, E. C. M.; NAIR, P. K. R. Forest villages: an agroforestry approach to rehabilitating forest land degraded by shifting cultivation in Thailand. **Agroforestry Systems**, v. 2, p. 87-102, 1984.

CALDER, I. R. Forests and water – ensuring forest benefits outweigh water costs. **Forest Ecology and Management**, v. 251, p. 110-120, 2007.

CALEGARI, A. et al. Aspectos gerais de adubação verde. In: COSTA, M. B. B. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. p. 1-55.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino**. Mossoró, Fundação Guimarães Duque/ESAM. 1989. 62p. (Col. Mossoroense, B., 672).

CARVALHO FILHO, O. M. de; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. ***Gliricidia sepium* – leguminosa promissora para as regiões semi-áridas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 17p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 35).

CARVALHO, J. E. U. Utilização de espécies frutíferas em sistemas agroflorestais na Amazônia: capital social na concepção de políticas públicas: a importância socioeconômica e ecológica dos sistemas agroflorestais frente aos mecanismos de desenvolvimento. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. (Org.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes: Editora da Universidade/UENF, 2006. p. 169-176.

CARVALHO, M. C.; BUSTAMANTE, M. M. C.; SOUSA JUNIOR, J. G. A.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2831-2838, 2008.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, 2004.

CASTELLETTI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004. p. 91-100.

CASTILLO, C. A. **Comportamento inicial de *Eucalyptus deglupta* Blume, associado com milho (Sistema “taungya”) en dos espaciamentos con y sin fertilización**. 1977. 130 f. Dissertacion (Mestrado en Sistemas Agrofloretales) – UCR – CATIE, Turrialba, 1977.

CHAGAS, J. M.; KLUTHCOUSKI, J.; AQUINO, A. R. L. *Leucaena leucocephala* como adubo verde para a cultura de feijão em cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 6, p. 809-814, 1981.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho nutrição e adubação**. Sete Lagoas: Embrapa, 2002. 12p. (Comunicado técnico, 44).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2010/2011, terceiro levantamento**. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2012.

COSTA, G. S. Aporte de nutrientes pela serapilheira em áreas degradadas e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 919-927, set./out. 2004.

COSTA, M. G. **O sabiá**. Mossoró. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1988. 16p. (Coleção Mossoroense, 514; série B).

DELEO, J. P. B. Se eu calcular todos os custos, desisto da roça. **Brasil Hortifruti**, v. 56, n. 5, p. 6-13, 2007.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, S. U.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 352-356, 2007.

DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. de. **Introdução e avaliação de *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livroorg/gliricidia.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2012.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R.; OLIVEIRA, A. R.; ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no Nordeste brasileiro. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2008.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 1996. v. 1. 228p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Conheça as leguminosas - *Gliricidia sepium*. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, n. 632, p. 45, mar. 2000.

ENGEL, V. L. **Introdução aos Sistemas Agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70p.

FELICIANO, A. L. P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento de muda, acompanhado de descrições morfológicas, de dez espécies arbóreas ocorrentes no Semi-Árido nordestino**. 1989. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

FERRARINI, H. **Determinação de teores nutricionais do milho por espectroscopia no infravermelho e calibração multivariada**. 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FERREIRA, D. F. SISVAR – **programa estatístico**. Versão 5.3 (Build 75). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Soil map of the world: revised legend**. Rome: UNESCO, 1988. 119p.

GONÇALVES, C. de A.; FERNANDES, M. M.; ANDRADE, A. M. de. Celulose e carvão vegetal de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benthham (sabiá). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 6, n. 1, p. 51-58, jan./dez. 1999.

GURGEL FILHO, O. A. Plantio do eucalipto consorciado com milho. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 85-102, 1962.

HEINEMAN, A. M.; OTIENO, H. J. O.; MENGICH, E. K.; AMADALO, A. Growth and yield of eight agroforestry tree species in line plantings in Western Kenya and their effect on maize yields and soil properties. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 91, p. 103-135, 1997.

HUXLEY, P.A. Agroforestry experimentation: separating the wood from the trees? **Agroforestry Systems**, v. 5, p. 251-275, 1987.

IKERRA, S. T.; MAGHEMBE, J. A.; SMITHSON, P. C.; BURESH, R. J. Soil nitrogen dynamic and relationships with maize yields in a gliricidia-maize intercrop in Malawi. **Plant and Soil**, v. 211, p. 155-164, 1999.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Política de controle da desertificação no Rio Grande do Norte**. Natal, 2002. 34p.

JANDEL. Jandel TBLCURVE. Table Curve 3.0. Curve fitting software. **Corte Madera: Jandel Scientific**, 1992. 280p.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, p. 1-10, 2009.

KAMARA, A. Y.; AKOBUNDU, I. O.; CHIKOYE, D.; JUTZI, S. C. Selective control of weeds in an arable crop mulches from some multipurpose trees in Southwestern Nigeria. **Agroforestry Systems**, v. 50, p. 17-26, 2000.

KANG, B. T.; FAYEMILIHIN, A. A. Alley cropping maize with *Leucaena leucocephala*. **Nitrogen Fixing Tree research Reports**, Taiwan, v. 13, p. 72-74, 1995.

KANG, B. T.; REYNOLDS, L.; ATTAKRAH, A. N. Alley Farming. **Advances in Agronomy**, New York, v. 43, p. 315-359, 1990.

KANG, B. T.; VAN DER KRUIJS, A. C.; COUPER, D. C. In: **Alley farming in the humid and sub humid tropics**. International Development Research Centre, Ottawa. 1989. 50p.

KANG, B. T.; WILSON, G. F.; LAWSON, T. L. **Alley cropping**: a stable alternative to shifting cultivation. Ibadan: International Institution of Tropical Agriculture, 1984. 20p.

KANG, B. T.; WILSON, G. F.; SPIKENS, L. Alley cropping maize and leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.). **Plant and Soil**, The Hague, v. 63, p. 165-179, 1981.

KAYA, B.; NAIR, P. K. R. Soil fertility and crop yields under improved fallow systems in southern Mali. **Agroforestry Systems**, The Netherlands, v. 52, p. 1-11, 2001.

KEGGE, W.; PIERIK, R. Biogenic volatile organic compounds and plant competition. **Trends in Plant Science**, v. 15, p. 126-132, 2009.

KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Eds.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o Semi-Árido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 340p.

KÖPPEN, W. **Climatologia; con un estudio de los climas de la tierra**. México : Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

LANGTON, S. Avoiding edge effects in agroforestry experiments; the use of neighbour-balanced designs and guard areas. **Agroforestry Systems**, v. 12, p. 173-185, 1990.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JÚNIOR, T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LEITE, C. A. M. **Planejamento da Empresa Rural**. Brasília: 1998. 66p. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, v. 4).

LERAYER, A. **Milho**: Tecnologia do campo à mesa. Brasília: Embrapa sorgo e milho. 2009. 16p.

LIN, C. W.; TU, S. H.; HUANG, J. J.; CHEN, Y. B. The effect of plant hedgerows on the spatial distribution of soil erosion and soil fertility on sloping farmland in the purple-soil area of China. **Soil and Tillage Research**, v. 105, p. 307-312, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 351p.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 157p.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S.; OLIVEIRA, T. K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2006.

MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 1/2, p. 15-26, 2001.

MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. de L.; TONWSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. de A. Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo propósito em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Sistemas agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. v. 1. p. 42-47.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e sorgo. 2002. 23p. (Circular Técnica)

MAGHEMBE, J. A.; PRINS, H. Performance of multipurpose trees for agroforestry two years after planting at Makota, Malawi. **Forest Ecology and Management**, v. 64, p. 171-182, 1994.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Produtividade do milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 669-677, maio 2007.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E. V. S. B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no Agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 555-564, 2006.

MARQUES, L. C. T. **Comportamento inicial de Parica, Tatajuba e Eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas, Pará.** 1990. 92 f. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

MENDES, B. V. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.):** valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas. Mossoró: ESAM, 1989, 31p. (Coleção Mossoroense; 660; série B).

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; ROBLES GIL, P.; PILGRIM, J.; FONSECA, G. A. B.; BROOKS, T.; KONSTANT, W. R. (eds.). **Wilderness: earth's last wild places.** S. C., México, Cemex, Agrupación Serra Madre, 2002.

MERCER, D. E. Adoption of agroforestry innovations in the tropics: A review. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 311-328, 2004.

MONIZ, C. V. D. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus torelliana* F. Muell) em plantio consorciado com milho (*Zea mays* L.) no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais.** 1987, 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. 499p.

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal Environmental Quality**, v. 40, p. 784-790, 2011.

NOVOPLANSKY, A. Picking battles wisely: plant behavior under competition. **Plant Cell and Environment**, v. 32, p. 726-741, 2009.

OLIVEIRA NETO, S. N. de et al. Viabilidade inicial de um sistema taungya com *Eucalyptus pellita* Mell. *Phaseolus vulgaris* L. em Paty de Alferes, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAF's: desenvolvimento com proteção ambiental.** Colombo: Embrapa Florestas, 2004. v. 1. p. 461-463.

OLIVEIRA, E. B.; SCHREINER, H. G.; GRAÇA, L. R.; BAGGIO, A. J. Avaliação econômica da consorciação do milho (*Zea mays* L.) com *Pinus taeda* L. no Estado do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 37, p. 19-30, jul./dez. 1998.

PALM, C. A.; GILLER, K. E.; MAFONGOYA, P. L.; SWIFT, M. J. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, p. 63-75, 2001.

PARROTTA A. J. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. **Gliricidia, mother of cocoa Leguminosae (Papilionoideae) Legume family**. Rio Piedras: Institute of Tropical Forestry, 7p. 1992. (SO-ITF-SM-50).

PASSOS, C. A. M.; COUTO, L. Sistemas Agroflorestais potenciais para o Estado do Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS FLORESTAIS PARA O MATO GRSSO DO SUL, 1., Dourados, 1997. **Resumos...** Dourados: EMBRAPA/CPAO, 1997. p. 16-22. (Documentos EMBRAPA/CPAO, 10).

PASSOS, C. A. M.; FERNANDES, E. N.; COUTO, L. Plantio consorciado de *Eucalyptus grandis* com milho no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 409-421.

PEREIRA FILHO, I. A.; COELHO, A. M.; CRUZ, J. C. Uso da leucena como fonte alternativa de adubo nitrogenado para o cultivo do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **Resumos...** Universidade Federal de Uberlândia, 1997. p. 114.

PEREZ-MARIN, A. M.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 669-677, 2007.

QUEIROZ, L. R. **Leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura do milho, em Campos dos Goitacazes - RJ**. 2006. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos Dos Goytacazes, 2006.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G.; GALVÃO, J. C. C. Cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias, com suprimento de fósforo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, p. 409-415, 2008.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G.; QUEIROZ, V. A. V. Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aléias, em Campo dos Goytacazes, RJ. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 31, n. 3, p. 383-390, 2007.

RAJCAN, I.; CHANDLER, K. J.; SWANTON, C. J. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. **Weed Science**, v. 52, p. 774-778, 2004.

REIS, R. P. **Fundamentos de Economia Aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 95p. (Textos Acadêmicos).

RIBASKI, J.; LIMA, P. C. F. Brasil: *Mimosa caesalpiniaefolia*. In: RED LATINOAMERICANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA EN SISTEMAS AGROFORESTALES. **Especies arboreas y arbustivas para las zonas aridas y semiaridas de America Latina**. Santiago: FAO, Oficina Regional para America Latina y El Caribe, 1997. p. 107-111. (FAO. Zonas aridas y semiaridas, nº 12). Programa Conjunto FAO/PNUMA de Control de La Desertificación en America Latina y el Caribe.

RIBASKI, J.; LIMA, P. C. L.; OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) árvore de múltiplo uso no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 104).

RODIGHERI, H. R. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997. 35p. (Circular Técnica EMBRAPA/CNPQ, 26).

SAKAI, R. H.; AMBROSANO, E. J.; NEGRINI, A. C. A.; TRIVELIN, P. C. O.; SCHAMMASS, E. A.; MELO, P. C. T. N transfer from green manures to lettuce in an intercropping cultivation system. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 679-686, 2011.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; KIILL, L. H. P.; SÁ, I. I. S. Variabilidade genética, com base em marcadores RAPD, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção no semi-árido brasileiro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 37-44, 2007.

SCHREINER, H. G.; BAGGIO, A. J. Sistemas agroflorestais no Sul - Sudeste do Brasil. In: TALLER SOBRE DISEÑO ESTADÍSTICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES, 1986, Curitiba. **Apuntes**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ; [Roma]: FAO, 1986. p. 45-73.

SCHREINER, H. G.; BALLONI, E. A. Consórcio das culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) no Sudeste do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 12, p. 83-104, jun. 1986.

SCHROTH, G.; D'ÂNGELO, S. A.; TEIXEIRA, W. G.; HAAG, D.; LIEBEREI, R. Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazônia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. **Forestry Ecology and Management**, Amsterdam, v. 163, p. 131-150, 2002.

SILVA, E. D. **Dinâmica da matéria orgânica leve e nutrientes do solo, condições microclimáticas e produtividade de biomassa em um sistema agroflorestal com gliricídia e milho no Agreste paraibano.** 2004. 37 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.

SILVA, M. L.; LÓPEZ, J. C. F.; ALVES, J. U.; PASSOS, C. A. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais com eucalipto-arroz e eucalipto-feijão no município de Divinópolis – MG, Brasil. **Revista Árvore.** Viçosa, v. 25, n. 2, p. 209-216, 2001.

SILVA, M. P. S. da. **Biomassa e caracterização química da serapilheira e nível de fertilidade do solo sob diferentes coberturas florestais na região Norte Fluminense.** 2005. 24 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2005.

SILVA, P. S. L.; BRAGA, J. D.; RIBEIRO, M. S. S.; OLIVEIRA, O. F.; SANTOS, T. S. Nitrogen doses and weed control via intercropping with gliricidia for corn production. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 531-539, 2010.

SILVA, V. J. M. **Uso de sistemas agroflorestais como viabilizadores de corredores ecológicos.** 2008. 69 f. Monografia (Especialização em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SOMARRIBA, E.; BEER, J.; MUSCHLER, R.G. Research methods for multistrata agroforestry systems with coffee and cacao: recommendations from two decades of research at CATIE. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 195-203, 2001.

SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Org.) **Tecnologias de produção do milho.** 1 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 13-54, 2004.

STAMFORD, N. P.; ORTEGA, A. D.; TEMPRANO, F.; SANTOS, D. R. Effects of phosphorus fertilization and inoculation of *Bradyrhizobium* and mycorrhizal fungi on growth of *Mimosa caesalpiniaefolia* in an acid soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 29, p. 959-964, 1997.

SUASSUNA, J. **Efeitos da associação do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) no comportamento do jacarandá (*Dalbergia nigra* Fr. Allen.) e da peroba branca (*Tabebuia stenocayx* Sprague e Stapf.) na zona da mata de Pernambuco.** 1982. 179 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1982.

VALE, S. M.; MACIEL, M. **Administração Rural**. Brasília, 1998. 66p. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, v. 2).

VANLAUWE, B.; GACHENGO, K.; SHEPHERD, E.; BARRIOS, G.; CADISCH, G.; PALM, C. A. Laboratory validation of a resource quality-based conceptual framework for organic matter management. **Soil Science Society of America Journal**, v. 69, p. 1135-1145, 2005.

VASCONCELOS, B. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas**. Mossoró. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1989. Não paginado. (Coleção Mossoroense, 660; série 13).

VIERA, M.; SCHUMACHER, V. Biomassa em povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto e acácia-negra e do milho em sistema agrossilvicultural. **Cerne**, v. 17, n. 2, p. 259-265, 2011.

WANG, L.; TANG, L.; WANG, X.; CHEN, F. Effects of alley crop planting on soil and nutrient losses in the citrus orchards of the Three Gorges Region. **Soil and Tillage Research**, v. 110, p. 243-250, 2010.

YADAV, R. S.; YADAV, B. L.; CHHIPA, B. R. Litter dynamics and soil properties under different tree species in a semi-arid region of Rajasthan, India. **Agroforestry Systems**, v. 73, n. 1, p. 1-12, 2008.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2 ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320p.

ZINGORE, S.; MAFONGOYA, P.; NYAMUGAFATA, P.; GILLER, K.E. Nitrogen mineralization and maize yields following application of tree prunings to a sandy soil in Zimbabwe. **Agroforestry Systems**, v. 571, n. 3, p. 199-211, 2003.

APÊNDICE

Tabela 1A. Resumo das análises de variância dos dados de altura da planta e diâmetros da copa e do caule de duas espécies arbóreas, avaliadas em monocultivo e em consorciação com milho, em cinco meses. Mossoró-RN. 2010¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios ¹		
		Altura da planta (cm)	Diâmetro da copa (cm)	Diâmetro do colo (mm)
Blocos	4	802,87 ^{n.s.}	683,71 ^{n.s.}	10,55 ^{n.s.}
(Tratamentos)	(3)	6.389,83**	531,71 ^{n.s.}	113,53**
Sistemas de cultivo (S)	1	2.937,64*	0,16 ^{n.s.}	55,68**
Espécies (E)	1	14.400,00**	135,72 ^{n.s.}	232,99**
S x E	1	1.831,84 ^{n.s.}	1.459,24 ^{n.s.}	51,93**
Resíduo a	12	503,68	327,49	4,52
Avaliações (A)	4	69.456,27**	58.016,82**	1.806,39**
S x A	4	1.061,67**	54,99 ^{n.s.}	13,43**
E x A	4	1.155,54**	58,92 ^{n.s.}	36,10**
S x E x A	4	635,98**	263,84 ^{n.s.}	12,73**
Resíduo b	64	160,54	119,60	2,21
CV _{parcelas} (%)		32,54	28,20	19,83
CV _{subparcelas} (%)		18,37	17,04	13,87
Média geral		68,96	64,18	10,72

¹: ^{n.s.}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2A. Resumo das análises de variância dos dados de alturas da planta e de inserção da espiga e de rendimento de grãos e seus componentes da cultivar de milho AG 1051 cultivada em monocultivo e em consorciação com duas leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Número de espigas por hectare	Número de grãos por espiga	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	110,06 ^{n.s.}	291,44*	597.384,83 ^{n.s.}	10.554.601,07 ^{n.s.}	521,23 ^{n.s.}	4,80 ^{n.s.}
Sistemas de cultivo	2	30,97 ^{n.s.}	6,67 ^{n.s.}	3.182.002,87 ^{n.s.}	424.091.128,07**	160,27 ^{n.s.}	2,69 ^{n.s.}
Resíduo	8	124,70	55,24	1.019.525,78	32.854.895,07	450,18	6,69
CV (%)		6,40	8,31	17,32	13,97	4,34	8,70
Média geral		174,51	89,40	5.831,33	41.022,07	488,73	29,73

¹: n.s.; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 3A. Resumo das análises de variância dos dados de rendimentos de espigas verdes da cultivar de milho AG 1051 cultivada em monocultivo e em consorciação com duas leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
		Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
Blocos	4	1.331.009,23 ^{n.s.}	1.240.261,60 ^{n.s.}	3.412.350,77 ^{n.s.}	1.141.037,23 ^{n.s.}	3.472.908,23 ^{n.s.}	609.037,43 ^{n.s.}
Sistemas de cultivo	2	239.115.053,40**	18.726.624,20**	171.796.826,07**	13.999.723,40**	114.056.594,60*	4.033.333,07*
Resíduo	8	1.934.835,48	891.900,20	8.362.245,82	1.432.543,73	19.200.722,18	899.982,48
CV (%)		3,47	7,93	8,25	10,89	15,37	16,26
Média geral		40.106,60	11.911,20	35.071,87	10.992,40	28.516,60	5.834,47

¹: n.s.; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4A. Resumo das análises de variância dos dados de alturas da planta e de inserção da espiga e de rendimento de grãos e seus componentes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de plantas de cada uma de duas espécies de leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos por espiga	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	342,55 ^{n.s.}	671,45 ^{n.s.}	17.318.663,75 ^{n.s.}	1.978,12 ^{n.s.}	1.594.032,47 ^{n.s.}	12,19 ^{n.s.}
Espécies (E)	1	8,01 ^{n.s.}	1,83 ^{n.s.}	109.657.024,53 ^{n.s.}	3,33 ^{n.s.}	1.662.394,80 ^{n.s.}	1,92 ^{n.s.}
Resíduo a	4	680,09	312,00	43.225.609,78	751,58	3.071.207,13	26,11
Fileiras (F)	2	438,27**	172,15**	29.451.362,63 ^{n.s.}	2.119,23 ^{n.s.}	1.390.951,63*	20,04 ^{n.s.}
E x F	2	2,36 ^{n.s.}	7,67 ^{n.s.}	18.890.972,23 ^{n.s.}	65,43 ^{n.s.}	815.166,70 ^{n.s.}	16,67 ^{n.s.}
Resíduo b	16	22,66	11,71	8.436.740,27	849,50	310.934,50	6,25
CV parcelas (%)		14,82	19,61	18,31	5,57	32,40	16,96
CV subparcelas (%)		2,71	3,80	8,09	5,93	10,31	8,30
Média geral		175,92	90,05	35.907,67	491,87	5.409,07	30,13

¹: ^{n.s.}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 5A. Resumo da análise de variância dos dados de rendimento de espigas verdes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de plantas de cada uma de duas espécies de leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2010¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
		Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
Blocos	4	3.233.287,80 ^{n.s.}	2.352.976,72 ^{n.s.}	6.258.108,28 ^{n.s.}	1.630.696,17 ^{n.s.}	15.967.087,28 ^{n.s.}	977.178,68 ^{n.s.}
Espécies (E)	1	6.071.400,53 ^{n.s.}	3.314.167,63 ^{n.s.}	16.644.790,53 ^{n.s.}	3.815.291,94 ^{n.s.}	80.007.202,13 ^{n.s.}	5.241.143,18 ^{n.s.}
Resíduo a	4	2.998.407,03	1.478.995,25	6.155.261,12	2.405.768,77	53.657.883,38	2.557.886,81
Fileira (F)	2	947.030,43 ^{n.s.}	2.735.328,36 ^{n.s.}	5.835.149,63 ^{n.s.}	3.789.668,56 ^{n.s.}	22.683.549,70 ^{n.s.}	3.158.375,88*
E x F	2	5.164.835,63 ^{n.s.}	726.125,67 ^{n.s.}	5.831.515,63 ^{n.s.}	944.135,67 ^{n.s.}	4.714.964,43 ^{n.s.}	146.651,61 ^{n.s.}
Resíduo b	16	3.301.553,74	998.629,21	7.030.730,80	1.391.049,24	11.304.274,73	755.876,72
CV _{parcelas} (%)		4,80	11,26	7,83	15,45	28,25	29,75
CV _{subparcelas} (%)		5,03	9,25	8,37	11,75	12,97	16,17
Média geral		36.098,27	10.804,09	31.689,53	10.041,75	25.925,80	5.375,22

¹: n.s.; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 6A. Resumo das análises de variância dos dados de altura da planta e diâmetros da copa e do caule de duas espécies arbóreas, avaliadas em monocultivo e em consorciação com milho, em dez meses. Mossoró-RN. 2011¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Altura da planta (cm)	Diâmetro da copa (cm)	Diâmetro do colo (mm)
Blocos	4	3.660,19 ^{n.s.}	5.900,10 ^{n.s.}	137,17 ^{n.s.}
(Tratamentos)	(3)	27.571,66**	14.434,89 ^{n.s.}	1.168,26**
Sistemas de cultivo (SC)	1	12.600,78*	366,53 ^{n.s.}	478,55*
Espécies (E)	1	40.455,90*	7.871,99 ^{n.s.}	1.943,20**
SC x E	1	29.658,30*	35.066,14*	1.083,03**
Resíduo a	12	4.470,125	5.654,51	100,43
Avaliações (A)	9	208.435,56**	184.976,01**	5.685,77**
SC x A	9	672,27*	218,61 ^{n.s.}	21,21*
E x A	9	780,01*	741,78 ^{n.s.}	88,68**
SC x E x A	9	1.814,49**	2.391,09**	70,95**
Resíduo b	144	309,31	487,08	8,84
CV _{parcelas} (%)		43,60	53,38	40,47
CV _{subparcelas} (%)		11,47	15,67	12,01
Média geral		153,35	140,87	24,76

¹: ^{n.s.}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 7A. Resumo das análises de variância dos dados de alturas da planta e de inserção da espiga e de rendimento de grãos e seus componentes da cultivar de milho AG 1051 cultivada em monocultivo e em consorciação com duas leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2011¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos por espiga	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	126,67 ^{n.s.}	56,22 ^{n.s.}	14.459.940,57 ^{n.s.}	856,43 ^{n.s.}	90.260,23 ^{n.s.}	12,99 ^{n.s.}
Sistemas de cultivo	2	29,16 ^{n.s.}	25,61 ^{n.s.}	577.389.531,80**	3.810,20 ^{n.s.}	2.368.677,27*	8,20 ^{n.s.}
Resíduo	8	89,44	53,40	12.380.504,47	1.397,53	320.962,43	7,52
CV (%)		4,50	6,20	7,96	7,60	14,32	12,65
Média geral		210,06	117,81	44.211,40	491,80	3.955,27	21,67

¹: ^{n.s.}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 8A. Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de espigas verdes da cultivar de milho AG 1051 cultivada em monocultivo e em consorciação com duas leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2011¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
		Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
Blocos	4	4.415.422,23 ^{n.s.}	634.094,76 ^{n.s.}	8.458.597,43 ^{n.s.}	782.246,23 ^{n.s.}	11.365.033,57 ^{n.s.}	310.387,10 ^{n.s.}
Sistemas de cultivo	2	265.703.830,47**	16.736.661,60**	61.244.725,40 ^{n.s.}	5.147.935,80 ^{n.s.}	94.392.677,07 ^{n.s.}	2.806.067,27 ^{n.s.}
Resíduo	8	2.369.482,88	1.576.528,77	25.940.431,23	3.055.282,13	32.119.119,57	1.102.613,85
CV (%)		3,74	11,63	16,79	19,20	21,20	18,90
Média geral		41.122,27	10.794,20	30.341,20	9.103,60	26.729,07	5.555,13

¹: ^{n.s.}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 9A. Resumo das análises de variância dos dados de alturas da planta e de inserção da espiga e de rendimento de grãos e seus componentes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de plantas de cada uma de duas espécies de leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2011¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos por espiga	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	213,73 ^{n.s.}	99,19 ^{n.s.}	17.026.577,12 ^{n.s.}	794,12 ^{n.s.}	596.028,10 ^{n.s.}	7,10 ^{n.s.}
Espécies (E)	1	1,45 ^{n.s.}	53,60 ^{n.s.}	9.559.807,50 ^{n.s.}	18.550,53 ^{n.s.}	109.089,94 ^{n.s.}	43,13 ^{n.s.}
Resíduo a	4	278,71	68,15	3.980.018,08	2.956,45	1.488.934,00	12,84
Fileira (F)	2	605,75**	272,97**	13.967.309,10 ^{n.s.}	438,10 ^{n.s.}	68.541,27 ^{n.s.}	1,22 ^{n.s.}
E x F	2	24,73 ^{n.s.}	23,42 ^{n.s.}	17.279.208,70 ^{n.s.}	1.148,23 ^{n.s.}	168.627,77 ^{n.s.}	0,83 ^{n.s.}
Resíduo b	16	31,85	13,85	5.905.550,03	802,71	63.041,55	3,54
CV parcelas (%)		7,90	6,95	5,23	10,90	34,26	16,34
CV subparcelas (%)		2,67	3,13	6,38	5,68	7,05	8,58
Média geral				38.110,30	498,80	3.561,33	21,94

1: ^{n.s.}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 10A. Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de espigas verdes, de três fileiras de plantas da cultivar de milho AG 1051, cultivadas entre duas fileiras de plantas de cada uma de duas espécies de leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2011¹.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios					
		Totais de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
		Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
Blocos	4	9.660.700,38 ^{n.s.}	1.612.482,95 ^{n.s.}	11.926.631,80 ^{n.s.}	2.365.362,39 ^{n.s.}	10.475.227,58 ^{n.s.}	843.905,50 ^{n.s.}
Espécies (E)	1	258.912,30 ^{n.s.}	2.096.168,62 ^{n.s.}	144.768,53 ^{n.s.}	11.213,33 ^{n.s.}	5.440.872,53 ^{n.s.}	428.075,35 ^{n.s.}
Resíduo a	4	8.781.135,38	9.265.056,69	79.490.911,53	11.242.298,72	87.112.948,12	5.058.777,36
Fileira (F)	2	3.156.203,33 ^{n.s.}	5.669.015,07*	18.752.153,233 ^{n.s.}	5.059.167,83**	20.336.923,73*	2.218.544,64**
E x F	2	1.547.036,40 ^{n.s.}	1.641.547,60 ^{n.s.}	12.754.351,033 ^{n.s.}	1.198.797,92 ^{n.s.}	8.603.656,53 ^{n.s.}	633.527,26 ^{n.s.}
Resíduo b	16	3.275.474,28	1.364.049,24	7.110.811,842	736.505,70	5.831.797,43	317.552,80
CV _{parcelas} (%)		8,03	31,24	31,49	39,38	38,52	44,83
CV _{subparcelas} (%)		4,90	11,99	9,42	10,08	9,97	11,23
Média geral		36.912,57	9.743,89	28.315,27	8.514,13	24.227,67	5.017,47

¹: ^{n.s.}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.