



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

VIANNEY REINALDO DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E RENDIMENTOS DE MILHO
E FEIJÃO-CAUPI EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

MOSSORÓ

2016

VIANNEY REINALDO DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E RENDIMENTOS DE MILHO
E FEIJÃO-CAUPI EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Tese apresentada ao Doutorado em Agronomia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva

MOSSORÓ

2016

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do autor, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu respectivo autor seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT) – Campus Mossoró
Setor de Informação e Referência (SIR)

O48c Oliveira, Vianney Reinaldo de.

Crescimento de leguminosas arbóreas e rendimentos de milho e feijão-caupi em sistemas agroflorestais / Vianney Reinaldo de Oliveira. – Mossoró, 2016.
130f: Il.

Orientador: D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva

Tese (DOUTORADO EM FITOTECNIA) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

1. *Leguminosas*. 2. *Sistema agroflorestal*. 3. *Taungya*. 4. *Aléias*. 5. *Mimosa Caesalpinifolia*. I. Título

RN/UFERSA/BOT/019

CDD 633.3

VIANNEY REINALDO DE OLIVEIRA

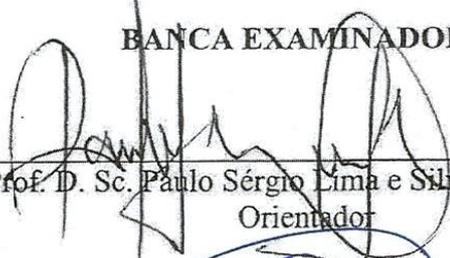
**CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E RENDIMENTOS DE MILHO
E FEIJÃO-CAUPI EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Tese apresentada ao Doutorado em Agronomia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 18/03/2016

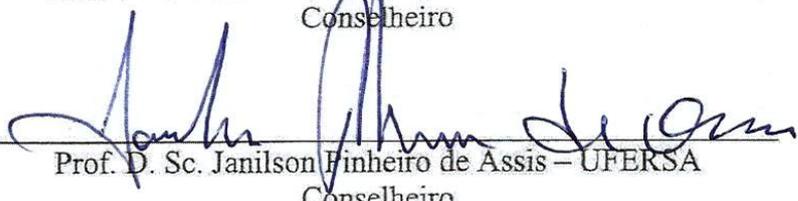
BANCA EXAMINADORA



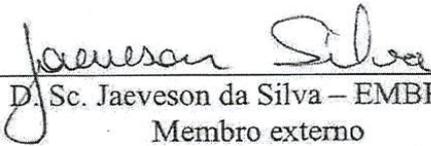
Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva – UFERSA
Orientador



Prof. D. Sc. Roberto Pequeno de Sousa – UFERSA
Conselheiro



Prof. D. Sc. Janilson Finheiro de Assis – UFERSA
Conselheiro



D. Sc. Jaeveson da Silva – EMBRAPA
Membro externo



Prof. D. Sc. Júlio César do Vale Silva – UFC
Membro externo

Aos meus pais, pelo amor incondicional;

Aos meus irmãos, pelo apoio, conselhos e amizade.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença constante em tudo que realizo.

À minha família, Francisco Ricardo Oliveira, Maria Nazaré Reinaldo, Valkíria Reinaldo, Valterline Reinaldo e Selton Ricardo, pelos sacrifícios, conselhos e amizade incondicionais.

À UFERSA, pela oportunidade de concluir mais uma Pós-Graduação.

À CAPES e a PETROBRÁS, pela concessão de bolsas durante todo o doutorado.

Ao professor e orientador Paulo Sérgio Lima e Silva, o meu grande mestre, que não me ensinou somente fórmulas e regras, mas que me questionou e me despertou para a realidade da vida.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela disponibilidade.

Aos amigos feitos durante o período de doutorado, especialmente Aliny Alencar, Cristhyan Carvalho, Homero Sampaio e Leonardo Tavella.

Aos amigos e colegas do Grupo de Pesquisa Planta, pelo convívio constante e colaboração nos trabalhos de campo: Alex Monteiro, Antônia Kênnia Oliveira, Edicleide Silva, Francisco Lino Sousa, Isis Medeiros, Ítalo Silva, João Pedro Fernandes, Luiz Eduardo Santos, Patrícia Fernandes, Paulo Igor Silva e Thaisy Freitas.

Aos membros da banca examinadora, pela análise crítica e valiosas sugestões que visam melhorar a qualidade deste trabalho.

Aos amigos Francisco Vallentim e José Sousa, pela ajuda na condução dos trabalhos de campo.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização desse trabalho e por mais uma formação acadêmica.

RESUMO

OLIVEIRA, Vianney Reinaldo de. **CRESCIMENTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E RENDIMENTOS DE MILHO E FEIJÃO-CAUPI EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**. 2016. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

Dois experimentos foram realizados na mesma área, em anos seguidos, cujos objetivos foram avaliar sistemas silviagrícolas envolvendo sabiá, jurema-preta, milho e feijão-caupi. No experimento-1 (*taungya*), cada arbórea foi cultivada solteira e consorciada com as anuais, que também foram cultivadas solteiras. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. No experimento-2 (aléias), as arbóreas foram cortadas, por ocasião da semeadura das anuais, sendo ramos jovens e folhas incorporados nas áreas consorciadas, e utilizadas duas cultivares de milho e duas variedades tradicionais de feijão-caupi. No experimento-1, o rendimento de grãos de milho foi maior nos monocultivos, não havendo diferença para massa de espigas verdes empalhadas comercializáveis (MEVEC). Sistemas de cultivo não diferiram para rendimentos de grãos verdes e secos de caupi. As arbóreas não diferiram em seus efeitos sobre rendimentos de espigas verdes e de grãos, assim como para rendimentos de grãos verdes e secos de caupi. As consorciações foram vantajosas economicamente quando o milho foi comercializado como espigas verdes e o caupi como grãos verdes. No experimento-2, as arbóreas continuaram crescendo após o consórcio, sendo que a jurema-preta cresceu mais que a sabiá a partir dos 240 dias após a semeadura. Os rendimentos de grãos e de espigas foram maiores nos monocultivos, não havendo diferença entre cultivares. Não houve diferença entre arbóreas e cultivares em seus efeitos sobre o rendimento de grãos. Para MEVEC, houve interação espécies arbóreas \times posições de fileiras, e cultivares (30F35H e AG4051PRO) não diferiram para esta característica. Os rendimentos de grãos de caupi foram maiores nos monocultivos. A variedade de caupi Lagoa de Pedra foi superior à José da Penha no rendimento de grãos secos, não havendo diferença para grãos verdes. Houve interação entre variedades tradicionais \times posições de fileiras para rendimentos de grãos secos e verdes, e espécies arbóreas \times posições de fileiras para rendimento de grãos verdes. Os cultivos solteiros das anuais proporcionaram maiores valores de massas fresca e seca de plantas daninhas. Não houve efeito de sistemas de cultivo nas características químicas do solo.

Palavras-chave: *Taungya*. Aléias. *Mimosa Caesalpiniiifolia*. *Mimosa tenuiflora*. *Vigna unguiculata*. *Zea mays*.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Vianney Reinaldo de. **ARBORIAL LEGUMINOUS GROWTH AND CORN AND COWPEA YIELDS IN AGROFORESTRY SYSTEMS**. 2016. 130 p. Thesis (Doctorate in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

Two experiments were conducted in the same area, in consecutive years, whose objectives were to evaluate silviagricultural systems involving sabiá, jurema-preta, maize and cowpea. In the experiment-1 (*taungya*), each tree was grown single and intercropped with annual, which were also grown single. We used the design of randomized blocks, with five replications. In Experiment-2 (alleys), the tree were cut at the time of sowing of annual, being young branches and leaves embedded in consortium areas, and used two cultivars of maize and two traditional varieties of cowpea. In the experiment-1, the yield of corn grain was higher in monocultures, with no difference for mass marketable unhusked green ears (MMUGE). Cropping systems did not differ for yields of green beans and cowpea dry. The tree did not differ in their effects on green ear yield and grain, as well as yield of green beans and cowpea dry. The syndications were economically advantageous when the corn was marketed as green ears and cowpea as green beans. In the experiment-2, the tree continued to grow after the consortium, and the jurema grew more than sabiá from 240 days after sowing. The yields of grain and corn were higher in monocultures, with no difference between cultivars. There was no difference among tree crops and cultivars in their effects on grain yield. To MMUGE, there was interaction tree species \times rows of positions, and cultivars (30F35H and AG4051PRO) did not differ for this feature. The yield of cowpea grains were higher in monocultures. The variety of cowpea Lagoa de Pedra was superior to José da Penha in the yield of dry beans, with no difference for green beans. There was interaction among traditional varieties \times rows of positions to yield dry and green beans, and tree species \times positions of rows to yield green beans. Single annual crops provide the highest values of fresh and dry weed. There was no culture systems effect on the chemical characteristics of the soil.

Keywords: *Taungya*. Alleys. *Mimosa Caesalpinifolia*. *Mimosa tenuiflora*. *Vigna unguiculata*. *Zea mays*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Representação de uma parcela do cultivo consorciado de milho com uma espécie arbórea. Mossoró-RN. 2016..... 30
- Figura 2 – Representação da disposição dos monocultivos do milho e do feijão..... 30
- Figura 3 – Altura da planta de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliada até os 210 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016..... 53
- Figura 4 – Diâmetro do colo de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliado até os 210 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016..... 54
- Figura 5 – Altura da planta de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliada até os 390 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016..... 69
- Figura 6 – Diâmetro do colo de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliada até os 390 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016..... 70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados climatológicos de Mossoró-RN durante o período de julho/2012 a janeiro/2014. Mossoró-RN. 2016.....	28
Tabela 2 – Custos de implantação de um hectare de jurema-preta para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.....	37
Tabela 3 – Custos de implantação de um hectare de sabiá para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.....	39
Tabela 4 – Custos de implantação de um hectare de milho verde empalhado, cultivar AG1051, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.....	41
Tabela 5 – Custos de implantação de um hectare de milho grão, cultivar AG1051, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.....	43
Tabela 6 – Custos de implantação de um hectare de feijão verde, variedade tradicional Lagoa de Pedra, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.....	45
Tabela 7 – Custos de implantação de um hectare de feijão seco, variedade tradicional Lagoa de Pedra, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.....	47
Tabela 8 – Resumo dos custos para irrigação de um hectare de milho e um hectare de feijão, em duas finalidades de cultivo, cada um, na cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.....	49
Tabela 9 – Médias da altura de planta e do diâmetro do colo de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, após 210 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.....	52
Tabela 10 – Médias de alturas da planta e de inserção da espiga e do rendimento de grãos e de seus componentes, da cultivar AG1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	55
Tabela 11 – Médias dos rendimentos de espigas verdes, da cultivar AG1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	56
Tabela 12 – Médias de alturas de planta e de inserção da espiga, da cultivar AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.....	58
Tabela 13 – Médias do rendimento de grãos e de seus componentes, da cultivar AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.....	59

Tabela 14 – Médias dos rendimentos de espigas verdes, da cultivar AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.....	60
Tabela 15 – Médias do rendimento de grãos secos de feijão e de seus componentes, da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	61
Tabela 16 – Médias do rendimentos de grãos verdes de feijão e de seus componentes, da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	62
Tabela 17 – Médias do rendimento de grãos secos de feijão e de seus componentes, da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições de fileiras. Mossoró-RN. 2016.....	63
Tabela 18 – Médias do rendimento de grãos verdes de feijão e de seus componentes, da cultivar Lagoa de Pedra, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.....	64
Tabela 19 – Custos de implantação de duas leguminosas arbóreas e de produção de espigas de milho verde empalhadas comercializáveis e milho grão, em cultivos puros e consorciados, assim como as receitas com a comercialização do milho nas duas finalidades de cultivo. Mossoró-RN. 2016.....	66
Tabela 20 – Custos de implantação de duas leguminosas arbóreas e de produção de grãos de feijões verde e seco, em cultivos puros e consorciados, assim como as receitas com a comercialização do feijão nas duas finalidades de cultivo. Mossoró-RN. 2016.....	67
Tabela 21 – Médias de altura da planta e diâmetro do colo de espécies arbóreas após 390 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.....	70
Tabela 22 – Médias de altura de planta (cm) de jurema e sabiá solteiras e em consorciação com a cultivar de milho AG1051 e com a variedade tradicional de feijão Lagoa de Pedra, após 390 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.....	71
Tabela 23 – Médias do diâmetro do colo (mm) de jurema e sabiá solteiras e em consorciação com a cultivar de milho AG1051 e com a variedade tradicional de feijão Lagoa de Pedra, após 390 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.....	71
Tabela 24 – Médias dos resíduos da parte aérea de espécies arbóreas submetidas a dois sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.....	72
Tabela 25 – Médias de alturas de planta e de inserção da espiga de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	73

Tabela 26 – Médias do rendimento de grãos e seus componentes de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	74
Tabela 27 – Médias dos rendimentos de espigas verdes de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	75
Tabela 28 – Médias de alturas de planta e de inserção da espiga, de três fileiras de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	76
Tabela 29 – Médias do rendimento de grãos e de seus componentes de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	77
Tabela 30 – Médias dos rendimentos de milho verde de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	78
Tabela 31 – Médias do rendimento e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão seco, em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	82
Tabela 32 – Médias do rendimento e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão verde, em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	83
Tabela 33 – Médias do rendimento de grãos secos e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão, cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	85
Tabela 34 – Médias do rendimento de grãos verdes e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão, cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.....	87
Tabela 35 – Índice de ocorrência das espécies de plantas daninhas constatadas no experimento. Mossoró-RN. 2016.....	89
Tabela 36 – Distribuição das espécies de plantas daninhas constatadas no experimento, em oito sistemas de cultivo. Os números em cada sistema de cultivo, por bloco, correspondem as espécies identificadas na Tabela 37. Mossoró-RN...	90
Tabela 37 – Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em oito sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.....	91
Tabela 38 – Médias dos teores dos elementos que compõem as características químicas do solo, em oito sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.....	94

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	15
2.2	<i>TAUNGYA</i>	16
2.3	ALÉIAS.....	18
2.4	SABIÁ EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	19
2.5	JUREMA-PRETA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	21
2.6	MILHO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	23
2.7	FEIJÃO-CAUPI EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	24
2.8	EFEITO DE PROXIMIDADE ENTRE ÁRVORES E CULTURAS AGRÍCOLAS.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA.....	27
3.2	EXPERIMENTO-1.....	28
3.2.1	Obtenção das mudas de jurema e sabiá	28
3.2.2	Preparo do solo, transplântio das mudas e semeadura das espécies anuais	29
3.2.3	Tratamentos experimentais	29
3.2.4	Tratos culturais	31
3.2.5	Avaliações	31
3.3	EXPERIMENTO-2.....	33
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	34
3.5	AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1	EXPERIMENTO-1.....	52
4.1.1	Características de crescimento das espécies arbóreas	52
4.1.2	Características do milho	55
4.1.3	Efeitos de vizinhança milho – espécies arbóreas	57
4.1.4	Características do feijão	61
4.1.5	Efeitos de vizinhança feijão – espécies arbóreas	62
4.1.6	Avaliação econômica	65
4.2	EXPERIMENTO-2.....	69
4.2.1	Crescimento das espécies arbóreas	69

4.2.2	Características dos resíduos da parte aérea das espécies arbóreas.....	72
4.2.3	Características do milho.....	73
4.2.4	Efeitos de vizinhança milho – espécies arbóreas.....	76
4.2.5	Características do feijão.....	81
4.2.6	Efeitos de vizinhança feijão – espécies arbóreas.....	84
4.2.7	Características das plantas daninhas.....	88
4.2.8	Características dos solos.....	92
5	CONCLUSÕES.....	95
	REFERÊNCIAS.....	97
	APÊNDICE.....	109

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga tem uma fisionomia de deserto, com baixas precipitações que variam entre 250 e 900 mm anuais. As médias mensais de temperatura variam pouco nesse bioma, apesar de serem grandes as variações diárias de temperatura e umidade (ALVES et al., 2009).

É nessa região que compreende o Polígono das Secas, que é a delimitação da área sujeita a repetidas crises de prolongamentos das estiagens. Esse fenômeno, por si só, gera problemas ambientais e um grande impasse no desenvolvimento da agricultura nessa região, dificultando a produção e a comercialização de alimentos. A ação antrópica agrava ainda mais esse cenário. Atualmente, a Caatinga encontra-se em estado crítico de degradação causada principalmente por atividades humanas não sustentáveis, como a agricultura de corte e queima, a extração da madeira para lenha e a pecuária extensiva (ALVES et al., 2009).

Considerando o tamanho desse bioma (735.000 km²) e sua população (15% da população brasileira), é possível mensurar a abrangência do problema. No Estado do Rio Grande do Norte, além dos problemas relatados anteriormente, ainda existe a exploração do petróleo e a carcinicultura, atividades que poluem o solo e removem a vegetação natural.

Nesse sentido, reflorestamentos podem amenizar o andamento da degradação da Caatinga, pois tratam-se de práticas utilizadas no mundo todo e que trazem benefícios ambientais e sociais, como a geração de emprego e renda, preservação da biodiversidade, produção de madeira, entre outros (CALDER, 2007). Contudo, reflorestamentos implicam em altos custos iniciais de investimento com o plantio e manejo das árvores. Além disso, até que as árvores cresçam, se desenvolvam e tragam algum retorno financeiro, não seria possível obter qualquer lucro na área reflorestada.

Nesse sentido, sistemas agroflorestais surgem como alternativa. Nesses sistemas, espécies lenhosas são utilizadas em associação com cultivos agrícolas, com ou sem animais, numa mesma área, de forma simultânea ou sequencial (ABDO et al., 2008). Com a comercialização das espécies anuais e/ou animais, seria possível abater pelo menos parte do investimento inicial das espécies arbóreas, otimizando a terra e a rentabilidade do empreendimento.

Considerando que cada região tem suas peculiaridades (clima, solo, vegetação, tipo de exploração agrícola, entre outras), a escolha das espécies envolvidas na adoção de um sistema agroflorestal é de extrema importância para que o mesmo tenha sucesso. Duas espécies arbóreas da Caatinga parecem atender perfeitamente a esses requisitos: a sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) e a jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.]. Essas espécies

são leguminosas rústicas, nativas do Semiárido brasileiro, de crescimento rápido, resistentes a estiagens prolongadas, suas folhas podem servir como forragem e suas flores são apícolas. Além disso, suas madeiras podem ser usadas na construção civil, e como estacas, mourões, lenha e carvão (CARVALHO, 2007; PAES et al., 2007; CAMPANHA; ARAÚJO, 2010; PODEROSO et al., 2012; SANTANA NETO et al., 2015).

O milho (*Zea mays* L.) e o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] são as duas “grandes culturas” mais importantes do Rio Grande do Norte, sendo cultivadas em todos os 167 municípios do Estado (IBGE, 2006). São culturas importantes tanto socialmente quanto economicamente para o Estado, pois representam parte da base da alimentação e da renda da população. Portanto, ao se pensar em sistemas agroflorestais para o Rio Grande do Norte, é importante que o milho e o feijão-caupi sejam incluídos.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar as viabilidades agrônômica e econômica de sistemas agroflorestais envolvendo a sabiá, a jurema-preta, o milho e o feijão-caupi e a influência da proximidade das plantas dessas leguminosas sobre os rendimentos do milho e do feijão-caupi.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Atualmente, existe um aumento cada vez maior na necessidade de produção de alimentos para abastecer a população mundial. O modelo de produção que predomina no meio rural é o cultivo de grandes áreas intensamente cultivadas com monoculturas, solo nu sofrendo intenso processo de erosão e zonas ripárias sem vegetação. Esse modelo torna-se, portanto, insustentável, com consequências ambientais graves e irreversíveis (AMADOR, 2003).

Diante desse cenário, nos últimos anos, tem-se despertado para o estabelecimento de uma agricultura sustentável, baseada na manutenção da produtividade, na redução dos custos de produção e na preservação do ambiente (CARVALHO, 2006). Os sistemas agroflorestais (SAF's) se encaixam nesse novo modelo de produção como uma alternativa ao uso da agricultura convencional por proporcionar opções menos impactantes ao ambiente, podendo auxiliar, inclusive, na reversão de processos de degradação. Consistem na combinação de espécies florestais com culturas agrícolas, atividades pecuárias ou ambas, podendo essas combinações ocorrerem simultaneamente ou numa sequência de tempo e no espaço (JOSE, 2009). Essas combinações simulam um ambiente natural e em equilíbrio, aumentando a diversidade do ecossistema e otimizando as interações favoráveis entre plantas de diferentes ciclos, portes e funções (YOUNG, 1997; ALTIERI, 2002).

São vários os benefícios proporcionados pelos SAF's em relação aos sistemas de agricultura convencional, como maior aporte de cobertura e matéria orgânica no solo; ciclagem de nutrientes; preservação da fauna e da flora; melhoria das características físico-químicas do solo (SCHROTH et al., 2002; CARVALHO et al., 2004; YADAV et al., 2008). Além disso, reduzem a sazonalidade e aumentam a biodiversidade animal e vegetal, possibilitando ao produtor maior diversidade de produtos exploráveis durante o mesmo período de tempo e contribuindo para a melhoria das condições socioeconômicas das populações rurais (MERCER, 2004; JOSE, 2009; NAIR, 2011). Entretanto, apesar das inúmeras vantagens, os SAF's não são adotados em larga escala no Brasil, sendo praticados principalmente pelos pequenos produtores nas áreas marginais das propriedades ou em terrenos já degradados (FERNANDES et al., 1994). Os principais empecilhos talvez sejam a falta de entendimento do sistema; necessidade de maiores recursos financeiros para a implantação do projeto; retorno somente a médio e a longo prazos; pequeno incentivo por

parte dos programas governamentais; possível competição por nutrientes, água e luz, ou ainda, ocorrência de alelopatia por parte dos componentes vegetais (BALBINO et al., 2011; KICHEL et al., 2011; ARCO-VERDE; AMARO, 2012; DORNELES; SILVA, 2014).

De acordo com a combinação dos elementos componentes, os sistemas agroflorestais podem ser classificados em três grupos: silviagrícolas (espécies florestais + culturas agrícolas); silvipastoris (espécies florestais + plantas forrageiras herbáceas + animais); 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 serem incluídos noutra classificação (DUBOIS et al., 1996).

2.2 TAUNGYA

A palavra *taungya* é originária da Birmânia (país do Sul da Ásia continental) e significa “cultivos de encosta”, originalmente usada com o objetivo de auxiliar a regeneração florestal e do solo em áreas montanhosas, onde se praticava a agricultura migratória. Atualmente, esse sistema diferencia-se significativamente do conceito original (SILVA et al., 1997).

O sistema silviagrícola *taungya* é o sistema agroflorestal mais utilizado no Brasil (SILVA et al., 2001), e constitui um sistema de substituição florestal ou de reflorestamento baseado em dois componentes: um florestal e permanente, e outro agrícola e temporário (MACEDO, 2000). Nesse sistema a espécie florestal é plantada junto com cultivos agrícolas de ciclo curto, com o intuito de reduzir os custos no estabelecimento dos plantios florestais. Dessa forma, antes da maturidade da espécie florestal, é possível aumentar a taxa interna de retorno dos investimentos com a comercialização dos cultivos agrícolas, otimizando o uso da terra e aumentando a atratividade do cultivo florestal (RODIGHERI, 1998; VALE, 2004). Isso pode ser uma boa alternativa para pequenos agricultores que precisam reduzir os custos de estabelecimento e de manutenção do plantio florestal, como também para terrenos de vocação florestal que não estejam degradados ou fortemente inclinados (BEER et al., 1994).

Alguns cuidados devem ser tomados na instalação e condução do sistema *taungya*. Primeiramente, é necessário conhecer bem as espécies florestais e as anuais que irão compor o sistema, visto que existem interações entre estes componentes, como competição por água, luz e nutrientes, efeito alelopático, etc. Portanto, para que o sistema *taungya* tenha êxito, é necessário que as espécies arbóreas tenham características desejáveis, tais como: crescimento

apical rápido, fechamento rápido e pequeno da copa, tolerância a sombra e a competição durante o primeiro ano, boa forma do fuste, desrama natural, sombra rala, ausência de alelopatia e sistema radicular profundo (BEER et al., 1994). Outro fator que exige muito cuidado e bom senso é o momento certo de parar com o consórcio e dar início a plantação florestal pura. Isso vai depender das características das espécies florestais e anuais envolvidas no sistema, assim como suas densidades de plantio (ENGEL, 1999).

As principais vantagens do sistema *taungya* em relação ao reflorestamento puro são: redução dos custos de implantação das espécies arbóreas, melhorias das taxas de crescimento e sobrevivência das árvores em função do manejo dado as espécies anuais, entre outras vantagens, dependendo das espécies componentes (BROONKIRD et al., 1985; SILVA, 2008). As desvantagens ocorrem, principalmente, quando faz-se a escolha errada entre as espécies componentes ou quando o período de consorciação é estendido além daquele considerado ideal. Dessa forma, é possível citar como desvantagens: podem ocorrer 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, suscetibilidade entre as espécies aos mesmos tipos de pragas e doenças (NAIR, 1993; SILVA, 2008).

Oliveira (2012) avaliou o sistema *taungya* em dois consórcios, um envolvendo gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp] e milho, e outro envolvendo sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e milho. Ficou constatado que, com a comercialização do milho (grãos e espigas verdes empalhadas) foi possível reduzir ou até mesmo cobrir os custos de implantação das espécies arbóreas.

São comuns na literatura trabalhos que envolvem espécies de eucalipto consorciados com culturas anuais com a finalidade de abater custos de implantação da espécie florestal. Isso acontece por que a exploração do eucalipto em cultivo solteiro demoraria vários anos para gerar algum retorno financeiro. O sistema *taungya* possibilitaria abater pelo menos parte dos custos de implantação da arbórea (GURGEL FILHO, 1962; CASTILLO, 1977; MONIZ, 1987). Em trabalho realizado por Oliveira Neto et al. (2004), o sistema *taungya* envolvendo eucalipto (*Eucalyptus pellita* Mell.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) mostrou-se viável, de modo que quatro meses depois da implantação, a produção do feijão gerou um retorno capaz de cobrir os custos de implantação da espécie arbórea.

2.3 ALÉIAS

Os cultivos em aléias (também conhecidos como cultivos em alamedas, em faixas e *Alley cropping*), foram desenvolvidos na Nigéria, sendo um sistema que pode ser aplicado em todas as regiões tropicais, especialmente em áreas com problemas de fertilidade ou terrenos declivosos (ENGEL, 1999). Nos cultivos em aléias, árvores ou arbustos, geralmente leguminosas fixadoras de nitrogênio, são cultivadas em fileiras únicas ou multiestratificadas, de forma intercalada com cultivos agrícolas, constituindo uma opção viável de manejo sustentado do solo (ENGEL, 1999; BERTALOT et al., 2010).

À medida em que as mudas das espécies arbóreas vão crescendo e se desenvolvendo, vão sombreando o solo e isso faz com que se diminua drasticamente as plantas daninhas da área, diminuindo também os custos de manutenção. Logo em seguida, ou no início da próxima estação chuvosa, é realizado o plantio das espécies anuais. No caso do plantio ser realizado na estação chuvosa, é feita a poda da parte aérea das árvores e todo material é incorporado ao solo (ENGEL, 1999; PEREZ-MARIN et al., 2007). A poda das árvores é o processo mais importante no cultivo em aléias e o número de cortes realizados por ano vai depender da velocidade de rebrota das leguminosas após cada corte e das características das espécies anuais plantadas nas entrelinhas (BARRETO; CARVALHO FILHO, 1992; ENGEL, 1999).

A incorporação dos resíduos ao solo é uma forma de adubação verde, prática que proporciona aumento no teor de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes; favorece a produção de ácidos orgânicos; 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; SAKAI et al., 2011).

O cultivo em aléias pode ser usado tanto por pequenos agricultores, com pouca tecnologia, como em propriedades mecanizadas (KANG et al., 1989). Também podem ser usados para controlar a erosão em terrenos declivosos, favorecendo um terraceamento natural ou reforçando terraços construídos mecanicamente, sendo que, neste caso, é importante a escolha de uma espécie com sistema radicular profundo (ENGEL, 1999).

Nos cultivos em aléias, as espécies arbóreas requerem os mesmos recursos que as culturas anuais associadas, o que pode levar à interações negativas ou positivas entre elas (PEREZ-MARIN et al., 2007). Em relação as interações negativas, podem existir a competição por água, luz e nutrientes, além de possíveis efeitos alelopáticos (SCHROTH; LEHMANN, 1995). Em relação as interações positivas, as espécies arbóreas podem

disponibilizar nutrientes na faixa da zona radicular dos cultivos anuais pela fixação biológica do nitrogênio; diminuição nas perdas de nutrientes, já que as espécies arbóreas, por possuírem um sistema radicular maior, absorvem esses nutrientes das camadas mais profundas, deixando-os disponíveis para as culturas; reciclagem dos resíduos orgânicos provenientes da serapilheira (BURESH; TIAN, 1997; ROWE; CADISCH, 2002; BALA et al., 2003). Portanto, para que uma espécie arbórea possa ser indicada no cultivo em aléias, são necessárias características desejáveis, como facilidade de estabelecimento; sistema radicular profundo; rápido crescimento; tolerância a podas; habilidade para rebrotar rapidamente; elevada produção de folhagem; habilidade de fixar nitrogênio (KANG et al., 1984; KANG; FAYEMILIHIN, 1995).

Nesse sentido, há grande quantidade de espécies arbóreas, principalmente leguminosas, que podem ser utilizadas no cultivo em aléias: albízia [*Albizia lebbek* (L.) Benth.], canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit], feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], sesbânia [*Sesbania virgata* (Cav.) Pers.], sabiá [*Mimosa caesalpinifolia* Benth.], gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.], entre outras.

Rao e Mathuva (2000) obtiveram um aumento de 24% na produtividade do milho quando este foi intercalado com guandu, isso em relação ao cultivo contínuo de milho solteiro. Oliveira et al. (2006) verificaram que o cultivo em aléias de guandu com inhame, proporcionou a hortaliça proteção contra as queimaduras foliares provocadas pelo Sol e foi eficaz no controle da população de plantas daninhas, eliminando as capinas. Os autores também destacaram que este sistema é interessante para a produção orgânica do inhame, devido ao aporte significativo de matéria orgânica e nitrogênio, associado à ciclagem de outros macronutrientes.

2.4 SABIÁ EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A sabiá é uma Fabaceae (antiga Leguminosae) nativa do Semiárido brasileiro e ocorre naturalmente no Rio Grande do Norte, Piauí e Ceará (RIBASKI et al., 2003). Em relação as informações ecológicas, a sabiá perde suas folhas na estação da seca. Cresce em todos os solos, excluindo os alagados. Apresenta-se em simbiose com bactérias que fixam o nitrogênio atmosférico. Forma mata em consórcio com outras árvores da Caatinga. A rebrota das plantas rebaixadas mantém as folhas por mais de 60 dias. Floresce na estação chuvosa. Multiplica-se por sementes ou estacas (CAMPANHA; ARAÚJO, 2010; SILVA et al., 2015).

Varia de arbusto à árvore perenifólia, podendo chegar na fase adulta aos 10 m de altura, aproximadamente, e com 30 cm de diâmetro do caule à altura do peito (CARVALHO, 2007; SILVA et al., 2015). As plantas jovens possuem a casca do caule marrom avermelhada. Com o avanço da idade, os acúleos do caule vão desaparecendo e a casca fica grossa e pardacenta, fendida longitudinalmente (CARVALHO, 2007; LIMA, 2012). Os ramos variam de cinza a castanho, com as extremidades mais claras e com acúleos recurvados de base larga (LIMA, 2012). As folhas são divididas em folíolos ovais. As flores são brancas, pequenas e perfumadas e o fruto é uma vagem de 7 a 10 cm, dividida em 5 a 9 artículos quadrangulares, onde cada segmento contém uma semente (CAMPANHA; ARAÚJO, 2010). As sementes são pequenas, ovoides, tendendo a orbicular com dimensões de 5,9 mm x 5,5 mm x 1,7 mm, apresentando superfície lisa, lustrosa e de cor marrom. Seu sistema radicular é do tipo axial, com raízes secundárias longas, finas, bem ramificadas, de coloração castanha clara, com muitos nódulos bacterianos (FELICIANO, 1989; RIBASKI et al., 2003).

A sabiá é utilizada para os mais variados fins: possui características ornamentais; sua madeira é apropriada para usos externos, como mourões, estacas, postes, lenha e carvão; suas flores são melíferas; a folhagem jovem serve como alimento para o gado (LIMA, 2012; SILVA et al., 2015). É também muito utilizada como cerca-viva e, por ser pioneira, é ideal para recomposição de áreas degradadas (LORENZI, 2000), devido a fixação do nitrogênio e a deposição de matéria orgânica no solo pela queda das folhas (LEAL JÚNIOR et al., 1999; SILVA et al., 2015).

Apesar disso, ainda são poucos os trabalhos que incluem a sabiá em sistemas agroflorestais. Silva et al. (2015) mencionaram apenas três artigos. Foram estes: Queiroz et al. (2007a), Queiroz et al. (2007b) e Oliveira (2012), sendo os dois primeiros realizados no Rio de Janeiro e, o último, realizado no Rio Grande do Norte.

Os trabalhos realizados no Rio de Janeiro foram resultantes de dois experimentos sobre o cultivo em aléias. No primeiro deles, (QUEIROZ et al., 2007b), o milho foi cultivado em monocultivo e em consorciação com sete leguminosas [*Albizia lebeck* (L.) Benth., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.], com e sem adubação fosfatada, em dois anos de cultivo. Foram avaliadas as variações no rendimento de matéria seca e nos teores de N, P e K das espécies arbóreas, e a sabiá apresentou, nos dois anos e nas duas condições de adubação fosfatada, valores intermediários aos das demais espécies, sugerindo grande adaptabilidade dessa espécie às condições do Rio de Janeiro.

Queiroz et al. (2007a) avaliaram a produtividade do milho cultivado no sistema de aléias com aquelas sete leguminosas, mas somente com o experimento submetido à ausência da adubação fosfatada. O consórcio com sabiá proporcionou ao milho rendimentos intermediários, quando comparado aos outros consórcios, nos dois anos de cultivo. É importante destacar que o rendimento do milho consorciado com sabiá não diferiu daquele solteiro, não adubado, no primeiro cultivo. No ano seguinte, o rendimento do milho consorciado com sabiá foi superior ao do milho solteiro, sugerindo a melhoria do solo com o cultivo em aléias.

Oliveira (2012) analisou, em dois experimentos, as viabilidades agrônômica e econômica da consorciação da sabiá com o milho, no Rio Grande do Norte. No sistema *taungya* (primeiro experimento), os diâmetros da copa e do caule e a altura da planta da sabiá, aumentaram linearmente em função do tempo. O consórcio não influenciou o rendimento de grãos, apesar do milho em monocultivo ter sido cultivado na densidade de 50.000 plantas ha⁻¹, superior ao consórcio, que foi de 37.500 plantas ha⁻¹, o que sugere que as plantas de sabiá foram benéficas ao milho. Pode ter ocorrido transferência de nitrogênio fixado pelas plantas de sabiá para o milho, como tem sido demonstrado com outras combinações gramínea-leguminosas (DIAS et al., 2007). Em relação a viabilidade econômica, o consórcio foi vantajoso na redução dos custos de implantação das espécies arbóreas, especialmente quando o milho foi comercializado sob a forma de espigas verdes. No segundo experimento (cultivo em aléias), a consorciação reduziu 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 a massa de espigas verdes comercializáveis, empalhadas e despalhadas.

2.5 JUREMA-PRETA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A jurema-preta, da família Fabaceae, é uma árvore com cerca de 5 a 7 m de altura, com espinhos. Sua casca é de cor castanho-escuro, grossa, rugosa, fendida longitudinalmente e suas ramificações são abundantes. Possui folhas divididas, com 15 a 33 pares de folíolos brilhantes e inflorescência em espigas com flores amarelas, muito pequenas. O fruto é uma vagem com 2,5 a 5 cm de comprimento. As sementes são pequenas, ovais, achatadas e de cor castanho-clara. É uma espécie endêmica da Caatinga, ocorrendo no semiárido de todos os Estados do Nordeste brasileiro (CAMPANHA; ARAÚJO, 2010).

A jurema-preta é uma planta que perde suas folhas na estação seca, é pioneira e abundante em áreas degradadas da Caatinga. Ocorre em diferentes tipos de solo e tolera

encharcamento periódico. As raízes têm alta capacidade de penetração em terrenos compactos, além de apresentarem-se em simbiose com bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico, contribuindo na recuperação do nitrogênio nos solos. É uma espécie indicadora de uma sucessão secundária progressiva ou de recuperação e sua tendência ao longo do processo é de redução da densidade. No início da sucessão forma mata quase pura. As folhas que caem protegem o solo e fornecem nutrientes, preparando o solo para o aparecimento de plantas mais exigentes. Sua propagação ocorre por sementes e brotação do tronco (CAMPANHA; ARAÚJO, 2010).

É empregada para obras externas como mourões e estacas devido a boa resistência de sua madeira. Fornece excelente lenha e carvão de alto valor energético. Suas folhas servem como forrageiras. Pode ser utilizada na restauração florestal de áreas degradadas, como planta pioneira e rústica, indicada para recuperação do solo e combate a erosão. Em áreas menos degradadas pode ser utilizada em manejo sustentável, para produção de madeira, lenha e carvão. É também uma planta apícola (QUEIROZ, 2009; CAMPANHA; ARAÚJO, 2010; LIMA, 2012).

Assim como a sabiá, a jurema-preta também possui características que favorecem o seu uso em sistemas agroflorestais: simbiose com bactérias que fixam o nitrogênio atmosférico; serve como forrageira palatável para caprinos, sendo indicada para composição de pastos arbóreos; fornece sombra para os animais; grande produtora de serapilheira (DIAS et al., 2008; CAMPANHA; ARAÚJO, 2010).

São raros os trabalhos que incluem a jurema-preta em sistemas agroflorestais, apesar dessa inclusão ser constantemente sugerida (CAMPANHA; ARAÚJO, 2010). Não foram encontrados trabalhos na literatura que incluam a jurema-preta em sistemas agroflorestais silviagrícolas (em aléias ou em *taungya*). Os poucos trabalhos mencionam essa leguminosa em sistemas agroflorestais silvipastoris (DIAS, 2005; DIAS et al., 2007; DIAS et al., 2008). Dias e Souto (2007) objetivaram identificar espécies de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens de dois municípios do Estado do Rio de Janeiro por meio de mudas e concluíram que, das 16 espécies de leguminosas testadas, a jurema-preta foi a mais indicada para ser introduzida com sucesso naquelas pastagens, sem a proteção de suas mudas e na presença do gado. Vale ressaltar que o uso das árvores pode melhorar a produção, a qualidade e a sustentabilidade das pastagens, especialmente quando se usa leguminosas que apresentam-se em simbiose com bactérias que fixam o nitrogênio atmosférico (DIAS, 2005; DIAS; SOUTO, 2007).

2.6 MILHO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O milho é o cereal mais produzido no mundo, sendo cultivado em quase todos os países, sob diversas condições de clima e manejo (CONAB, 2015b). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e o segundo maior exportador desse cereal. De fato, no Brasil, o milho é um dos cereais mais expressivos em termos de volume produzido e destino da produção. Na safra 2013/2014 foram produzidos cerca de 79,9 milhões de toneladas de grãos, em uma área de aproximadamente 15,8 milhões de hectares, números referentes as duas safras (normal e safrinha), com uma produtividade média de 5,1 toneladas ha⁻¹ (CONAB, 2015b).

Entretanto, apesar desses altos volumes de produção e produtividade em termos nacionais, a região Nordeste ainda apresenta-se com rendimentos bem inferiores às outras regiões do país, ainda que o milho seja uma cultura de grande importância social e econômica e que seja cultivado em todos os estados dessa região. A área de milho cultivada na região Nordeste é de 2,9 milhões de hectares, com rendimento de 2,6 toneladas ha⁻¹. No Rio Grande do Norte, o milho é cultivado em todos os municípios, ocupando cerca de 32,4 mil hectares de área plantada, com rendimento de 0,63 toneladas ha⁻¹ (CONAB, 2015b).

O milho é muito utilizado em trabalhos que envolvem sistemas agroflorestais, seja para amortizar os custos de implantação das espécies arbóreas no sistema *taungya* (MONIZ, 1987; OLIVEIRA, 2012; MEDEIROS et al., 2015), seja para diminuir o uso de insumos nitrogenados quando consorciado com leguminosas, no cultivo em aléias (QUEIROZ et al., 2008; BERTALOT et al., 2010; OLIVEIRA, 2012).

Moniz (1987) constatou que o consórcio de eucalipto (*Eucalyptus toleriana* F. Muell) no espaçamento 3,0 m x 2,0 m, com uma fileira de milho, além de proporcionar maior produção de grãos por planta, chegando a superar o monocultivo do milho, também proporcionou diminuição nos custos de implantação florestal entre 60 e 79%, dependendo da densidade de plantio. Fato semelhante a este também foi verificado por Oliveira et al. (1998) que, na consorciação de pinus (*Pinus taeda* L.) com milho, obtiveram redução nos custos de implantação florestal de até 95%, no cultivo intercalar com duas linhas de milho.

Em trabalhos mais recentes, Medeiros et al. (2015), verificaram que o sistema *taungya* reduziu os custos de implantação e manutenção em relação aos monocultivos das árvores em 21 e 27%, para os cultivos com plantas de teca (*Tectona grandis* L.f.) clonais e seminais, respectivamente. Ainda segundo estes autores, a teca no sistema *taungya* cresceu menos, porém apresentou boa tendência de recuperação após a retirada do milho. Oliveira (2012), verificou que houve redução de 92 e 72% nos custos de implantação da gliricídia e da sabiá,

respectivamente, quando a finalidade de produção do milho foi o grão. Quando a finalidade de produção do milho foi espiga verde, houve redução total dos custos de implantação das duas espécies arbóreas.

Como comentado anteriormente, o milho pode ser usado nos sistemas agroflorestais não somente com o intuito de reduzir custos de produção das espécies arbóreas, mas também como uma forma racional de se obter algumas vantagens na presença das árvores. O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio do solo, necessitando quase sempre de adubação nitrogenada complementar para suprir suas necessidades (COELHO et al., 2002). O uso de leguminosas arbóreas e arbustivas poderá ser uma boa alternativa para disponibilizar esses nutrientes, principalmente o nitrogênio, através da adubação verde, nos sistemas de aléias. Queiroz et al. (2008), constataram que o milho, quando consorciado com guandu ou gliricídia no segundo ano de cultivo e com suprimento de fósforo, obteve produtividade semelhante ao milho adubado com nitrogênio fósforo e potássio. 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.

Oliveira (2012) verificou que o cultivo do milho em aléias de gliricídia e sabiá proporcionou número e massa de espigas verdes comercializáveis, empalhadas e despalhadas, semelhantes aos do monocultivo, demonstrando ser algo muito positivo, já que no monocultivo a população foi de 50.000 plantas ha⁻¹ e no consórcio, de 37.500 plantas ha⁻¹. Entretanto, a consorciação com as duas espécies arbóreas reduziu o rendimento de grãos.

2.7 FEIJÃO-CAUPI EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O feijão-caupi apresenta grande importância socioeconômica e desempenha papel fundamental na produção agrícola em várias partes do mundo. É cultivado em regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia, América, Europa e Oceania, abrangendo 97 países (FREIRE FILHO et al., 2011). No período de 2005 a 2009 o feijão-caupi apresentou uma área cultivada em torno de 12,2 milhões de hectares no mundo, produzindo cerca de 5,6 milhões de toneladas por ano, com produtividade média de 0,46 toneladas ha⁻¹ (FREIRE FILHO et al., 2011).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão-caupi. Segundo a FAO, no período de 2005 a 2009, a área cultivada com feijão-caupi no Brasil foi de 1,3 milhão de

hectares, com uma produção de 505,3 mil toneladas. Em 2011 o Nordeste brasileiro foi a região que mais produziu feijão-caupi, com 86% do total. As regiões Norte e Centro-Oeste produziram 11 e 3% do total nacional, respectivamente. Os principais estados produtores no Nordeste são: Ceará, Piauí, Pernambuco, Maranhão, Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte (FREIRE FILHO et al., 2011). O consumo dessa leguminosa também vem se expandindo para as outras regiões do país (SOUZA, 2013).

Existem trabalhos na literatura que envolvem essa leguminosa em sistemas agroflorestais, sendo os quintais agroflorestais o tipo mais frequente (ROSA et al., 2007; VIEIRA et al., 2007).

Santos e Paiva (2002) constataram que sistemas agroflorestais formados por cinco espécies agrícolas (entre elas o feijão-caupi) e duas espécies de eucaliptos (*Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus camaldulensis*) foram economicamente viáveis para pequenos produtores rurais. Cardoso et al. (2011) constataram que não houve diferença nas características de produção entre genótipos de feijão-caupi cultivados em sistemas de agricultura itinerante e em aléias.

A grande maioria dos trabalhos existentes na literatura envolvendo feijão em sistemas agroflorestais usam o feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) como componente (SCHREINER; BALLONI, 1986; PASSOS, 1990; CECCON et al., 1999; OLIVEIRA NETO et al., 2004).

2.8 EFEITO DE PROXIMIDADE ENTRE ÁRVORES E CULTURAS AGRÍCOLAS

Na experimentação agrícola, um termo bastante usado é o efeito de bordadura. Silva (2013) define esse termo como sendo a diferença de comportamento entre plantas ao longo dos lados ou das extremidades de uma parcela e as plantas centrais dessa parcela. O efeito de bordadura pode contribuir para elevar o erro experimental, podendo ser diferente entre tratamentos.

Na experimentação com sistemas agroflorestais existem particularidades que normalmente não se aplicam aos outros sistemas agrícolas (SILVA, 2013). Nos sistemas agroflorestais o efeito de bordadura também existe (HUXLEY, 1987; LANGTON, 1990; SOMARRIBA et al., 2001), mas é interessante se considerar um outro efeito denominado de interface. Para Huxley (1987) o termo interface indica o espaço entre duas fileiras vizinhas de espécies diferentes, numa mesma parcela em consórcio. Vale ressaltar que esse termo é usado para todos os tipos de consórcios, mas nos sistemas agroflorestais ele ganha maior importância, já que existirão diferenças nos hábitos de crescimento entre as árvores e as

culturas anuais. Segundo Silva (2013), na consorciação de árvores com culturas anuais pode haver interesse na determinação da interferência das árvores na cultura anual (e vice-versa) em função da distância das árvores, isto é, pode haver interesse no estudo dos efeitos de proximidade árvore-cultura anual. Por meio desse efeito de proximidade entre as espécies envolvidas nos sistemas agroflorestais, é possível 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 (OLIVEIRA, 2012).

Vieira e Schumacher (2011) quantificaram a produção e a distribuição da parte aérea nas plantas em povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto (híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e acácia-negra (*Acacia mearnsii*) e do milho em sistema agrossilvicultural. Concluíram que a produção total de biomassa das arbóreas, em monocultivo e em plantio misto, não diferiu, mas quando avaliada por compartimentos das plantas, houve interação competitiva interespecífica do eucalipto sobre a acácia-negra, ocasionando a redução da formação de biomassa de copa. Entretanto, a produção total de biomassa do milho não diferiu, independentemente do sistema de cultivo. Macedo et al. (2006) verificaram que, quando em consórcio com alguns clones de eucalipto (dois clones de *Eucalyptus camaldulenses* Dehnh. e dois clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) as fileiras de milho produziram menos quanto mais próximas das fileiras da espécie arbórea, ou seja, o maior rendimento de grãos de milho nos sistemas consorciados foi obtido nas linhas centrais de plantio.

Silva (2013) ressalta, ainda, que a orientação das fileiras de plantas pode ter um papel significativo nos efeitos de proximidade cultura-árvore devido ao efeito de sombreamento das árvores sobre a cultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos sequencialmente na mesma área. No primeiro experimento (experimento-1), milho, feijão-caupi, jurema e sabiá foram avaliados em monocultivo e em consórcio (espécies anuais + espécies arbóreas), em 2012/2013. A altura das árvores não mais permitiu a consorciação leguminosas-culturas anuais para o experimento seguinte. Assim, as árvores dos consórcios de 2012/2013 foram podadas em 2013. As folhas e ramos mais jovens, obtidos da poda, foram incorporados ao solo das áreas entre as fileiras de árvores, e duas cultivares de milho e duas variedades tradicionais de feijão-caupi foram cultivadas nessas áreas e em monocultivo, constituindo o experimento-2.

3.1 LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA

Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (05°03'43,2" de latitude; 37°23'45,5" de longitude; 83 m de altitude), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), distante 20 km da sede do município de Mossoró-RN, durante os períodos maio de 2012/julho de 2013 e julho de 2013/janeiro de 2014.

Segundo a classificação climática de Köppen (1948), que se baseia no regime térmico e pluviométrico, o clima de Mossoró é do tipo BSw^h, ou seja, clima muito seco, insuficiente para o desenvolvimento das culturas agrícolas durante o ano, com maiores precipitações no verão, atrasando-se para o outono. A região possui temperatura do ar média máxima que varia entre 32,1 °C 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). Durante os períodos de realização dos experimentos, alguns dados climáticos foram registrados, como apresentados na Tabela 1.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Tabela 1 – Dados climatológicos de Mossoró-RN durante o período de julho/2012 a janeiro/2014. Mossoró-RN. 2016.¹

Anos	Meses	Temperaturas (°C)			Radiação global total (mj m ⁻² dia ⁻¹)	Precipitação (mm)	Umidades relativas (%)	
		Máx.	Méd.	Mín.			Máx.	Mín.
2012	Julho	33,1	26,4	21,2	19,7	0,8	79,5	31,5
	Agosto	34,2	26,6	20,8	22,4	0,0	75,9	25,6
	Setembro	33,9	26,6	21,1	22,6	0,0	74,9	27,6
	Outubro	34,0	26,9	21,9	22,8	0,0	76,4	30,6
	Novembro	32,9	26,9	22,3	21,9	0,0	80,2	35,7
	Dezembro	33,8	27,5	22,9	20,9	0,0	80,3	34,4
2013	Janeiro	33,9	27,7	23,3	19,9	0,2	79,5	35,4
	Fevereiro	34,6	28,1	23,4	20,8	1,7	79,0	32,9
	Março	34,6	28,3	23,9	19,7	0,1	80,1	34,9
	Abril	33,5	27,5	23,2	19,8	13,0	84,9	38,4
	Maiο	32,2	26,5	22,4	20,0	1,4	86,4	42,9
	Junho	31,2	25,6	21,7	19,3	3,5	87,7	44,5
	Julho	31,4	25,1	20,6	18,3	2,4	87,3	41,2
	Agosto	33,5	26,2	20,3	13,7	0,2	81,9	30,8
	Setembro	33,8	26,7	21,2	15,7	0,4	78,6	31,0
	Outubro	33,9	27,0	21,9	19,2	0,0	79,3	31,8
	Novembro	33,8	27,2	22,4	18,4	0,1	79,3	34,5
	Dezembro	34,1	27,4	22,7	16,7	0,4	82,5	35,8
2014	Janeiro	34,6	27,7	22,7	16,0	0,1	80,1	32,8

¹Dados obtidos em estação meteorológica disponível na fazenda experimental Rafael Fernandes, da UFERSA.

3.2 EXPERIMENTO-1

3.2.1 Obtenção das mudas de jurema e sabiá

Entre os dias 14 e 18/05/2012, foram semeadas sementes de jurema e sabiá em bandejas de isopor, utilizando-se substrato à base de vermiculita e cinzas vegetais. As sementes foram obtidas de populações naturais da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da UFERSA.

Aos 30 dias após a semeadura foi feito o transplante das plantas para sacos de mudas, com 20 cm de altura e 15 cm de diâmetro. Esses sacos foram preenchidos com substrato formado por 1/3 de esterco bovino e 2/3 de solo proveniente do próprio local de implantação dos experimentos.

3.2.2 Preparo do solo, transplântio das mudas e sementeira das espécies anuais

O solo da área experimental foi preparado com duas gradagens. O transplântio das mudas das espécies arbóreas para o local definitivo foi realizado aos 90 dias após a sementeira, para um solo do mesmo tipo referido anteriormente, em área cultivada anteriormente com girassol.

As mudas foram transplântadas para covas com dimensões de 30 cm x 30 cm x 30 cm. Cada cova recebeu 80 g de sulfato de amônio, 480 g de superfosfato simples e 70 g de cloreto de potássio. Essa adubação equivale à aplicação de: 10 kg de N ha⁻¹, 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 25 kg de K₂O ha⁻¹.

Para o milho, antes da sementeira, foram aplicados 40 kg de N ha⁻¹ (sulfato de amônio), 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato simples) e 50 kg de K₂O ha⁻¹ (cloreto de potássio), em sulcos localizados ao lado e abaixo das linhas de sementeira. O feijão foi adubado de maneira semelhante, com exceção da adubação nitrogenada, que foi de 20 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio) em fundação.

As sementeiras do milho e do feijão foram realizadas simultaneamente em 18/08/2012, com quatro sementes/cova de cada espécie. A cultivar de milho foi a AG1051 e a variedade tradicional de feijão foi a Lagoa de Pedra.

3.2.3 Tratamentos experimentais

Os seguintes tratamentos foram avaliados em blocos ao acaso com cinco repetições: monocultivo de sabiá (S), monocultivo de jurema-preta (J), monocultivo de milho (M), monocultivo de feijão-caupi (C), consórcios S+M, S+C, J+M e J+C.

A jurema-preta e a sabiá foram cultivadas em parcelas formadas por três fileiras com quatro plantas em cada uma delas, no espaçamento de 4,0 m x 4,0 m (625 plantas ha⁻¹). Como área útil foi considerada a ocupada pelas duas plantas centrais da fileira central (Figura 1).

O monocultivo das espécies anuais foi realizado sistematicamente, em cada bloco, ao lado da última parcela que continha leguminosas arbóreas, a uma distância de 5,0 m. As parcelas de cada espécie anual foram formadas por quatro fileiras, com 12,0 m de comprimento. A distância entre os cultivos solteiros anuais também foi de 5,0 m. O espaçamento do milho foi de 1,0 m x 0,40 m e o do feijão foi de 1,0 m x 1,0 m, com duas plantas cova⁻¹ nas duas culturas (Figura 2).

Nos monocultivos, em cada espécie anual, como área útil, foi considerada aquela ocupada pelas duas fileiras centrais, eliminando-se as plantas da primeira e última covas de cada fileira.

Nos consórcios, as arbóreas foram cultivadas em parcelas semelhantes às dos monocultivos, sendo o milho e o feijão semeados em três fileiras entre duas fileiras das leguminosas arbóreas, no mesmo espaçamento do monocultivo.

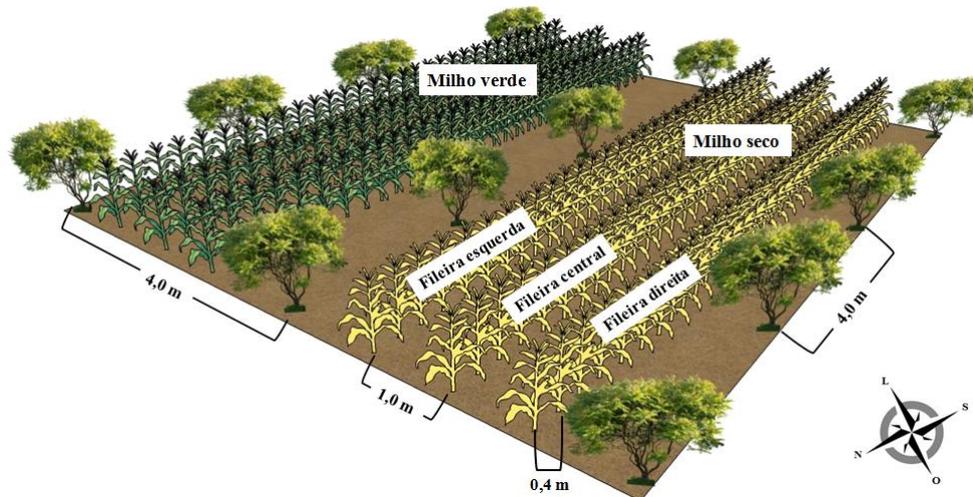


Figura 1 – Representação de uma parcela do cultivo consorciado de milho com uma espécie arbórea. Mossoró-RN. 2016.

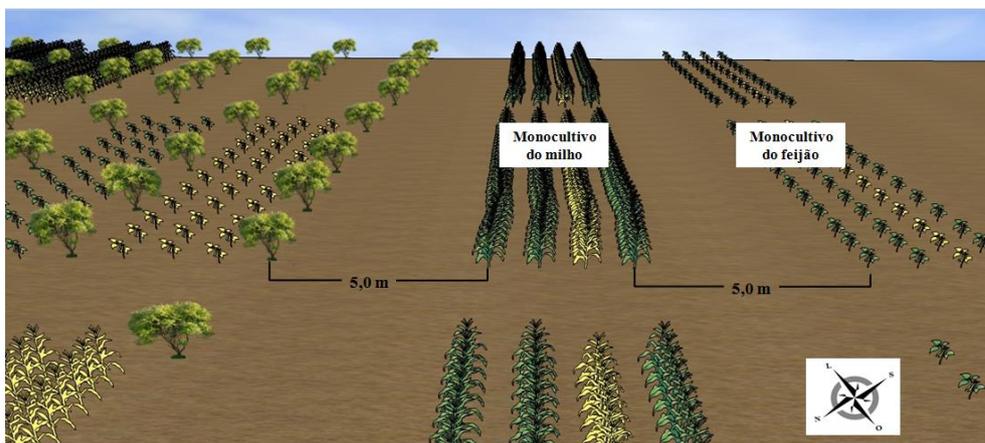


Figura 2 – Representação da disposição dos monocultivos do milho e do feijão.¹

¹Plantas de milho e feijão em amarelo significa que estas foram destinadas à avaliação de rendimento de grãos secos. Mossoró-RN. 2016.

Após o desbaste, as densidades do milho e do feijão nos consórcios foram de 37.500 plantas ha⁻¹ e 15.000 plantas ha⁻¹, respectivamente. As densidades nos monocultivos foram de 50.000 plantas de milho ha⁻¹ e 20.000 plantas de feijão ha⁻¹.

Para as espécies anuais consorciadas, não houve fileiras de bordadura lateral, ou seja, foram avaliadas as seis fileiras da parcela, eliminando-se como bordadura apenas as plantas da primeira e última covas de cada fileira.

3.2.4 Tratos culturais

O experimento foi realizado sob condições de sequeiro, mas foi irrigado por aspersão sempre que necessário, isto é, quando a água retida no solo atingiu a tensão de 0,40 MPa. O turno de rega, nesse caso, foi de dois dias, com três aplicações semanais. As irrigações tiveram início após o transplântio das espécies arbóreas para o campo, sendo suspensas 15 dias antes da colheita do milho seco.

As capinas foram realizadas manualmente, com enxada, sendo a primeira feita aos 24 dias após a semeadura (DAS) das espécies anuais e a segunda aos 47 DAS das espécies anuais. Os desbastes do milho e do feijão ocorreram, respectivamente, aos 24 e 27 DAS, deixando-se duas plantas por cova de cada espécie.

O restante do nitrogênio destinado ao milho (80 kg ha^{-1}) foi aplicado em duas adubações de cobertura, em quantidades iguais, após cada capina, e o restante do nitrogênio destinado ao feijão (20 kg ha^{-1}) foi aplicado uma única vez, após a primeira capina. A fonte de nitrogênio utilizada foi o sulfato de amônio.

Foram realizadas duas pulverizações no milho visando o controle da lagarta-do-cartucho [(*Spodoptera frugiperda* (Smith))], principal praga da cultura na região. As pulverizações levaram em conta o nível de controle da praga, sendo realizadas aos 26 e 40 DAS, ambas utilizando-se o Hostathion 400 BR, na dose de $500 \text{ ml do produto ha}^{-1}$. O feijão foi pulverizado uma única vez aos 34 DAS visando o controle da lagarta-rosca [(*Agrotis ipsilon* (Hufnagel))]. Assim como no milho, a pulverização levou em conta o nível de controle da praga, sendo utilizado o Decis 25 EC, na dose de $160 \text{ ml do produto ha}^{-1}$.

3.2.5 Avaliações

Nas espécies arbóreas, foram avaliados mensalmente a altura da planta e o diâmetro do colo. As avaliações ocorreram no momento do transplântio e a cada mês subsequente, durante 10 meses. A altura da planta foi feita com régua, do nível solo até a inserção da última folha do ramo principal. O diâmetro do colo foi feito com paquímetro digital, a 10 cm do nível do solo, onde foram realizadas duas medidas perpendiculares em cada planta avaliada.

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, os rendimentos foram obtidos através de avaliações realizadas em duas fileiras de cada parcela, sendo uma fileira destinada à avaliação do milho verde e a outra para avaliação de grãos. Nos consórcios, uma das duas áreas ao lado da fileira central de cada arbórea, ocupada 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 (Figura 1). As três fileiras foram colhidas separadamente, visando-se à avaliação do possível efeito de proximidade das árvores sobre o milho, e foram assim denominadas: esquerda, central e direita.

Foram realizadas três colheitas do milho verde (74, 77 e 79 DAS), cujo rendimento 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.

Para o milho seco, foi realizada apenas uma única colheita aos 108 DAS. 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 espiga $^{-1}$ foi estimado em 10 espigas retiradas ao acaso entre aquelas colhidas em cada parcela e a contagem dos grãos foi estimada contando-se o número de grãos em uma fileira da espiga multiplicado pelo número de fileiras. 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).

As alturas da planta e de inserção da espiga foram medidas nas fileiras destinadas as avaliações do milho seco, logo após a colheita, em metade das plantas de cada fileira 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.

Para o feijão, foram estimados os rendimentos de feijão verde e de grãos (feijão seco). As avaliações no feijão seguiram os mesmos procedimentos das avaliações no milho, isto é, a maneira como foram obtidos os rendimentos no monocultivo e nos consórcios foram os mesmos para as duas culturas.

Foram realizadas seis colheitas para o feijão verde (59, 61, 66, 68, 70 e 74 DAS), cujo rendimento foi avaliado por meio de contagem e pesagem das vagens e dos grãos. A massa total de vagens ha^{-1} foi estimada com as vagens colhidas na área útil. O número de vagens planta⁻¹ foi estimado somando-se as vagens de todas as colheitas referentes a parcela e dividindo esse número pelo total de plantas na parcela. O número de grãos vagem⁻¹ foi estimado em 15 vagens retiradas ao acaso entre aquelas colhidas em cada parcela. Com base na massa e no número de grãos das 15 vagens, estimou-se também a massa de 100 grãos. O rendimento de grãos foi corrigido para um teor de umidade de 65,0 % (base úmida).

Foi realizada apenas uma única colheita para o feijão seco (81 DAS) e as avaliações foram as mesmas utilizadas no feijão verde, com exceção do rendimento de grãos que, nesse caso, teve o teor de umidade corrigido para 13,0 % (base úmida).

3.3 EXPERIMENTO-2

O segundo experimento foi delineado de maneira semelhante ao experimento-1, isto é, em blocos ao acaso com cinco repetições, com as exceções relatadas a seguir.

Entre os dias 31/07/2013 e 04/09/2013, 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 jurema e sabiá cortadas. O material distribuído foi incorporado ao solo por gradagem e então se procedeu às semeaduras do milho e do feijão. Também foi realizada a rotação dos cultivos anuais, nos monocultivos e nos consórcios, ou seja, onde tinha sido cultivado o milho no experimento-1, cultivou-se o feijão no experimento-2, e vice-versa.

As parcelas que continham espécies anuais passaram a ter duas cultivares de milho e duas variedades tradicionais de feijão. Para cada linha de 12 m semeada com uma espécie anual, 6 m foram semeados com um genótipo e 6 m com a outro genótipo, da mesma espécie.

As semeaduras das cultivares de milho e de feijão foram realizadas simultaneamente em 13/09/2013 e todo processo de adubação e semeadura foram idênticos aos do experimento-1, inclusive as doses das adubações em cobertura. As cultivares de milho foram a AG4051PRO e a 30F35H. As variedades tradicionais de feijão foram a Lagoa de Pedra e José da Penha.

Antes da realização da primeira capina, foi realizada a coleta das plantas daninhas (04/10/2013). Elas foram coletadas em cada sistema de cultivo, sendo cortadas rente ao solo,

identificadas e pesadas. Para realização da coleta, foi utilizada uma armação com dimensões de 60 cm x 60 cm. Após a identificação botânica, foi calculado o índice de ocorrências das plantas daninhas, definido como sendo a relação entre o número de parcelas em que ocorreu determinada espécie e o número total de parcelas experimentais.

Os tratos culturais e as avaliações, nas duas espécies anuais, foram os mesmos do experimento-1. A primeira capina foi realizada dos 24 aos 27 DAS, e a segunda dos 46 aos 55 DAS. Os desbastes do milho e do feijão foram feitos, respectivamente, aos 28 e aos 27 DAS, deixando-se duas plantas por cova de cada espécie. Foram realizadas três pulverizações no milho, sendo duas visando o controle da lagarta-do-cartucho [(*Spodoptera frugiperda* (Smith))] e uma visando o controle da cigarrinha do milho [(*Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott)] . As pulverizações levaram em conta o nível de controle das pragas, sendo realizadas aos 34, 39 e 59 DAS, todas elas utilizando-se o Lorsban 480, nas doses de 500, 600 e 200 ml do produto ha⁻¹, respectivamente. O feijão foi pulverizado duas vezes, aos 35 e 41 DAS, visando o controle da cochonilha (*Dactylopius coccus* Costa). Assim como no milho, as pulverizações levaram em conta o nível de controle da praga, utilizado-se o Lorsban 480, nas doses de 500 e 600 ml do produto ha⁻¹, respectivamente.

Com o objetivo de avaliar o efeito da incorporação das folhas e dos ramos das espécies arbóreas sobre as propriedades químicas do solo, foram realizadas coletas de solo em cada tratamento, logo após a colheita do milho seco.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados de altura da planta e diâmetro do caule das espécies arbóreas foram considerados como os de um experimento em parcelas subdivididas, com um fatorial 3 x 2 nas parcelas, isto é, três sistemas de cultivo (monocultivo, consórcio com milho e consórcio com feijão) e duas arbóreas (jurema e sabiá), disposto no delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, e épocas de mensuração nas subparcelas.

Foi realizada uma análise com 4 avaliações, período em que as espécies anuais permaneceram em campo, e outra com 10 avaliações, sendo a última realizada poucos mais de um mês antes da poda das árvores. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão.

Em relação às espécies anuais, no experimento-1, os dados de rendimentos e seus componentes para as duas espécies, nas duas finalidades de produção (verde e seco), foram submetidos a dois tipos de análise de variância. No primeiro tipo, para cada espécie

consoiciada, a produão das plantas das três fileiras da área útil foi considerada em conjunto, sendo comparada com seu respectivo monocultivo, equivalendo a três sistemas de cultivo (jurema + espécie anual; sabiá + espécie anual; e monocultivo da espécie anual). 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, as espécies arbóreas consoiciadas foram consideradas como parcelas e a posição das fileiras de plantas, para cada espécie anual, como subparcelas. Nesse caso, considerou-se a produção isolada de cada uma das três fileiras da área útil de cada parcela.

A análise estatística do experimento-2 foi semelhante àquela utilizada no experimento-1, sendo que, no primeiro tipo de análise os dados foram analisados como os de um experimento em parcelas subdivididas, isto é, as espécies arbóreas consoiciadas foram consideradas à nível de parcelas e as cultivares das espécies anuais, as subparcelas, e no segundo tipo de análise, os dados foram analisados como os de um experimento em parcelas subdivididas, isto é, as espécies arbóreas consoiciadas foram consideradas as parcelas, as cultivares de cada espécie anual como as subparcelas e a posição das fileiras de plantas de cada cultivar, como as subsubparcelas.

Para os dados de solo e de plantas daninhas, cada parcela representou um sistema de cultivo, de modo que os valores foram comparados entre si. Nesse caso, os dados foram os de um experimento em blocos ao acaso com oito tratamentos, sendo os dados de solo com quatro repetições e os dados de plantas daninhas com cinco repetições.

As análises de variância foram feitas com o *software* SISVAR, versão 5.3, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Também foi consultado o livro de Campos (1984). As análises de regressão foram feitas com o *software* *Table Curve 2D*, versão 5.01, 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

Como característica do sistema *taungya*, a avaliação econômica foi realizada apenas com os dados do experimento-1, em que foram considerados os custos para a produção das culturas anuais (milho verde e grãos de milho, de feijão verde e de feijão seco) nos consórcios

com jurema 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 das espécies anuais; preparo do solo (aração e gradagem); transporte e plantio das mudas; semeaduras das espécies anuais (adubações base e semeaduras propriamente ditas); tratos culturais (capinas manuais, adubações de cobertura, aplicações de inseticidas); colheitas (manuais); transporte externo; conjunto de irrigação; eletricidade; custos fixos com máquinas, implementos, equipamentos e benfeitorias.

Os custos relativos à implantação das espécies arbóreas cultivadas solteiras ou consorciadas foram comparados e as diferenças resultantes dessa comparação representaram a redução nos custos de implantação das espécies arbóreas.

Para avaliar os custos de implantação nos consórcios, utilizou-se a equação $CT_{AC} = (C_{ANUAL} + C_{ARBÓREA}) - R_{ANUAL}$, em que: CT_{AC} = custo total hectare⁻¹ de implantação da espécie arbórea consorciada com a espécie anual; C_{ANUAL} = custo operacional hectare⁻¹ de produção da cultura anual em sistema de cultivo consorciado; $C_{ARBÓREA}$ = custo operacional hectare⁻¹ de produção da espécie arbórea em sistema de cultivo consorciado; R_{ANUAL} = receita total hectare⁻¹ da cultura anual em sistema de cultivo consorciado.

Os preços dos milhos e feijões (verdes e secos) foram obtidos no início de maio de 2015 com produtores de Mossoró-RN. Os valores (R\$) para espigas de milho verdes empalhadas, grãos de milho seco, grãos de feijão verde e grãos de feijão seco foram, respectivamente, 0,76, 0,50, 6,00 e 4,00 kg⁻¹.

Os preços dos insumos e dos custos para irrigação também foram obtidos no início de maio de 2015, no mercado e com produtores de Mossoró-RN. Os valores são apresentados nas Tabelas 2 a 8.

Tabela 2 – Custos de implantação de um hectare de jurema-preta para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.

Custos variáveis (R\$ 1.885,81)				
Serviços e insumos	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Preparo das mudas				
✓ Sacos plásticos	kg	6,55	17,00	111,35
✓ Sementes	kg	0,09	720,00	64,80
✓ Substrato	kg	6,00	1,50	9,00
✓ Preenchimento das bandejas de isopor e semeadura	d. h.	0,25	39,40	9,85
✓ Irrigação manual das mudas durante um mês (nas bandejas)	d. h.	0,50	39,40	19,70
✓ Esterco bovino	ton.	0,63	80,00	50,40
✓ Preparo do substrato e preenchimento dos sacos	d. h.	0,35	39,40	13,79
✓ Transplântio das mudas para os sacos	d. h.	0,34	39,40	13,40
✓ Irrigação manual das mudas durante dois meses (nos sacos)	d. h.	2,5	39,40	98,50
✓ Desbaste	d. h.	0,23	39,40	9,06
Preparo do solo				
✓ Gradagem com grade niveladora (dois sentidos)	h. tr.	2,00	70,00	140,00
Plantio das mudas				
✓ Transporte para o campo em caixas tipo “K”	d. h.	0,50	39,40	19,70
✓ Coveamento	d. h.	1,30	39,40	51,22
✓ Adubação de plantio				
Sulfato de amônio	kg	50,00	0,85	42,50
Superfosfato simples	kg	300,00	1,42	426,00
Cloreto de potássio	kg	43,75	1,55	67,81
✓ Plantio	d. h.	2,6	39,40	102,44
✓ Replântio	d. h.	0,19	39,40	7,49
Tratos culturais				
✓ Coroamento das mudas (2x)	d. h.	6,00	39,40	236,40
✓ Gradagem para controle de plantas daninhas (2x)	h. tr.	4,00	70,00	280,00
✓ Controle de formigas (formicida)	kg	1,50	12,00	18,00
✓ Aplicação do formicida	d. h.	0,50	39,40	19,70
Outras despesas				
✓ Outras despesas	-	-	-	18,11
Encargos financeiros				
✓ Juros	-	-	-	20,01
Assistência técnica				
✓ Mão-de-obra especializada	-	-	-	36,58
Custos fixos com mão-de-obra (R\$ 151,29)				
Serviços	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra gerencial				
✓ Administração	d. h.	3,00	50,43	151,29

“...continua...”

“TABELA 2, Cont.”

Custos fixos com máquinas e benfeitorias (R\$ 313,24)							
Coeficientes técnicos	Valor do bem novo (R\$)	Vida útil do bem		Utilização do bem na cultura		Participação na renda (%)	Total (R\$)
		anos	horas	dias	horas		
Manutenção e conservação							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	14,00
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	5,12
Depreciação							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	210,00
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	46,08
Seguro							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	1,23
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	0,45
Juros sobre o capital fixo							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	21,00
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	15,36
Custos de oportunidade (R\$ 118,28)							
Coeficientes técnicos	Unidade ¹	Quantidade		Preço unitário (R\$)		Total (R\$)	
Remuneração da terra							
✓ Arrendamento	ha	1,00		111,11		111,11	
Remuneração do capital fixo							
✓ Remuneração do capital fixo	-	-		-		7,17	
Custos operacionais (R\$ 2.350,34)							
Custos operacionais totais							
✓ Custos variáveis totais + custos fixos totais							2.350,34
TOTAL							2.468,62

¹ d. h. = dias homem; h. tr. = horas de trator; ton. = toneladas.

Tabela 3 – Custos de implantação de um hectare de sabiá para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.

Custos variáveis (R\$ 1.849,57)				
Serviços e insumos	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Preparo das mudas				
✓ Sacos plásticos	kg	6,55	17,00	111,35
✓ Sementes	kg	0,12	250,00	30,00
✓ Substrato	kg	6,00	1,50	9,00
✓ Preenchimento das bandejas de isopor e semeadura	d. h.	0,25	39,40	9,85
✓ Irrigação manual das mudas durante um mês (nas bandejas)	d. h.	0,50	39,40	19,70
✓ Esterco bovino	ton.	0,63	80,00	50,40
✓ Preparo do substrato e preenchimento dos sacos	d. h.	0,35	39,40	13,79
✓ Transplante das mudas para os sacos	d. h.	0,34	39,40	13,40
✓ Irrigação manual das mudas durante dois meses (nos sacos)	d. h.	2,5	39,40	98,50
✓ Desbaste	d. h.	0,23	39,40	9,06
Preparo do solo				
✓ Gradagem com grade niveladora (dois sentidos)	h. tr.	2,00	70,00	140,00
Plantio das mudas				
✓ Transporte para o campo em caixas tipo “K”	d. h.	0,50	39,40	19,70
✓ Coveamento	d. h.	1,30	39,40	51,22
✓ Adubação de plantio				
Sulfato de amônio	kg	50,00	0,85	42,50
Superfosfato simples	kg	300,00	1,42	426,00
Cloreto de potássio	kg	43,75	1,55	67,81
✓ Plantio	d. h.	2,6	39,40	102,44
✓ Replante	d. h.	0,19	39,40	7,49
Tratos culturais				
✓ Coroamento das mudas (2x)	d. h.	6,00	39,40	236,40
✓ Gradagem para controle de plantas daninhas (2x)	h. tr.	4,00	70,00	280,00
✓ Controle de formigas (formicida)	kg	1,50	12,00	18,00
✓ Aplicação do formicida	d. h.	0,50	39,40	19,70
Outras despesas				
✓ Outras despesas	-	-	-	17,76
Encargos financeiros				
✓ Juros	-	-	-	19,62
Assistência técnica				
✓ Mão-de-obra especializada	-	-	-	35,88
Custos fixos com mão-de-obra (R\$ 151,29)				
Serviços	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra gerencial				
✓ Administração	d. h.	3,00	50,43	151,29

“...continua...”

“TABELA 3, Cont.”

Custos fixos com máquinas e benfeitorias (R\$ 313,24)							
Coeficientes técnicos	Valor do bem novo (R\$)	Vida útil do bem		Utilização do bem na cultura		Participação na renda (%)	Total (R\$)
		anos	horas	dias	horas		
Manutenção e conservação							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	14,00
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	5,12
Depreciação							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	210,00
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	46,08
Seguro							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	1,23
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	0,45
Juros sobre o capital fixo							
✓ Estufa	700,00	3	-	90	-	100,0	21,00
✓ Caixa d'água de PVC de 1.000 litros	256,00	5	-	90	-	100,0	15,36
Custos de oportunidade (R\$ 118,28)							
Coeficientes técnicos	Unidade ¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)			
Remuneração da terra							
✓ Arrendamento	ha	1,00	111,11	111,11			
Remuneração do capital fixo							
✓ Remuneração do capital fixo	-	-	-	7,17			
Custos operacionais (R\$ 2.314,10)							
Custos operacionais totais							
✓ Custos variáveis totais + custos fixos totais							2.314,10
TOTAL							2.432,38

¹ d. h. = dias homem; h. tr. = horas de trator; ton. = toneladas.

Tabela 4 – Custos de implantação de um hectare de milho verde empalhado, cultivar AG1051, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.

Custos variáveis (R\$ 5.126,69)				
Serviços e insumos	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Preparo do solo				
✓ Gradagem com grade niveladora	h. tr.	2,00	70,00	140,00
✓ Sulcamento	h. tr.	1,50	70,00	105,00
Semeadura				
✓ Semeadura manual	d. h.	4,00	39,40	157,60
✓ Adubação de plantio				
Sulfato de amônio	kg	200,00	0,85	170,00
Superfosfato simples	kg	600,00	1,42	852,00
Cloreto de potássio	kg	87,72	1,55	135,97
✓ Sementes	sac.	1,00	400,00	400,00
✓ Distribuição manual do adubo na linha de plantio	d. h.	1,30	39,40	51,22
Tratos culturais				
✓ Controle de invasoras Capinas manuais (2 x)	d. h.	22,00	39,40	866,80
✓ Controle de pragas Inseticida (2x)	l	1,00	61,00	61,00
✓ Aplicação do inseticida (2x)	d. h.	2,08	39,40	81,95
✓ Adubação de cobertura Sulfato de amônio (2x)	kg	400,00	0,85	340,00
Distribuição manual do adubo na linha de plantio (2x)	d. h.	2,60	39,40	102,44
Irrigação				
✓ Irrigação com conjunto convencional (aspersão)	h. c. i.	222,00	2,96	657,12
✓ Irrigação	d. h.	2,31	39,40	91,01
Colheita				
✓ Colheita manual	d. h.	8,00	39,40	315,20
✓ Mão-de-obra (sacaria)	d. h.	1,00	39,40	39,40
✓ Saco de 60 kg de polipropileno	unid.	173,00	1,40	242,20
✓ Fio para amarração do saco	rolo	1,00	7,60	7,60
✓ Transporte	h	4,00	30,00	120,00
Outras despesas				
✓ Outras despesas	-	-	-	42,79
Encargos financeiros				
✓ Juros	-	-	-	47,80
Assistência técnica				
✓ Mão-de-obra especializada	-	-	-	99,59
Custos fixos com mão-de-obra (R\$ 151,29)				
Serviços	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra gerencial				
✓ Administração	d. h.	3,00	50,43	151,29

“...continua...”

“TABELA 4, Cont.”

Custos fixos com máquinas e benfeitorias (R\$ 821,02)							
Coeficientes técnicos	Valor do bem novo (R\$)	Vida útil do bem		Utilização do bem na cultura		Participação na renda (%)	Total (R\$)
		anos	horas	dias	horas		
Manutenção e conservação							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	222,0	-	1,39
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	222,0	-	6,60
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	79	-	100,0	100,00
✓ Pulverizador Costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	-	0,71
✓ Galpão	10.000,00	25	-	79	-	20,0	40,00
Depreciação							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	222,0	-	24,98
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	222,0	-	118,83
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	79	-	100,0	100,00
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	-	12,73
✓ Galpão	10.000,00	25	-	79	-	20,0	64,00
Seguro							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	222,0	100,0	2,35
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	222,0	100,0	11,15
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	79	-	100,0	2,18
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	100,0	1,60
✓ Galpão	10.000,00	25	-	79	-	21,6	3,79
Juros sobre o capital fixo							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	222,0	100,0	18,75
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	222,0	100,0	89,21
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	79	-	100,0	150,00
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	100,0	12,75
✓ Galpão	10.000,00	25	-	79	-	20,0	60,00
Custos de oportunidade (R\$ 315,82)							
Coeficientes técnicos	Unidade ¹	Quantidade		Preço unitário (R\$)		Total (R\$)	
Remuneração da terra							
✓ Arrendamento	ha	1,00		111,11		111,11	
Remuneração do capital fixo							
✓ Remuneração do capital fixo	-	-		-		204,71	
Custos operacionais (R\$ 6.099,00)							
Custos operacionais totais							
✓ Custos variáveis totais + custos fixos totais							6.099,00
TOTAL							6.414,82

¹ d. h. = dias homem; h. tr. = horas de trator; sac. = saco; h. c. i. = horas do conjunto de irrigação; unid. = unidades; h = horas.

Tabela 5 – Custos de implantação de um hectare de milho grão, cultivar AG1051, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.

Custos variáveis (R\$ 5.450,76)				
Serviços e insumos	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Preparo do solo				
✓ Gradagem com grade niveladora	h. tr.	2,00	70,00	140,00
✓ Sulcamento	h. tr.	1,50	70,00	105,00
Semeadura				
✓ Semeadura manual	d. h.	4,00	39,40	157,60
✓ Adubação de plantio				
Sulfato de amônio	kg	200,00	0,85	170,00
Superfosfato simples	kg	600,00	1,42	852,00
Cloreto de potássio	kg	87,72	1,55	135,97
✓ Sementes	sac.	1,00	400,00	400,00
✓ Distribuição manual do adubo na linha de plantio	d. h.	1,30	39,40	51,22
Tratos culturais				
✓ Controle de invasoras				
Capinas manuais (2 x)	d. h.	22,00	39,40	866,80
✓ Controle de pragas				
Inseticida (2x)	l	1,00	61,00	61,00
✓ Aplicação do inseticida (2x)	d. h.	2,08	39,40	81,95
✓ Adubação de cobertura				
Sulfato de amônio (2x)	kg	400,00	0,85	340,00
Distribuição manual do adubo na linha de plantio (2x)	d. h.	2,60	39,40	102,44
Irrigação				
✓ Irrigação com conjunto convencional (aspersão)	h. c. i.	246,00	2,96	728,16
✓ Irrigação	d. h.	2,56	39,40	100,86
Colheita				
✓ Colheita manual	d. h.	6,00	39,40	236,40
✓ Debulha mecanizada	kg	7.143,14	0,05	357,16
✓ Mão-de-obra (debulha + sacaria)	d. h.	2,00	39,40	78,80
✓ Saco de 60 kg de polipropileno	unid.	120,00	1,40	168,00
✓ Fio para amarração do saco	rolo	1,00	7,60	7,60
✓ Transporte	h	3,00	30,00	90,00
Outras despesas				
✓ Outras despesas	-	-	-	45,03
Encargos financeiros				
✓ Juros	-	-	-	69,25
Assistência técnica				
✓ Mão-de-obra especializada	-	-	-	105,52
Custos fixos com mão-de-obra (R\$ 201,72)				
Serviços	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra gerencial				
✓ Administração	d. h.	4,00	50,43	201,72

“...continua...”

TABELA 5, Cont.”

Custos fixos com máquinas e benfeitorias (R\$ 838,82)								
Coeficientes técnicos	Valor do bem novo (R\$)	Vida útil do bem		Utilização do bem na cultura		Participação na renda (%)	Total (R\$)	
		anos	horas	dias	horas			
Manutenção e conservação								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	246,0	-	1,54	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	246,0	-	7,32	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	93	-	100,0	100,00	
✓ Pulverizador Costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	-	0,71	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	108	-	20,0	40,00	
Depreciação								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	246,0	-	27,68	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	246,0	-	131,68	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	93	-	100,0	100,00	
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	-	12,73	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	108	-	20,0	64,00	
Seguro								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	246,0	100,0	2,34	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	246,0	100,0	11,15	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	93	-	100,0	2,19	
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	100,0	1,59	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	108	-	29,6	5,18	
Juros sobre o capital fixo								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	246,0	100,0	18,75	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	246,0	100,0	89,21	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	93	-	100,0	150,00	
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	16,64	100,0	12,75	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	108	-	20,0	60,00	
Custos de oportunidade (R\$ 390,97)								
Coeficientes técnicos	Unidade ¹	Quantidade		Preço unitário (R\$)		Total (R\$)		
Remuneração da terra								
✓ Arrendamento	ha	1,00		111,11		111,11		
Remuneração do capital fixo								
✓ Remuneração do capital fixo	-	-		-		279,86		
Custos operacionais (R\$6.491,30)								
Custos operacionais totais								
✓ Custos variáveis totais + custos fixos totais							6.491,30	
TOTAL							6.882,27	

¹ d. h. = dias homem; h. tr. = horas de trator; sac. = saco; h. c. i. = horas do conjunto de irrigação; unid. = unidades; h = horas.

Tabela 6 – Custos de implantação de um hectare de feijão verde, variedade tradicional Lagoa de Pedra, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.

Custos variáveis (R\$ 4.206,02)				
Serviços e insumos	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Preparo do solo				
✓ Gradagem com grade niveladora	h. tr.	2,00	70,00	140,00
✓ Sulcamento	h. tr.	1,50	70,00	105,00
Semeadura				
✓ Semeadura manual	d. h.	1,16	39,40	45,70
✓ Adubação de plantio				
Sulfato de amônio	kg	100,00	0,85	85,00
Superfosfato simples	kg	600,00	1,42	852,00
Cloreto de potássio	kg	87,72	1,55	135,97
✓ Sementes	kg	3,87	10,00	38,70
✓ Distribuição manual do adubo na linha de plantio	d. h.	1,30	39,40	51,22
Tratos culturais				
✓ Controle de invasoras Capinas manuais (2 x)	d. h.	22,00	39,40	866,80
✓ Controle de pragas				
Inseticida	l	0,16	52,00	8,32
✓ Aplicação do inseticida	d. h.	0,64	39,40	25,22
✓ Adubação de cobertura				
Sulfato de amônio	kg	100,00	0,85	85,00
Distribuição manual do adubo na linha de plantio	d. h.	1,30	39,40	51,22
Irrigação				
✓ Irrigação com conjunto convencional (aspersão)	h. c. i.	180,00	2,96	532,80
✓ Irrigação	d. h.	1,89	39,40	74,47
Colheita				
✓ Colheita manual	d. h.	14,00	39,40	551,60
✓ Debulha mecanizada	kg	1.247,58	0,25	311,90
✓ Mão-de-obra (debulha + sacaria)	d. h.	1,00	39,40	39,40
✓ Saco de 60 kg de polipropileno	unid.	21,00	1,40	29,40
✓ Fio para amarração do saco	rolo	1,00	7,60	7,60
✓ Transporte	h	0,50	30,00	15,00
Outras despesas				
✓ Outras despesas	-	-	-	35,20
Encargos financeiros				
✓ Juros	-	-	-	36,75
Assistência técnica				
✓ Mão-de-obra especializada	-	-	-	81,75
Custos fixos com mão-de-obra (R\$ 151,29)				
Serviços	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra gerencial				
✓ Administração	d. h.	3,00	50,43	151,29

“...continua...”

“TABELA 6, Cont.”

Custos fixos com máquinas e benfeitorias (R\$ 782,75)								
Coeficientes técnicos	Valor do bem novo (R\$)	Vida útil do bem		Utilização do bem na cultura		Participação na renda (%)	Total (R\$)	
		anos	horas	dias	horas			
Manutenção e conservação								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	-	1,13	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,00	-	5,35	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	100,00	
✓ Pulverizador Costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	-	0,22	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	74	-	20,0	40,00	
Depreciação								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	-	20,25	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,99	-	96,35	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	100,00	
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	-	3,92	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	74	-	20,0	64,00	
Seguro								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	100,0	2,34	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,00	100,0	11,15	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	2,19	
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	100,0	1,59	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	74	-	20,3	3,55	
Juros sobre o capital fixo								
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	100,0	18,75	
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,00	100,0	89,21	
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	150,00	
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	100,0	12,75	
✓ Galpão	10.000,00	25	-	74	-	20,0	60,00	
Custos de oportunidade (R\$ 302,86)								
Coeficientes técnicos	Unidade ¹	Quantidade		Preço unitário (R\$)		Total (R\$)		
Remuneração da terra								
✓ Arrendamento	ha	1,00		111,11		111,11		
Remuneração do capital fixo								
✓ Remuneração do capital fixo	-	-		-		191,75		
Custos operacionais (R\$ 5.140,06)								
Custos operacionais totais								
✓ Custos variáveis totais + custos fixos totais							5.140,06	
TOTAL							5.442,92	

¹ d. h. = dias homem; h. tr. = horas de trator; h. c. i. = horas do conjunto de irrigação; unid. = unidades; h = horas.

Tabela 7 – Custos de implantação de um hectare de feijão seco, variedade tradicional Lagoa de Pedra, para a cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.

Custos variáveis (R\$ 4.084,91)				
Serviços e insumos	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Preparo do solo				
✓ Gradagem com grade niveladora	h. tr.	2,00	70,00	140,00
✓ Sulcamento	h. tr.	1,50	70,00	105,00
Semeadura				
✓ Semeadura manual	d. h.	1,16	39,40	45,70
✓ Adubação de plantio				
Sulfato de amônio	kg	100,00	0,85	85,00
Superfosfato simples	kg	600,00	1,42	852,00
Cloreto de potássio	kg	87,72	1,55	135,97
✓ Sementes	kg	3,87	10,00	38,70
✓ Distribuição manual do adubo na linha de plantio	d. h.	1,30	39,40	51,22
Tratos culturais				
✓ Controle de invasoras Capinas manuais (2 x)	d. h.	22,00	39,40	866,80
✓ Controle de pragas Inseticida	l	0,16	52,00	8,32
✓ Aplicação do inseticida	d. h.	0,64	39,40	25,22
✓ Adubação de cobertura Sulfato de amônio	kg	100,00	0,85	85,00
Distribuição manual do adubo na linha de plantio	d. h.	1,30	39,40	51,22
Irrigação				
✓ Irrigação com conjunto convencional (aspersão)	h. c. i.	180,00	2,96	532,80
✓ Irrigação	d. h.	1,89	39,40	74,47
Colheita				
✓ Colheita manual	d. h.	14,00	39,40	551,60
✓ Secagem manual	d. h.	0,50	39,40	19,70
✓ Debulha mecanizada	kg	810,32	0,25	202,58
✓ Mão-de-obra (debulha + sacaria)	d. h.	0,62	39,40	24,43
✓ Saco de 60 kg de polipropileno	unid.	14,00	1,40	19,60
✓ Fio para amarração do saco	rolo	1,00	7,60	7,60
✓ Transporte	h	0,32	30,00	9,60
Outras despesas				
✓ Outras despesas	-	-	-	34,00
Encargos financeiros				
✓ Juros	-	-	-	39,05
Assistência técnica				
✓ Mão-de-obra especializada	-	-	-	79,33
Custos fixos com mão-de-obra (R\$ 151,29)				
Serviços	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Mão-de-obra gerencial				
✓ Administração	d. h.	3,00	50,43	151,29

“...continua...”

“TABELA 7, Cont.”

Custos fixos com máquinas e benfeitorias (R\$ 782,99)							
Coefficientes técnicos	Valor do bem novo (R\$)	Vida útil do bem		Utilização do bem na cultura		Participação na renda (%)	Total (R\$)
		anos	horas	dias	horas		
Manutenção e conservação							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	-	1,13
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,00	-	5,35
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	100,00
✓ Pulverizador Costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	-	0,22
✓ Galpão	10.000,00	25	-	81	-	20,0	40,00
Depreciação							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	-	20,25
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,99	-	96,35
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	100,00
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	-	3,92
✓ Galpão	10.000,00	25	-	81	-	20,0	64,00
Seguro							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	100,0	2,34
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,00	100,0	11,15
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	2,19
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	100,0	1,59
✓ Galpão	10.000,00	25	-	81	-	22,19	3,79
Juros sobre o capital fixo							
✓ Bomba de 16 CV	2.500,00	-	20.000	-	180,00	100,0	18,75
✓ Sistema de irrigação	11.895,04	-	20.000	-	180,00	100,0	89,21
✓ Cisterna	5.000,00	40	-	74	-	100,0	150,00
✓ Pulverizador costal	1.700,00	-	2.000	-	5,12	100,0	12,75
✓ Galpão	10.000,00	25	-	81	-	20,0	60,00
Custos de oportunidade (R\$ 321,00)							
Coefficientes técnicos	Unidade¹	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)			
Remuneração da terra							
✓ Arrendamento	ha	1,00	111,11	111,11			
Remuneração do capital fixo							
✓ Remuneração do capital fixo	-	-	-	209,89			
Custos operacionais (R\$ 5.019,19)							
Custos operacionais totais							
✓ Custos variáveis totais + custos fixos totais							5.019,19
TOTAL							5.340,19

¹ d. h. = dias homem; h. tr. = horas de trator; h. c. i. = horas do conjunto de irrigação; unid. = unidades; h = horas.

Não foi considerado a implantação do sistema de irrigação e, portanto, os custos do conjunto irrigação, tanto para o milho quanto para o feijão, nas duas finalidades de produção, foram baseados no preço da energia para a região, na potência do conjunto moto-bomba, no funcionamento diário do sistema e nos seus custos fixos.

O preço da energia para produtor rural na região (mês de maio) foi de R\$/KWh 0,25, considerando que o consumo foi realizado no período de tarifa reduzida.

Os custos com o conjunto irrigação foram obtidos da seguinte forma: potência do conjunto moto-bomba x fator de conversão x funcionamento durante o ciclo x preço da energia.

A Tabela 8 apresenta os custos com a irrigação para produzir um hectare de milho e um hectare de feijão, em duas finalidades de cultivo cada um.

Tabela 8 – Resumo dos custos para irrigação de um hectare de milho e um hectare de feijão, em duas finalidades de cultivo, cada um, na cidade de Mossoró-RN. Mossoró-RN. 2016.

Aspectos	Unidades ¹	Finalidade da produção			
		Milho		Feijão	
		Verde	Grão	Verde	Seco
Potência do conjunto moto-bomba	cv	16	16	16	16
Fator de conversão (cv em kW)	-	0,74	0,74	0,74	0,74
Funcionamento diário	h dia ⁻¹	6,00	6,00	4,50	4,50
Funcionamento durante o ciclo	h ciclo ⁻¹	222,00	246,00	180,00	180,00
Preço da energia	R\$ kWh ⁻¹	0,25	0,25	0,25	0,25
Total	R\$	657,12	728,16	532,80	532,80

¹ cv = cavalos; kW = quilowatts; h dias⁻¹ = horas por dia; h ciclo⁻¹ = horas por ciclo; R\$ kWh⁻¹ = reais por quilowatts hora; R\$ = reais.

O cálculo dos custos foi baseado na metodologia de cálculo de custo de produção da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2015a).

Nos custos variáveis, os custos com “outras despesas” foram considerados como sendo 1% sobre todos os gastos com insumos, mão-de-obra e operações mecanizadas, não incluindo gastos com energia elétrica.

Para os custos com encargos financeiros, utilizou-se a equação 1:

$$\left[\frac{8,75 \% \times \left(\frac{\text{insum.} + \text{mão de obra} + \text{oper. mecan.} + \text{ener. elétr.} + \text{outras desp.}}{2} \right)}{12} \right] \times \begin{matrix} \text{tempo de permanência} \\ \text{da cultura no campo,} \\ \text{em meses} \end{matrix} \quad (1)$$

Os custos com assistência técnica foram calculados como sendo 2% sobre todos os custos variáveis, com exceção dos encargos financeiros.

O custo da mão-de-obra fixa corresponde à remuneração do gerente ou proprietário, pelo trabalho de coordenação de administração dedicado à cultura. Estima-se que, durante o ciclo da cultura dos milhos verde e grãos maduros, seriam necessários para esse trabalho três e quatro dias/homem, respectivamente. Para os feijões verde e grãos maduros e para as espécies arbóreas, seriam necessários três dias/homem. O valor do dias/homem considerado é o do salário mínimo, acrescido de 60% de encargos sociais, dividido pelo número de dias trabalhados/mês (25 dias).

No cálculo dos custos com a manutenção dos equipamentos, foi considerado o tempo efetivamente utilizado naquela cultura para evitar-se supervalorização de custos, já que

muitos equipamentos são utilizados em mais de uma cultura. Para máquinas, equipamentos e implementos, usou-se a equação 2:

$$\frac{\left(\frac{\text{valor do bem novo} \times 5\% \times \text{utilização do bem na cultura}}{\text{vida útil do bem}} \right)}{\text{área cultivada}} \quad (2)$$

Para benfeitorias (galpão, cisterna, estufa e caída d'água de PVC), usou-se a equação 3:

$$\frac{(\text{valor do bem novo} \times 2\% \times \text{participação na renda})}{\text{área cultivada}} \quad (3)$$

O método utilizado para o cálculo das depreciações foi o linear, que considera a depreciação como uma função linear da idade do bem, variando uniformemente ao longo da vida útil.

Dessa forma, para o cálculo das depreciações das máquinas e implementos, utilizou-se a equação 4:

$$\left(\frac{\text{valor do bem novo} - \text{valor residual do bem}}{\text{vida útil do bem definida em horas}} \right) \times \frac{\text{total de horas trabalhadas}}{\text{por hectare do bem}} \quad (4)$$

Para o cálculo das depreciações das benfeitorias, utilizou-se a equação 5:

$$\frac{\left[\left(\frac{\text{valor do bem novo} - \text{valor residual bem}}{\text{vida útil do bem novo definida em anos}} \right) \times \text{taxa de ocupação do bem} \right]}{\text{área cultivada da lavoura}} \quad (5)$$

Os seguros correspondem ao valor anual do seguro (prêmio) dos bens. Para máquinas, equipamentos e implementos, utilizou-se a equação 6:

$$\frac{\left(\frac{\text{valor médio do bem} \times 0,75\% \times \text{utilização do bem na cultura}}{\text{utilização do bem na propriedade}} \right)}{\text{área cultivada}} \quad (6)$$

Para benfeitorias, o cálculo do seguro foi realizado conforme a equação 7:

$$\frac{\left(\frac{\text{valor médio do bem} \times 0,35\% \times \text{utilização do bem na cultura}}{\text{utilização do bem na propriedade}} \right)}{\text{área cultivada}} \quad (7)$$

Os juros sobre o capital fixo correspondem à remuneração do capital investido na atividade. Caso o produtor não houvesse aplicado seu capital na atividade, poderia obter um rendimento de 6% ao ano, equivalente à remuneração da Caderneta de Poupança, se optasse por essa aplicação financeira. Para máquinas, equipamentos e implementos, utilizou-se a equação 8:

$$\frac{\left(\frac{\text{valor médio do bem} \times 6\% \times \text{utilização do bem na cultura}}{\text{utilização do bem na propriedade}} \right)}{\text{área cultivada}} \quad (8)$$

Para benfeitorias, o cálculo dos juros sobre o capital fixo foi realizado conforme a equação 9:

$$\frac{\text{valor médio do bem} \times 6\% \times \text{parte da renda}}{\text{área cultivada}} \quad (9)$$

A equação 10 expressa como foi realizado o cálculo da remuneração do capital fixo:

$$\left[\frac{6\% \times \left(\frac{\text{soma dos valores de todos os bens novos}}{2} \right)}{12} \right] \times \begin{matrix} \text{tempo de permanência} \\ \text{da cultura no campo,} \\ \text{em meses} \end{matrix} \quad (10)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO-1

4.1.1 Características de crescimento das espécies arbóreas

No presente trabalho foram frequentes as avaliações de grupos de tratamentos (por exemplo A e B). Nos casos em que não houve efeito da interação, o teste de médias foi aplicado apenas aos efeitos principais dos tratamentos. Quando as interações foram significativas, o teste de médias foi aplicado a níveis de A em cada nível de B, e vice-versa.

Houve efeito de espécies arbóreas (E), de avaliações (A) e da interação E x A para altura de planta e diâmetro do colo das leguminosas arbóreas avaliadas nos quatro primeiros meses após a semeadura (Tabelas 1A e 2A, do Apêndice). A jurema foi superior à sabiá quanto a altura de planta (Tabela 9).

Tabela 9 – Médias da altura de planta e do diâmetro do colo de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, após 210 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

Altura da planta (cm)			
Sistemas de cultivo	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá	
Monocultivos	119	105	112 A
Consórcio com feijão-caupi	127	98	113 A
Consórcio com milho	119	112	116 A
Médias	122 a	105 b	-
CV (%): parcelas = 24,6; subparcelas = 10,1			
Diâmetro do colo (mm)			
Sistemas de cultivo	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá	
Monocultivos	16,4	14,5	15,5 A
Consórcio com feijão-caupi	15,8	12,2	14,0 A
Consórcio com milho	14,9	13,1	14,0 A
Médias	15,7 a	13,3 b	-
CV (%): parcelas = 24,4; subparcelas = 10,5			

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

Para qualquer sistema de cultivo, a altura da planta das duas espécies arbóreas aumentou em função do tempo (Figura 3).

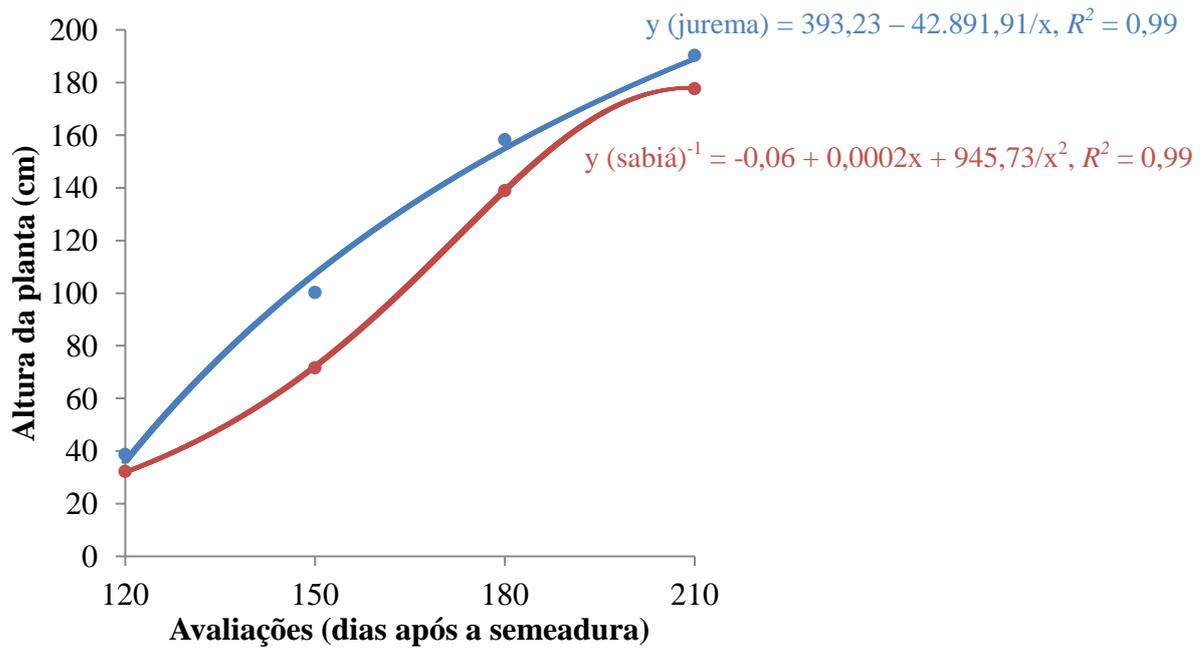


Figura 3 – Altura da planta de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliada até os 210 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

¹ Os parâmetros das equações foram significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

A distância entre as fileiras de plantas das espécies arbóreas e as das espécies anuais no experimento em que se baseou este trabalho foi de 1,0 m. Essa distância pode não ter sido suficiente para promover competição. Daronco et al. (2012) constataram que a utilização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) consorciada com mudas de espécies arbóreas no espaçamento de 1,5 m (entre espécies arbóreas e mandioca) por 0,5 m (entre plantas de mandioca) não trouxe prejuízos ao desenvolvimento das árvores. Ceccon (2005) verificou que o consórcio entre eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) não prejudicou o desenvolvimento da floresta no primeiro ano de condução. Kleinpaul (2008) verificou que plantas de eucalipto (híbrido urograndis) e acácia-negra (*Acacia mearnsii* Willd.) não tiveram alterações em suas alturas quando foram cultivadas com milho ou em cultivos mistos (eucalipto + acácia-negra + milho).

Oliveira (2012), entretanto, verificou que a consorciação proporcionou à sabiá maior altura de planta em relação a gliricídia. Outros trabalhos também evidenciam maiores alturas de plantas de espécies arbóreas quando estas foram cultivadas em consórcio com espécies anuais (SCHREINER; BALLONI, 1986; MARQUES, 1990).

A consorciação pode induzir a competição por água, luz e nutrientes, dependendo da densidade das plantas introduzidas no sistema (DE PAULA; DE PAULA, 2003) e provocar nas espécies arbóreas o desenvolvimento de características que favoreçam o crescimento em

altura do caule, permitindo-lhes elevarem-se acima dos ramos de plantas vizinhas (KEGGE; PIERIK, 2010). Por outro lado, existem trabalhos que mostram que o consórcio prejudica o desenvolvimento das espécies arbóreas. Daniel et al. (2004) observaram que no consórcio de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) e milho, a competição do milho sobre o eucalipto foi maior do que o contrário, em função da proximidade entre a primeira linha da cultura agrícola e a linha de árvores. Constataram que a altura das árvores de eucalipto aos 40 meses foi, aproximadamente, a mesma do que deveria ser aos 12 meses de idade, se seu cultivo tivesse sido solteiro. Vale ressaltar que resultados diferentes podem ter ocorrido em função, também, do local de realização do experimento, das cultivares utilizadas, da época de plantio e do estágio de desenvolvimento das espécies arbóreas.

Assim como na altura de planta, no diâmetro do colo das árvores houve efeito de espécies arbóreas (E), avaliações (A) e da interação E x A (Tabelas 1A e 2A, do Apêndice). A jurema também foi superior à sabiá quanto o diâmetro do colo (Tabela 9). Como aconteceu na altura de planta, para qualquer sistema de cultivo, o diâmetro do colo, nas duas espécies, aumentou em função da idade da planta (Figura 4).

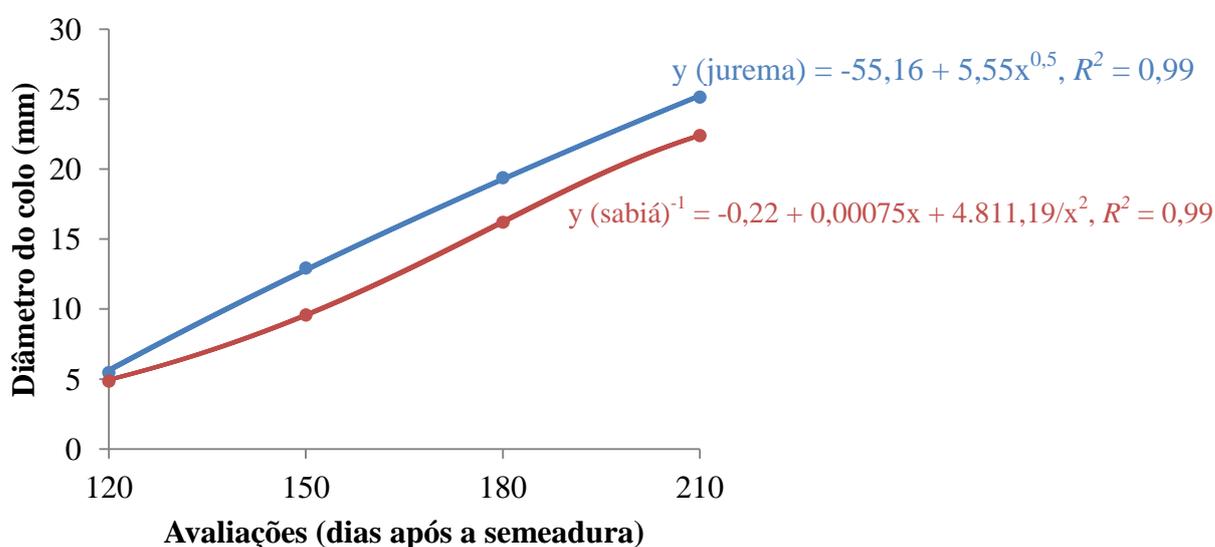


Figura 4 – Diâmetro do colo de duas espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliado até os 210 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

¹ Os parâmetros das equações foram significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

A explicação da ausência do efeito de sistema de cultivo na a altura da planta é válido para explicar esse fenômeno em relação ao diâmetro do colo, isto é, a distância entre as linhas

das espécies arbóreas e das espécies anuais pode não ter sido suficiente para que ocorresse competição.

Carvalho (2009) concluiu que o cultivo de cinco fileiras intercalares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) proporcionou rendimento de grãos equivalente ao obtido no monocultivo, sem prejudicar o crescimento inicial (altura da planta e diâmetro do colo) do eucalipto (híbrido urograndis). Schreiner e Balloni (1986) também estudaram o consórcio de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) com quatro, cinco e seis fileiras de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e verificaram que o aumento do número de fileiras não influenciou o crescimento das plantas de eucalipto em altura e diâmetro do caule, após 35 meses de plantio. Por outro lado, Moretti et al. (2014), constataram aumento na altura e em diâmetro do colo de plantas clonais e seminais de teca (*Tectona grandis* L.f.) no monocultivo em relação ao sistema *taungya* com milho. Oliveira (2012) obteve diâmetros do colo iguais para sabiá solteira e consorciada com milho, mas obteve menor diâmetro do colo da gliricídia quando esta foi consorciada com milho, em relação à gliricídia solteira.

4.1.2 Características do milho

Não houve efeito de sistema de cultivo nas alturas da planta e de inserção da espiga (Tabela 3A, do Apêndice), cujas médias podem ser vistas na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias de alturas da planta e de inserção da espiga e do rendimento de grãos e de seus componentes, da cultivar AG1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Número de espigas ha ⁻¹	Número de grãos espiga ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)
Milho + jurema	149A	82 A	5.084 B	35.113 B	543 A	28,6 A
Milho + sabiá	150 A	84 A	4.909 B	34.556 B	543 A	27,8 A
Milho solteiro	149 A	88 A	7.143 A	46.702 A	537 A	30,2 A
CV (%)	5,4	7,5	9,9	3,2	5,0	5,7

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

O milho permaneceu em consórcio com as espécies arbóreas até os quatro primeiros meses. Assim, as árvores ainda tinham se desenvolvido pouco quando o milho foi colhido. Como não houve diferenças nas alturas da planta e de inserção da espiga entre o milho

solteiro e o milho consorciado, pode-se concluir que não houve influência da presença das árvores. Oliveira (2012) chegou à mesma conclusão quando comparou o crescimento em altura do milho solteiro e o milho consorciado com gliricídia e sabiá. Daniel et al. (2004) concluíram que mesmo aos 15 meses de idade, quando plantas de eucalipto atingiram aproximadamente 3,0 m de altura e diâmetro de copa de 2,5 m, a competição das árvores não foi suficiente para afetar as alturas de planta e de inserção da espiga, em quatro espaçamentos (1,5 m, 3,0 m, 4,5 m e 6,0 m entre plantas).

Nas características avaliadas no milho seco, houve efeito de sistemas de cultivo no rendimento de grãos e número de espigas, mas não houve efeito no número de grãos espiga⁻¹ e massa de 100 grãos (Tabela 3A, do Apêndice). O milho solteiro foi superior aos consórcios quanto ao rendimento de grãos e ao número de espigas (Tabela 10). Não houve diferença entre sistemas de cultivo quanto número de grãos espiga⁻¹ e a massa de 100 grãos. Portanto, a explicação mais provável para o maior rendimento do milho solteiro está relacionada à população de plantas. O milho solteiro foi cultivado com população de 50.000 plantas ha⁻¹, enquanto nos consórcios sua população foi de 37.500 plantas ha⁻¹.

Macedo et al. (2006) concluíram que o rendimento de grãos de milho nos sistemas consorciados com clones de eucalipto foi menor do que o obtido em monocultivo. Entretanto, Oliveira (2012) verificou que o rendimento de grãos do milho solteiro foi semelhante ao do consorciado com gliricídia ou com sabiá. Moniz (1987) verificou que o consórcio de milho com eucalipto proporcionou maior produtividade do milho em comparação ao seu monocultivo.

Nas características avaliadas no milho verde, só houve efeito de sistema de cultivo no número e na massa totais de espigas verdes totais ha⁻¹ (Tabela 4A, do Apêndice), em que o milho solteiro apresentou maior média em relação ao milho dos consórcios, que não diferiram entre si (Tabela 11).

Tabela 11 – Médias dos rendimentos de espigas verdes, da cultivar AG1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	Total de espigas ha ⁻¹		Espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹		Espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹	
	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)	Número	Massa (kg)
Milho + jurema	36.282 B	11.124 B	29.609 A	9.850 A	26.813 A	5.866 A
Milho + sabiá	36.414 B	11.196 B	29.651 A	9.951 A	26.976 A	5.930 A
Milho solteiro	46.542 A	12.708 A	32.803 A	10.368 A	28.987 A	6.059 A
CV (%)	3,4	5,7	12,4	12,3	8,5	9,6

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

O mesmo raciocínio que explica o maior rendimento de grãos do milho solteiro em relação ao consórcio é válido para explicar a superioridade no número e massa totais de espigas verdes ha^{-1} , ou seja, devido a maior população do milho solteiro, houve maior quantidade de espigas produzidas e, conseqüentemente, maior massa total (Tabela 11). Oliveira (2012), em trabalho semelhante, também verificou que o milho solteiro apresentou média superior no número e na massa totais de espigas verdes em relação ao milho consorciado com sabiá ou gliricídia.

Nas outras características de rendimento de milho verde, o milho solteiro não diferiu do milho consorciado (Tabela 11), indicando que o consórcio foi benéfico. São vários os benefícios proporcionados pelos consórcios nos sistemas agroflorestais (BROONKIRD et al., 1985; SILVA, 2008; ABDO et al., 2008). Entretanto, levando em consideração o período de consórcio (quatro primeiros meses), quando as espécie arbóreas ainda estavam em estágio de muda, o milho não pôde usufruir de todos eles. Contudo, alguns desses benefícios podem ter sido determinantes para o bom rendimento da cultura agrícola: a) a adubação das espécies arbóreas pode ter beneficiado o milho; b) pode ter ocorrido transferência de nitrogênio fixado pelas bactérias associadas às plantas de sabiá e jurema para o milho, como demonstrado com outras combinações gramínea-leguminosas (DIAS et al., 2007); c) as leguminosas podem ter controlado, pelo menos em parte, as plantas daninhas, embora tenham sido feitas duas capinas em todo o experimento, pois existem indicações que leguminosas, como a gliricídia e a sabiá, quando em consorciação com milho, controlam plantas daninhas (SILVA et al., 2010; ARAÚJO JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2013; TAVELLA et al., 2014).

Não foram encontrados trabalhos sobre a ação da jurema no controle de plantas daninhas. Entretanto, Silveira et al. (2012), destacam que espécies lenhosas nativas não conseguem se estabelecer sob a copa da jurema, sugerindo um possível efeito alelopático sobre a germinação dessas espécies.

4.1.3 Efeitos de vizinhança milho – espécies arbóreas

Não houve efeito de espécies arbóreas (E), nem da interação E x fileiras (F) nas alturas de planta e de inserção da espiga, havendo efeito de posições das fileiras apenas na altura de planta de milho (Tabela 5A, do Apêndice).

A fileira central proporcionou a maior altura da planta e a fileira da direita, a menor média. A fileira da esquerda apresentou altura intermediária. Não houve diferença entre fileiras na altura de inserção da espiga (Tabela 12).

Tabela 12 – Médias de alturas de planta e de inserção da espiga, da cultivar AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.¹

Posições das fileiras de milho	Altura da planta (cm)			Altura de inserção da espiga (cm)		
	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	147	151	149 AB	81	84	83 A
Central	153	152	153 A	84	85	85 A
Direita	146	148	147 B	80	82	81 A
Médias	149 a	150 a	-	82 a	84 a	-
CV (%): parcelas = 11,6; subparcelas 2,3				parcelas = 17,9; subparcelas 4,0		

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

Oliveira (2012), em trabalho semelhante, também observou maiores alturas de planta e de inserção da espiga nas fileiras central e da esquerda quando o milho foi consorciado com gliricídia ou sabiá. O autor atribuiu as diferenças de altura da planta de milho à orientação das fileiras em relação à radiação solar, o que também pode ter ocorrido nesse trabalho. Entretanto, o fato da fileira central ter proporcionado a maior média de altura de planta neste trabalho também sugere que as fileiras mais próximas às árvores tenham sofrido maior competição.

Em relação às características de rendimento de milho grão, não houve efeito de espécies arbóreas nem da interação espécies arbóreas x posições da fileira. Houve efeito de posições da fileira no rendimento de grãos e seus componentes, com exceção do número de grãos espiga⁻¹ (Tabela 5A, do Apêndice).

O rendimento de grãos, o número de espigas ha⁻¹ e a massa de 100 grãos foram maiores na fileira direita. No número de grãos espiga⁻¹ não houve diferença entre fileiras (Tabela 13).

Tabela 13 – Médias do rendimento de grãos e de seus componentes, da cultivar AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.¹

Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)				Número de espigas ha ⁻¹		
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	4.717	4.277	4.497 B	34.561	32.650	33.606 B
Central	4.697	4.612	4.655 B	34.875	35.166	35.021 AB
Direita	5.826	5.839	5.833 A	35.893	35.863	35.878 A
Médias	5.080 a	4.909 a	-	35.110 a	34.560 a	-
CV (%): parcelas = 16,7; subparcelas = 8,3				parcelas = 6,3; subparcelas = 4,9		
Número de grãos espiga ⁻¹				Massa de 100 grãos (g)		
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	530	540	535 A	28,3	25,6	27,0 B
Central	548	533	541 A	27,5	26,8	27,2 B
Direita	550	555	553 A	29,9	31,0	30,5 A
Médias	543 a	543 a	-	28,6 a	27,8 a	-
CV (%): parcelas = 7,0; subparcelas = 6,9				parcelas = 7,8; subparcelas = 6,7		

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

Apesar das plantas de milho terem apresentado maior altura de planta nas fileiras central e esquerda (Tabela 12), essas fileiras proporcionaram as menores médias em todas as características de rendimento de grãos (Tabela 13), fato semelhante ao obtido por Oliveira (2012). Essa relação talvez esteja associada com a orientação das fileiras em relação aos raios solares. O que pode ter ocorrido é que as plantas das fileiras central e esquerda, para evitar o sombreamento causado pela fileira vizinha, desenvolveram características que fizeram com que essas plantas crescessem mais, o que não significou em um aumento de rendimento. Talvez o maior crescimento para evitar o sombreamento fez com que houvesse um comprometimento na distribuição de carboidratos para a produção de espigas. Entretanto, Marin et al. (2006) concluíram que o rendimento de grãos foi maior nas fileiras de milho mais próximas às plantas de glicíndia, diminuindo gradativamente com o aumento da distância entre as espécies.

Em relação as características de rendimento do milho verde, não houve efeito de espécies arbóreas nem da interação espécies arbóreas x posições da fileira. Houve efeito de posição de fileiras para todas as características de rendimento, com exceção do número total de espigas verdes ha⁻¹ (Tabela 6A, do Apêndice).

Assim como no rendimento de grãos, em todas as características de rendimento do milho verde, a fileira da direita apresentou médias superiores às demais, com exceção do

número total de espigas verdes, cujas médias não diferiram. A fileira da esquerda apresentou rendimentos intermediários e a fileira central apresentou os menores rendimentos (Tabela 14).

O maior rendimento das plantas nas fileiras da direita talvez esteja associado com a orientação das fileiras em relação aos raios solares. O menor rendimento das plantas da fileira central talvez esteja associado à maior competição por água, luz e nutrientes a que essas plantas foram submetidas.

Oliveira (2012) obteve os maiores rendimentos nas plantas da fileira central. É bem verdade que uma das espécies arbóreas consorciadas com milho naquele trabalho foi outra (gliricídia), e espécies diferentes competem de maneira diferente. Apesar disso, todas as espécies consorciadas, nos dois trabalhos, são leguminosas. Isso sugere uma reavaliação dos sistemas de cultivo estudados em relação à posição das fileiras no presente trabalho.

Tabela 14 – Médias dos rendimentos de espigas verdes, da cultivar AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.¹

Número total de espigas ha ⁻¹				Massa de espigas (kg ha ⁻¹)		
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	36.691	36.833	36.762 A	10.817	11.250	11.034 B
Central	35.608	36.150	35.879 A	10.192	10.110	10.151 C
Direita	36.548	36.279	36.414 A	12.372	12.261	12.317 A
Médias	36.282 a	36.421 a	-	11.127 a	11.207 a	-
CV (%): parcelas = 1,0; subparcelas = 2,6				parcelas = 8,8; subparcelas = 3,8		
Número de espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹				Massa de espigas empalhadas comercializáveis (kg ha ⁻¹)		
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	29.287	29.753	29.520 AB	9.398	10.009	9.704 B
Central	27.370	26.881	27.126 B	8.591	8.403	8.497 C
Direita	32.203	32.421	32.312 A	11.577	11.491	11.534 A
Médias	29.620 a	29.685 a	-	9.855 a	9.968 a	-
CV (%): parcelas = 9,0; subparcelas = 8,2				parcelas = 15,3; subparcelas = 8,0		
Número de espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹				Massa de espigas despalhadas comercializáveis (kg ha ⁻¹)		
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	25.755	26.755	26.255 B	5.388	5.885	5.637 B
Central	23.455	23.773	23.614 C	4.916	4.908	4.912 C
Direita	31.244	30.510	30.877 A	7.302	7.026	7.164 A
Médias	26.818 a	27.013 a	-	5.869 a	5.940 a	-
CV (%): parcelas = 11,3; subparcelas = 8,4				parcelas = 16,9; subparcelas = 8,4		

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

4.1.4 Características do feijão

Em relação aos dados de rendimento de grãos secos, só houve efeito de sistema de cultivo na massa de 100 grãos (Tabela 7A, do Apêndice). O consórcio com sabiá proporcionou ao feijão maior média para este caráter, enquanto o feijão solteiro resultou em menor média. O consórcio com jurema proporcionou ao feijão média de massa 100 grãos intermediária (Tabela 15). Como os sistemas de cultivo não diferiram quanto a massa de vagens, ao número de grãos vagem⁻¹ e ao rendimento de grãos, era de se esperar que a massa de 100 grãos de feijão seco também não diferisse. Portanto, a consideração desses dados sugere uma nova avaliação dos sistemas de cultivo estudados neste trabalho.

Tabela 15 – Médias do rendimento de grãos secos de feijão e de seus componentes, da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	Número de grãos vagem ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Feijão + jurema	14,0 A	19,6 AB	20,8 A	1.012 A	749 A
Feijão + sabiá	13,8 A	19,8 A	25,8 A	1.102 A	893 A
Feijão solteiro	14,0 A	18,6 B	17,8 A	1.090 A	811 A
CV (%)	5,0	3,3	26,7	23,4	26,6

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

A população de plantas de feijão solteiro foi maior que nos consórcios, o que sugere que a massa total de vagens e o rendimento de grãos no cultivo solteiro também fossem maiores. Entretanto, os sistemas de cultivo não diferiram quanto a essas características. Nesse sentido, o consórcio com as leguminosas pode ter favorecido o feijão por pelo menos dois motivos: a) a adubação destinada às arbóreas pode ter beneficiado o feijão; b) e as leguminosas arbóreas podem ter diminuído a incidência de plantas daninhas na área consorciada, embora tenham sido feitas duas capinas nessas áreas. Como relatado anteriormente, existem indicações na literatura de que leguminosas, como a gliricídia e a sabiá, quando em consorciação com milho, controlam plantas daninhas (SILVA et al., 2010; ARAÚJO JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2013; TAVELLA et al., 2014). Portanto, esperara-se que jurema e sabiá “controle” plantas daninhas no cultivo consorciado com feijão, contribuindo para aumentar o rendimento dessa cultura.

Em relação aos dados de rendimento de feijão verde, houve efeito de sistema de cultivo para massa total de vagens e número de vagens planta⁻¹ (Tabela 8A, do Apêndice). Os consórcios proporcionaram as maiores médias para essas duas características, mas não diferiram entre si, apesar do feijão solteiro também não ter diferido do consorciado com sabiá na massa total de vagens (Tabela 16).

Tabela 16 – Médias do rendimentos de grãos verdes de feijão e de seus componentes, da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	Número de grãos vagem ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Feijão + jurema	13,0 A	36,2 A	28,0 A	3.782 A	1.848 A
Feijão + sabiá	13,2 A	35,3 A	25,0 A	3.136 AB	1.592 A
Feijão solteiro	12,8 A	35,5 A	13,8 B	2.255 B	1.248 A
CV (%)	4,1	2,7	26,9	20,9	27,4

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

Era de se esperar que o rendimento de grãos verdes nos consórcios fosse maior, já que a massa total de vagens e o número de vagens planta⁻¹ foram maiores nos cultivos consorciados. Entretanto, os aumentos na massa total de vagens e no número de vagens planta⁻¹ nos consórcios não se refletiram em aumento de rendimento de grãos no cultivo solteiro do feijão. O cultivo solteiro do feijão possui uma população maior que nos consórcios e era de se esperar, portanto, um maior rendimento desta cultura solteira, o que não ocorreu, e o rendimento de grãos não diferiu em função dos sistemas de cultivo (Tabela 16). A suposição para isso é a mesma utilizada anteriormente para explicar a ausência de diferença no rendimento de grãos secos de feijão, solteiro e consorciado.

4.1.5 Efeitos de vizinhança feijão – espécies arbóreas

Não houve efeito de espécies arbóreas (E), de fileiras (F) e da interação E x F para as características de rendimento de feijão seco (Tabela 9A, do Apêndice). Apesar de ter havido diferença entre as espécies arbóreas quanto a altura da planta e diâmetro do colo (Tabela 9), essas diferenças não foram suficientes para proporcionar diferenças no rendimento do feijão seco (Tabela 17). Vale ressaltar que a colheita do feijão seco se deu aos 81 dias após a sua semeadura, período em que a jurema e a sabiá estavam, respectivamente, com 180 cm e 174

cm de altura, aproximadamente, de acordo com as respectivas equações de regressão (Figura 3).

Tabela 17 – Médias do rendimento de grãos secos de feijão e de seus componentes, da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições de fileiras. Mossoró-RN. 2016.¹

Massa de vagens (kg ha ⁻¹)				Massa de 100 grãos (g)		
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	1.029	1.115	1.072 A	19,2	19,3	19,3 A
Central	846	1.225	1.036 A	19,3	19,2	19,3 A
Direita	1.057	1.103	1.080 A	19,8	21,2	20,5 A
Médias	977 a	1.148 a	-	19,4 a	19,9 a	-
CV (%): parcelas = 62,2; subparcelas = 23,2				parcelas = 5,0; subparcelas = 6,2		
Número de vagens planta ⁻¹				Número de grãos vagem ⁻¹		
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	21,2	24,0	22,6 A	14,4	14,2	14,3 A
Central	18,2	26,2	22,2 A	13,0	14,0	13,5 A
Direita	21,6	23,2	22,4 A	14,6	13,2	13,9 A
Médias	20,3 a	24,5 a	-	14,0 a	13,8 a	-
CV (%): parcelas = 60,6; subparcelas = 23,0				parcelas = 10,3; subparcelas = 7,4		
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)						
Posições da fileira	Espécies arbóreas		Médias			
	Jurema	Sabiá				
Esquerda	767	815	791 A			
Central	637	919	778 A			
Direita	765	829	797 A			
Médias	723 a	854 a	-			
CV (%): parcelas = 61,7; subparcelas = 24,9						

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

Não houve efeito de espécies arbóreas nas características de rendimento de feijão verde, ao contrário do efeito de fileiras, que foi significativo em todas as características. A interação E x F foi significativa para número de vagens planta⁻¹ e número de grãos vagem⁻¹ (Tabela 10A, do Apêndice).

As explicações da ausência de diferença nas características de rendimento de feijão seco em função das espécies arbóreas também são válidas para explicar a ausência de diferenças nas características de rendimento de feijão verde.

As espécies arbóreas não diferiram entre si quanto às características de rendimento de feijão verde, e as fileiras esquerda e direita produziram mais que a central (Tabela 18).

As colheitas do feijão verde ocorreram dos 59 aos 74 DAS. Durante esse período pode ter ocorrido uma maior competição por água, luz e nutrientes entre as plantas dessa anual, de forma que a fileira central talvez tenha sofrido mais com os efeitos dessa competição, que resultou em menores valores de rendimento (Tabela 18). O que pode ter favorecido as fileiras laterais, principalmente a fileira da esquerda, foi o efeito da orientação das fileiras em relação aos raios solares.

Tabela 18 – Médias do rendimento de grãos verdes de feijão e de seus componentes, da cultivar Lagoa de Pedra, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em três posições da fileira. Mossoró-RN. 2016.¹

Posições da fileira	Massa de vagens (kg ha ⁻¹)			Massa de 100 grãos (g)		
	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	3.962	4.310	4.136 A	36,2	36,2	36,2 A
Central	3.394	2.199	2.797 B	35,5	33,6	34,6 B
Direita	3.905	3.107	3.506 AB	36,2	34,9	35,6 AB
Médias	3.754 a	3.205 a	-	36,0 a	34,9 a	-
CV (%): parcelas = 54,9; subparcelas = 20,6				parcelas = 7,7; subparcelas = 3,0		
Posições da fileira	Número de vagens planta ⁻¹			Número de grãos vagem ⁻¹		
	Espécies arbóreas		Médias	Espécies arbóreas		Médias
	Jurema	Sabiá		Jurema	Sabiá	
Esquerda	28,8 Aa	31,2 Aa	30,0	13,8 Aa	13,2 ABa	13,5
Central	26,2 Aa	17,6 Ba	21,9	13,2 ABa	13,8 Aa	13,5
Direita	27,6 Aa	24,0 Ba	25,8	13,0 Ba	13,0 Ba	13,0
Médias	27,5	24,3	-	13,3	13,3	-
CV (%): parcelas = 51,2; subparcelas = 15,4				parcelas = 5,7; subparcelas = 3,0		
Posições da fileira	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)					
	Espécies arbóreas		Médias			
	Jurema	Sabiá				
Esquerda	1.920	1.999	1.960 A			
Central	1.629	1.113	1.371 B			
Direita	1.861	1.505	1.683 AB			
Médias	1.803 a	1.539 a	-			
CV (%): parcelas = 52,9; subparcelas = 18,1						

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

Apesar de ter ocorrido diferença entre as características de rendimento de feijão verde em relação às posições da fileira, essa diferença não ocorreu para o feijão seco, que teve todas as características de rendimento estatisticamente iguais entre si. Existem algumas justificativas para explicar tais diferenças. A primeira é que a competição das fileiras laterais das plantas de feijão com as espécies arbóreas se intensificou com o tempo. O feijão verde começou a ser colhido aos 59 dias e o feijão seco só foi colhido 22 dias depois. Durante esse

período, as espécies arbóreas aumentaram em altura e diâmetro do colo (Figuras 3 e 4). Portanto, a fileira central foi a que menos sofreu os efeitos da competição com as espécies arbóreas e, conseqüentemente, compensou a produção, se equiparando às demais fileiras, no caso do feijão seco (Tabela 17). Outra justificativa é que a trajetória do Sol varia durante o ano e isso, de alguma forma, pode ter influenciado no rendimento das fileiras de feijão.

Houve efeito da interação espécies arbóreas x fileiras para número de vagens verdes planta⁻¹ e número de grãos verdes vagem⁻¹ (Tabelas 10A e 11A, do Apêndice). Em relação número de vagens planta⁻¹, não houve diferença entre fileiras no consórcio com jurema. Entretanto, no consórcio com sabiá, a fileira da esquerda produziu mais que as outras duas, que não diferiram entre si. Não houve diferença entre espécies arbóreas em relação a cada posição de fileira (Tabela 18).

Em relação ao número de grãos vagem⁻¹ no consórcio com jurema, a fileira da esquerda obteve a maior média e a fileira da direita, a menor média. A fileira central comportou-se de forma intermediária. No consórcio com sabiá, a fileira central proporcionou maior número de grãos vagem⁻¹, enquanto a fileira da direita, o menor número. A fileira da esquerda teve um comportamento intermediário. Não houve diferença no número de grãos vagem⁻¹ entre as fileiras, independente da espécie arbórea consorciada (Tabela 18).

4.1.6 Avaliação econômica

Os custos de implantação das espécies arbóreas e de produção de espigas verdes empalhadas comercializáveis e de grãos de feijão, verde e seco, bem como as receitas com a venda dessas espigas e dos feijões estão apresentados nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 – Custos de implantação de duas leguminosas arbóreas e de produção de espigas de milho verde empalhadas comercializáveis e milho grão, em cultivos puros e consorciados, assim como as receitas com a comercialização do milho nas duas finalidades de cultivo. Mossoró-RN. 2016.

Sistemas 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)	Milho verde	Grãos	Milho verde	Grãos
Consociação jurema-milho com produção de milho verde	2.468,62	4.811,12	7.279,74	7.485,85	-	206,11	-
Consociação jurema-milho com produção de milho grão	2.468,62	5.161,70	7.630,32	-	2.541,94	-	- 5.088,38
Consociação sabiá-milho com produção de milho verde	2.432,38	4.811,12	7.243,50	7.562,91	-	319,41	-
Consociação sabiá-milho com produção de milho grão	2.432,38	5.161,70	7.594,08	-	2.454,26	-	- 5.139,82

Tabela 20 – Custos de implantação de duas leguminosas arbóreas e de produção de grãos de feijões verde e seco, em cultivos puros e consorciados, assim como as receitas com a comercialização do feijão nas duas finalidades de cultivo. Mossoró-RN. 2016.

Sistemas de cultivo	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita total (RT) com a venda do feijão (R\$ ha ⁻¹)		Receita líquida (RT – CT) (R\$ ha ⁻¹)	
	Implantação das leguminosas (CIL)	Produção de feijão (CPF)	Total (CT = CIL + CPF)	Feijão verde	Feijão seco	Feijão verde	Feijão seco
Consortiação jurema-feijão com produção de feijão verde	2.468,62	4.082,19	6.550,81	11.090,76	-	4.539,95	-
Consortiação jurema-feijão com produção de feijão seco	2.468,62	4.005,14	6.473,76	-	2.995,20	-	- 3.478,56
Consortiação sabiá-feijão com produção de feijão verde	2.432,38	4.082,19	6.514,57	9.551,28	-	3.036,71	-
Consortiação sabiá-feijão com produção de feijão seco	2.432,38	4.005,14	6.437,52	-	3.571,52	-	- 2.866,00

Na consorciação das espécies arbóreas para a produção do milho verde foi possível obter uma receita líquida positiva, ou seja, foi possível cobrir os custos de implantação das espécies arbóreas e ainda obter lucro (R\$ 206,11) com a comercialização do milho verde (Tabela 19). Entretanto, quando a finalidade da produção foi o milho grão, o consórcio com as espécies arbóreas não mostrou-se viável no abatimento dos custos de implantação das leguminosas. Isto significa que o milho cultivado nas entrelinhas, tanto da jurema quanto da sabiá, não gerou receita para cobrir os custos de implantação das espécies arbóreas. Ao contrário, o consórcio, neste caso, proporcionou um aumento de mais de 100% nos custos em relação a implantação das espécies arbóreas solteiras.

De forma análoga, ocorreu com o feijão. O consórcio das espécies arbóreas para a produção do feijão verde proporcionou receita líquida positiva, enquanto os consórcios para a produção do feijão seco não geraram receitas líquidas capazes de cobrir os custos de implantação das arbóreas (Tabela 20). No caso do feijão verde, a receita líquida, nos dois consórcios, foi bastante satisfatória. No consórcio com jurema a receita líquida foi de R\$ 4.539,95 e no consórcio com sabiá, de R\$ 3.036,71 (Tabela 20). Essas receitas podem ser explicadas devido ao alto valor pago pelo feijão verde no mercado local, podendo sofrer variações de acordo com a região e com a época do ano.

Os custos para implantação de um hectare de jurema ou sabiá consorciadas com feijão para a produção de grãos secos foram superiores àqueles dos monocultivos das espécies arbóreas (Tabela 20), indicando que, neste caso, o consórcio não é viável economicamente na amortização dos custos, assim como ocorreu com o milho grão, embora com magnitudes diferentes.

Existem vários trabalhos na literatura que demonstram reduções significativas nos custos de implantação das espécies arbóreas em função do cultivo nas suas entrelinhas de espécies anuais de ciclo curto (MONIZ, 1987; PASSOS et al., 1992; OLIVEIRA et al., 1998; DARONCO et al., 2012; OLIVEIRA, 2012), sendo o milho presente em vários destes trabalhos.

Vale ressaltar que o cultivo das culturas anuais nas entrelinhas das espécies arbóreas depende das características de crescimento e desenvolvimento das espécies envolvidas no consórcio (densidade, exigências de água, luz e nutrientes, etc.). É importante, também, saber o momento certo de parar com o consórcio para que não haja prejuízos no cultivo principal. Gurgel Filho (1962) observou que à medida que aumentou o número de linhas de milho entre as fileiras de eucalipto, aumentou, também, o prejuízo em crescimento da planta proporcionada à espécie florestal.

Não foram encontrados registros da utilização do feijão-caupi em sistemas agroflorestais *taungya*. Geralmente, o feijão-caupi é estudado no consórcio com outras espécies de ciclo curto, como as culturas da cana-de-açúcar (SOUZA FILHO; ANDRADE, 1985; ANDRADE; VIEIRA, 1990), mandioca (TÁVORA et al., 1989; TÁVORA et al. 1990), mamona (TÁVORA et al. 1988), algodão (SILVA et al., 1990) e milho (SILVA, 2001; TÁVORA, et al. 2007), sendo necessários estudos que envolvam mais essa espécie em sistemas agroflorestais, principalmente devido sua grande importância nas regiões Norte e Nordeste

4.2 EXPERIMENTO-2

4.2.1 Crescimento das espécies arbóreas

Após o fim dos consórcios, as espécies arbóreas continuaram a crescer em altura da planta e diâmetro do colo (Tabela 12A, do Apêndice, e Figuras 5 e 6, respectivamente). O crescimento das espécies arbóreas, mesmo após o período de consorciação, sugere tolerância à seca por parte dessas espécies, já que durante o período de dezembro de 2012 à maio de 2013 as precipitações pluviais foram muito pequenas, apesar de ser o período mais chuvoso, normalmente, na região (Tabela 1). Isso também explica a necessidade de poda das espécies arbóreas a fim de se fazer novos cultivos consorciados com milho e feijão.

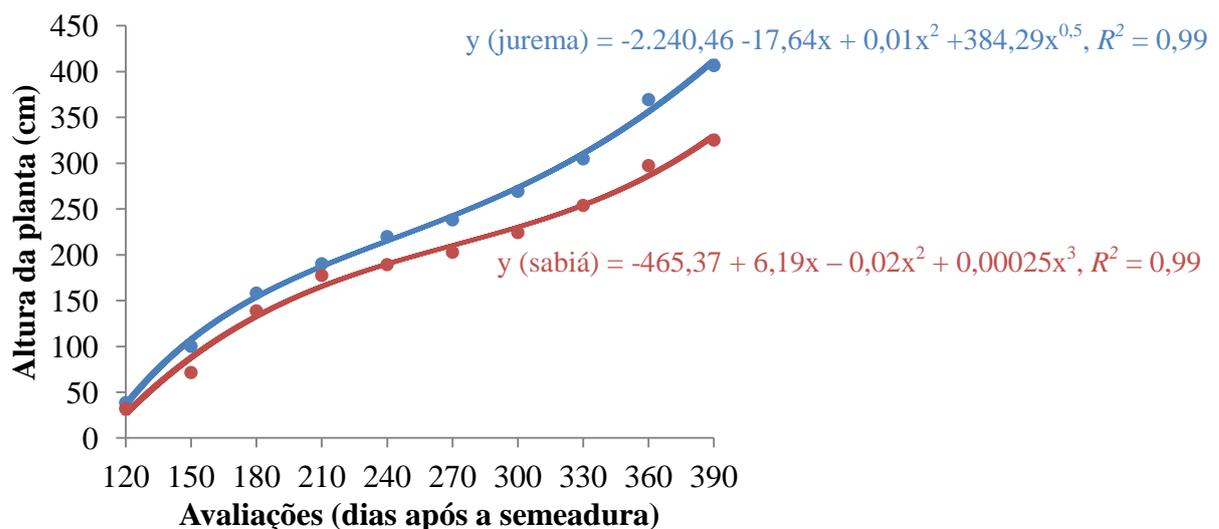


Figura 5 – Altura da planta de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliada até os 390 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

¹ Os parâmetros das equações foram significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

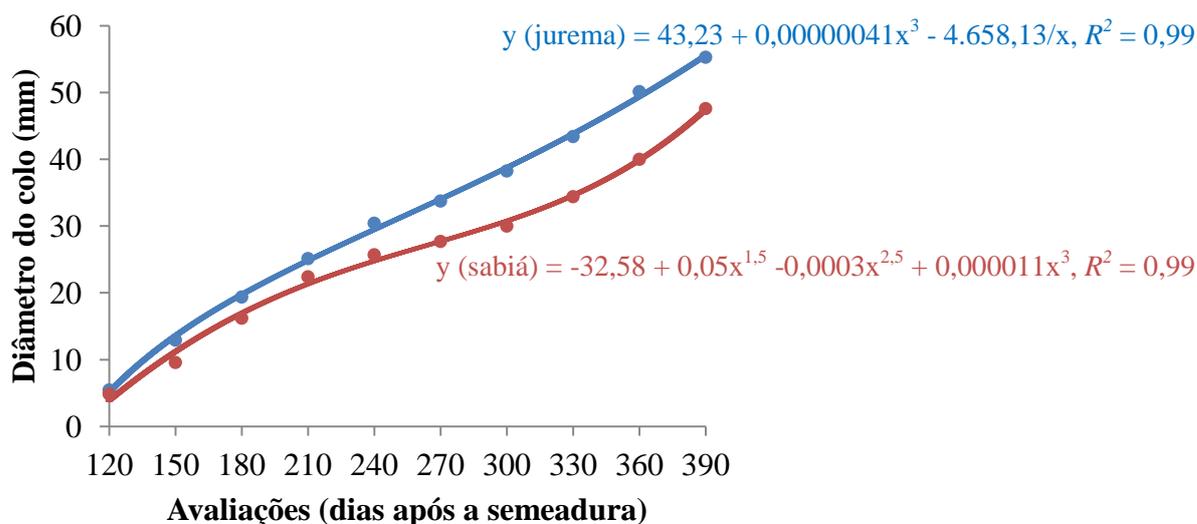


Figura 6 – Diâmetro do colo de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com espécies anuais, em função da idade da planta, avaliada até os 390 dias após a semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

¹ Os parâmetros das equações foram significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

Comparando as duas espécies, pode-se observar na Tabela 21 que a jurema cresceu mais que a sabiá em altura da planta aos 150 DAS e a partir dos 240 DAS. Em relação ao diâmetro do colo, a jurema cresceu mais a partir 240 DAS.

Tabela 21 – Médias de altura da planta e diâmetro do colo de espécies arbóreas após 390 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

Avaliações (dias após a semeadura)	Espécies arbóreas			
	Altura da planta (cm)		Diâmetro do colo (mm)	
	Jurema	Sabiá	Jurema	Sabiá
120	38,7 a	32,3 a	5,45 a	4,85 a
150	100,3 a	71,6 b	12,92 a	9,57 a
180	158,3 a	139,0 a	19,37 a	16,17 a
210	190,4 a	177,7 a	25,14 a	22,38 a
240	220,0 a	189,5 b	30,43 a	25,70 b
270	238,4 a	203,0 b	33,75 a	27,69 b
300	269,5 a	224,5 b	38,25 a	30,02 b
330	305,0 a	254,1 b	43,41 a	34,41 b
360	369,6 a	297,6 b	50,14 a	39,95 b
390	406,8 a	325,4 b	55,30 a	47,62 b
CV (%)	parcela = 38,9; subparcela = 9,5		parcela = 43,6; subparcela = 11,6	

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

Em relação a altura da planta de jurema e de sabiá, os três sistemas de cultivo não diferiram para esta característica até os 240 dias (Tabela 22). A partir dos 270 dias, o consórcio com milho proporcionou às espécies arbóreas médias de altura de planta superiores, com exceção da última avaliação, cujos sistemas de cultivo não diferiram.

Tabela 22 – Médias de altura de planta (cm) de jurema e sabiá solteiras e em consorciação com a cultivar de milho AG1051 e com a variedade tradicional de feijão Lagoa de Pedra, após 390 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

Avaliações (dias após a semeadura)	Sistemas de cultivo		
	Solteiro	Consortiado com feijão	Consortiado com milho
120	39,6 a	36,3 a	30,6 a
150	84,5 a	85,9 a	87,6 a
180	144,1 a	147,4 a	154,6 a
210	180,0 a	181,1 a	191,0 a
240	198,1 a	192,5 a	223,7 a
270	213,7 ab	202,0 b	246,4 a
300	238,4 b	227,9 b	274,8 a
330	271,4 ab	262,5 b	304,8 a
360	321,7 b	318,5 b	360,6 a
390	353,2 a	360,2 a	385,0 a
CV (%)	parcela = 38,9; subparcela = 9,5		

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

Assim como ocorreu na altura de planta, o diâmetro do colo de jurema e de sabiá, nos três sistemas de cultivo, não diferiram até os 240 DAS (Tabela 23). Aos 270 e 300 DAS, o consórcio com milho proporcionou às espécies arbóreas diâmetros do colo superiores aos outros sistemas. Nesse caso, o consórcio com feijão proporcionou os menores valores e o cultivo solteiro proporcionou valores intermediários. A partir dos 330 DAS, os cultivos solteiro e consorciado com milho não diferiram para esta característica e o cultivo com feijão proporcionou as menores médias.

Tabela 23 – Médias do diâmetro do colo (mm) de jurema e sabiá solteiras e em consorciação com a cultivar de milho AG1051 e com a variedade tradicional de feijão Lagoa de Pedra, após 390 dias da semeadura. Mossoró-RN. 2016.¹

Avaliações (dias após a semeadura)	Sistemas de cultivo		
	Solteiro	Consortiado com feijão	Consortiado com milho
120	5,48 a	5,00 a	4,98 a
150	12,24 a	10,79 a	10,69 a
180	19,28 a	17,32 a	16,72 a
210	24,80 a	22,96 a	23,52 a
240	27,40 a	25,80 a	30,99 a
270	30,96 ab	27,10 b	34,10 a
300	34,44 ab	29,34 b	38,64 a
330	39,36 a	33,15 b	44,21 a
360	45,98 a	40,25 b	48,91 a
390	53,03 a	45,89 b	55,46 a
CV (%)	parcela = 43,6; subparcela = 11,6		

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

4.2.2 Características dos resíduos da parte aérea das espécies arbóreas

Não houve efeito das massas dos resíduos da parte aérea (ramos, folhas e caule) entre anuais em uma mesma arbórea, mas houve efeito de espécies arbóreas (Tabela 15A, do Apêndice). Plantas de jurema proporcionaram maiores massas dos resíduos da parte aérea em relação as plantas de sabiá (Tabela 24).

Tabela 24 – Médias dos resíduos da parte aérea de espécies arbóreas submetidas a dois sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.¹

Tratamentos	Massa fresca de ramos finos e folhas (kg ha ⁻¹)	Massa seca de ramos finos e folhas (kg ha ⁻¹)	Massa fresca de ramos mais grossos e caule (kg ha ⁻¹)
<i>Jurema em consorciação</i>			
Feijão	6.842 A	3.135 A	11.991 A
Milho	7.343 A	3.348 A	13.028 A
<i>Sabiá em consorciação</i>			
Feijão	2.411 A	1.171 A	2.755 A
Milho	2.673 A	1.297 A	3.110 A
<i>Jurema vs. sabiá</i>			
Jurema	7.092 A	3.242 A	12.510 A
Sabiá	2.542 B	1.234 B	2.933 B
CV (%)	25,5	24,9	17,2

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.

Nem o cultivo do milho e do feijão um ano antes e nem a incorporação dos seus restos no solo proporcionaram diferenças nos ganhos de massas das espécies arbóreas consorciadas (Tabela 24), o que significa que uma cultura não contribuiu mais do que a outra no ganho de massas das arbóreas. Entretanto, França et al. (2007) verificaram que a incorporação de palha seca de milho causou aumento de mais de 18% na área foliar de plantas de café aos 90 dias após o plantio e favoreceu o acúmulo de biomassa pelas raízes.

Em relação às massas dos resíduos da parte aérea entre as duas espécies arbóreas, a jurema foi superior à sabiá em todas as características (Tabela 24). Como é possível observar nas características de crescimento das arbóreas (Tabela 21), a partir dos 240 dias de idade, as plantas de jurema foram superiores à sabiá em altura da planta e em diâmetro do colo, e isso se estendeu até a última avaliação. Portanto, como característica da própria espécie, as plantas de jurema cresceram mais e, conseqüentemente, produziram mais massa que as plantas de sabiá.

4.2.3 Características do milho

Houve efeito da interação sistemas de cultivo (S) x cultivares (C) nas alturas de planta e de inserção da espiga (Tabelas 16A e 17A, do Apêndice). No consórcio de jurema com milho, a cultivar 30F35H superou a cultivar AG4051PRO em altura de planta, ocorrendo o inverso no monocultivo do milho. No consórcio de sabiá com milho, as duas cultivares de milho tiveram altura de planta semelhantes (Tabela 25). Em relação às cultivares, a cultivar 30F35H teve um maior crescimento quando consorciada, não diferindo em função do consórcio. A cultivar AG4052PRO não diferiu em altura de planta, independentemente do sistema de cultivo (Tabela 25).

Tabela 25 – Médias de alturas de planta e de inserção da espiga de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Altura da planta (cm)			
Sistemas de cultivo	Cultivares de milho		Médias
	AG4051PRO	30F35H	
Consórcio de jurema com milho	168 Ab	179 Aa	174
Consórcio de sabiá com milho	165 Aa	174 Aa	170
Monocultivo do milho	168 Aa	154 Bb	161
Médias	167	169	-
CV (%): parcelas = 5,0; subparcelas = 4,7			
Altura de inserção da espiga (cm)			
Sistemas de cultivo	Cultivares de milho		Médias
	AG4051PRO	30F35H	
Consórcio de jurema com milho	89 Aa	94 Aa	92
Consórcio de sabiá com milho	88 Aa	90 Aa	89
Monocultivo do milho	91 Aa	77 Bb	84
Médias	89	87	-
CV (%): parcelas = 7,4; subparcelas = 6,2			

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

Em relação a altura de inserção da espiga, as cultivares de milho não diferiram, independente do consórcio. No monocultivo, a cultivar AG4052PRO apresentou-se superior quanto a esta característica (Tabela 25). Assim como ocorreu para altura da planta, em relação às cultivares, a cultivar 30F35H teve maior altura de inserção da espiga quando consorciada, não diferindo em função do consórcio. A cultivar AG4052PRO teve a mesma altura de espiga, independentemente do sistema de cultivo (Tabela 25).

Não houve efeito da interação entre sistemas de cultivo (S) x cultivares (C) no rendimento de grãos do milho seco e para suas características. Houve efeito significativo de sistema de cultivo no rendimento de grãos do milho seco e suas características e só houve efeito de cultivares no número de grãos espiga⁻¹ e massa de 100 grãos (Tabela 16A, do Apêndice). Para o rendimento de milho seco e em todas as suas características, o monocultivo superou os consórcios, que não diferiram entre si (Tabela 26). Uma explicação para o maior rendimento de grãos e o maior número de espigas no monocultivo é que a população de plantas nesse sistema de cultivo foi maior, como relatado anteriormente. No consórcio de jurema com milho, apesar da massa de grãos ter sido maior do que no consórcio com sabiá, essa superioridade não representou em aumento no rendimento. Mesmo que a massa dos grãos tenha sido maior no consórcio com jurema, ainda assim não foi suficiente para superar o rendimento do milho consorciado com sabiá.

Tabela 26 – Médias do rendimento de grãos e seus componentes de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)				Número de espigas ha ⁻¹		
Sistemas de cultivo	Cultivares de milho		Médias	Cultivares de milho		Médias
	AG4051PRO	30F35H		AG4051PRO	30F35H	
Milho + jurema	3.743	4.360	4.052 B	33.904	36.038	34.971 B
Milho + sabiá	4.213	4.370	4.292 B	35.559	36.253	35.906 B
Milho solteiro	7.462	6.750	7.106 A	47.692	48.077	47.885 A
Médias	5.139 a	5.160 a	-	39.052 a	40.123 a	-
CV (%): parcelas = 15,5; subparcelas = 13,6				parcelas = 6,5; subparcelas = 6,5		
Número de grãos espiga ⁻¹				Massa de 100 grãos (g)		
Sistemas de cultivo	Cultivares de milho		Médias	Cultivares de milho		Médias
	AG4051PRO	30F35H		AG4051PRO	30F35H	
Milho + jurema	393	473	433 B	29,6	26,3	27,9 AB
Milho + sabiá	410	512	461 B	30,5	24,6	27,6 B
Milho solteiro	445	552	499 A	33,8	26,7	30,3 A
Médias	416 b	512 a	-	31,3 a	25,9 b	-
CV (%): parcelas = 5,5; subparcelas = 4,8				parcelas = 6,6; subparcelas = 5,9		

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

A cultivar 30F35H apresentou maior número de grãos espiga⁻¹ e menor massa de 100 grãos em relação à cultivar AG4051PRO. Entretanto, essa maior massa de grãos não se converteu em maior rendimento. As duas cultivares não diferiram em relação ao rendimento de grãos e nem no número total de espigas.

Nas características avaliadas no milho verde, não houve efeito da interação sistemas de cultivo (S) x cultivares (C) e nem de cultivares. Entretanto, houve efeito de sistema de cultivo nas características de rendimento de milho verde (Tabela 18A, do Apêndice). O maior rendimento do milho solteiro para todas as características pode ser explicado devido a maior população de plantas nesse sistema de cultivo. Em relação aos consórcios, as duas espécies arbóreas proporcionaram comportamentos semelhantes quanto às características de rendimento do milho (Tabela 27).

Tabela 27 – Médias dos rendimentos de espigas verdes de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Número de espigas ha ⁻¹				Massa de espigas (kg ha ⁻¹)		
Sistemas de cultivo	Cultivares de milho		Médias	Cultivares de milho		Médias
	AG4051PRO	30F35H		AG4051PRO	30F35H	
Milho + jurema	36.062	36.642	36.352 B	7.848	8.537	8.193 B
Milho + sabiá	38.653	37.500	38.077 B	8.117	8.941	8.529 B
Milho solteiro	49.590	49.135	49.363 A	12.844	13.207	13.026 A
Médias	41.435 a	41.092 a	-	9.603 a	10.228 a	-
CV (%): parcelas = 6,7; subparcelas = 6,7				parcelas = 13,1; subparcelas = 13,4		
Número de espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹				Massa de espigas empalhadas comercializáveis (kg ha ⁻¹)		
Sistemas de cultivo	Cultivares de milho		Médias	Cultivares de milho		Médias
	AG4051PRO	30F35H		AG4051PRO	30F35H	
Milho + jurema	26.436	27.714	27.075 B	6.555	7.292	6.924 B
Milho + sabiá	26.142	29.064	27.603 B	6.391	7.714	7.053 B
Milho solteiro	39.742	44.712	42.227 A	11.132	12.534	11.833 A
Médias	30.773 a	33.830 a	-	8.026 a	9.180 a	-
CV (%): parcelas = 15,4; subparcelas = 14,9				parcelas = 18,0; subparcelas = 17,5		
Número de espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹				Massa de espigas despalhadas comercializáveis (kg ha ⁻¹)		
Sistemas de cultivo	Cultivares de milho		Médias	Cultivares de milho		Médias
	AG4051PRO	30F35H		AG4051PRO	30F35H	
Milho + jurema	21.358	25.649	23.504 B	3.815	4.627	4.221 B
Milho + sabiá	23.443	25.224	24.334 B	3.967	4.705	4.336 B
Milho solteiro	37.457	37.789	37.623 A	7.163	7.022	7.093 A
Médias	27.419 a	29.554 a	-	4.982 a	5.451 a	-
CV (%): parcelas = 21,9; subparcelas = 20,1				parcelas = 26,8; subparcelas = 24,6		

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

4.2.4. Efeitos de vizinhança milho – espécies arbóreas

Não houve efeito de espécies arbóreas (E), de cultivares (C), de fileiras (F) e nem das interações E x C, E x F, C x F e E x C x F nas alturas de planta e de inserção da espiga (Tabela 19A, do Apêndice, e Tabela 28). Em relação às espécies arbóreas, só houve efeito no número de grãos espiga⁻¹. Em relação as cultivares, houve efeito no número de espigas, número de grãos espiga⁻¹ e massa de 100 grãos. Nas posições da fileira, houve efeito no rendimento de grãos e número de grãos espiga⁻¹.

Tabela 28 – Médias de alturas de planta e de inserção da espiga, de três fileiras de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Altura da planta (cm)							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	174,0	176,9	171,9	170,0	178,4	174,3 A
	Sabiá	168,2	169,5	168,6	165,4	172,1	168,8 A
Cultivares	AG4051PRO	169,5	169,1	164,5	-	-	167,7 A
	30F35H	172,6	177,2	176,0	-	-	175,2 A
Médias		171,1 a	173,2 a	170,3 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 7,5; subparcelas = 9,9; subsubparcelas = 3,2							
Altura de inserção da espiga (cm)							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	90,5	94,2	90,3	90,0	93,3	91,7 A
	Sabiá	87,5	89,4	87,6	88,4	87,9	88,2 A
Cultivares	AG4051PRO	89,8	90,6	87,3	-	-	89,2 A
	30F35H	88,2	93,0	90,7	-	-	90,6 A
Médias		89,0 a	91,8 a	89,0 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 10,6; subparcelas = 13,1; subsubparcelas = 4,8							

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

Não houve diferença no número total de espigas do milho consorciado com sabiá daquele consorciado com jurema. A sabiá consorciada com milho proporcionou um maior número de grãos espiga⁻¹ em relação à jurema, o que não significou em aumento no rendimento (Tabela 29).

A cultivar 30F35H produziu um maior número de espigas e um maior número de grãos espiga⁻¹ do que a cultivar AG4051PRO, mas isso não significou em aumento no rendimento. O raciocínio para explicar isso é o mesmo anterior, ou seja, como a massa dos

grãos da cultivar AG4051PRO foi maior, isso pode ter compensado o seu rendimento, fazendo com que as duas cultivares não diferissem quanto a esta característica.

Em relação às posições da fileira, as fileiras central e direita tiveram rendimentos semelhantes entre si e superiores à fileira esquerda. Não houve diferença no número total de espigas e nem na massa de 100 grãos. O que pode justificar essa superioridade no rendimento é que as fileiras central e direita também proporcionaram um maior número de grãos espiga⁻¹ (Tabela 29).

Tabela 29 – Médias do rendimento de grãos e de seus componentes de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	3.524	4.574	3.732	3.616	4.270	3.943 A
	Sabiá	3.614	4.382	4.382	4.020	4.232	4.126 A
Cultivares	AG4051PRO	3.522	4.204	3.730	-	-	3.818 A
	30F35H	3.617	4.752	4.384	-	-	4.251 A
Médias		3.569 b	4.478 a	4.057 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 29,9; subparcelas = 32,0; subsubparcelas = 15,3							
Número de espigas ha ⁻¹							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	34.152	35.590	35.021	33.893	35.949	34.921 A
	Sabiá	35.205	36.194	35.651	35.177	36.189	35.683 A
Cultivares	AG4051PRO	34.279	35.620	33.706	-	-	34.535 B
	30F35H	35.078	36.163	36.966	-	-	36.069 A
Médias		34.679 a	35.892 a	35.336 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 6,1; subparcelas = 5,0; subsubparcelas = 6,4							
Número de grãos espiga ⁻¹							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	398	457	426	385	469	427 B
	Sabiá	415	472	472	401	505	453 A
Cultivares	AG4051PRO	365	419	395	-	-	393 B
	30F35H	449	510	502	-	-	487 A
Médias		407 b	465 a	449 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 7,3; subparcelas = 9,7; subsubparcelas = 6,4							
Massa de 100 grãos (g)							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	27,9	27,9	27,3	29,2	26,2	27,7 A
	Sabiá	26,5	27,8	27,3	29,9	24,4	27,2 A
Cultivares	AG4051PRO	29,5	30,2	29,1	-	-	29,6 A
	30F35H	24,9	25,5	25,4	-	-	25,3 B
Médias		27,2 a	27,9 a	27,3 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 16,4; subparcelas = 11,7; subsubparcelas = 6,6							

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

Nas características de rendimento do milho verde, não houve efeito das interações E x C, C x F e E x C x F, e nem de espécies arbóreas e cultivares. A interação E x F foi significativa no número e na massa de espigas empalhadas comercializáveis e no número de espigas despalhadas comercializáveis. O efeito de posições da fileira foi significativo nas massas de espigas totais e despalhadas comercializáveis (Tabelas 20A e 21A, do Apêndice, e Tabela 30).

Tabela 30 – Médias dos rendimentos de milho verde de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Número de espigas ha ⁻¹							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	34.370	37.836	36.186	35.589	36.673	36.131 A
	Sabiá	37.067	37.788	39.375	38.654	37.500	38.077 A
Cultivares	AG4051PRO	35.755	38.702	36.907	-	-	37.121 A
	30F35H	35.683	36.923	38.654	-	-	37.087 A
Médias		35.719 a	37.812 a	37.781 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 12,4; subparcelas = 14,8; subsubparcelas = 11,1							
Massa de espigas (kg ha ⁻¹)							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	6.631	9.357	7.882	7.493	8.420	7.957 A
	Sabiá	7.760	9.056	8.765	8.112	8.942	8.527 A
Cultivares	AG4051PRO	6.723	8.974	7.711	-	-	7.803 A
	30F35H	7.668	9.439	8.937	-	-	8.681 A
Médias		7.196 b	9.207 a	8.324 a	-	-	-
CV (%) parcelas = 15,6; subparcelas = 30,1; subsubparcelas = 14,0							
Número de espigas empalhadas comercializáveis ha ⁻¹							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	19.725 Bc	32.429 Aa	25.627 Ab	24.812	27.041	25.927 A
	Sabiá	25.240 Aa	29.135 Aa	28.401 Aa	26.110	29.074	27.592 A
Cultivares	AG4051PRO	21.640	29.615	25.129	-	-	25.461 A
	30F35H	23.326	31.948	28.900	-	-	28.058 A
Médias		22.483 b	30.782 a	27.014 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 23,9; subparcelas = 35,7; subsubparcelas = 19,2							
Massa de espigas empalhadas comercializáveis (kg ha ⁻¹)							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	4.695 Bc	8.616 Aa	6.531 Ab	6.137	7.091	6.614 A
	Sabiá	6.131 Ab	7.735 Aa	7.281 Aab	6.383	7.716	7.049 A
Cultivares	AG4051PRO	4.905	7.629	6.247	-	-	6.260 A
	30F35H	5.922	8.722	7.565	-	-	7.403 A
Médias		5.413 c	8.176 a	6.906 b	-	-	-
CV (%): parcelas = 25,5; subparcelas = 43,6; subsubparcelas = 20,3							

“...continua...”

“TABELA 30, Cont.”

Número de espigas despalhadas comercializáveis ha ⁻¹							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	16.482 Bc	28.324 Aa	22.476 Ab	19.843	25.011	22.427 A
	Sabiá	22.356 Aa	25.529 Aa	25.083 Aa	23.414	25.231	24.323 A
Cultivares	AG4051PRO	17.878	25.288	21.720	-	-	21.629 A
	30F35H	20.960	28.564	25.840	-	-	25.121 A
Médias		19.419 b	26.926 a	23.780 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 28,8; subparcelas = 43,4; subsubparcelas = 22,5							
Massa de espigas despalhadas comercializáveis (kg ha ⁻¹)							
Tratamentos		Posições da fileira			Cultivares		Médias
		Esquerda	Central	Direita	AG4051PRO	30F35H	
Espécies arbóreas	Jurema	2.874	5.208	3.986	3.539	4.507	4.023 A
	Sabiá	3.850	4.785	4.369	3.963	4.706	4.335 A
Cultivares	AG4051PRO	2.989	4.492	3.771	-	-	3.751 A
	30F35H	3.735	5.501	4.584	-	-	4.607 A
Médias		3.362 c	4.997 a	4.178 b	-	-	-
CV (%): parcelas = 39,3; subparcelas = 52,8; subsubparcelas = 23,1							

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

As cultivares de milho não diferiram no rendimento e em todas as suas características, apesar da variedade 30F35H ter produzido mais de 850 kg ha⁻¹ em relação à AG4051PRO em todas as características de massa, e 2.597 e 3.492 espigas ha⁻¹, para números de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas, respectivamente (Tabela 30). O rendimento do milho verde e suas características também não diferiram em função do consórcio com as espécies arbóreas (Tabela 30).

Houve efeito da interação E x F para número e massa de espigas empalhadas comercializáveis e número de espigas despalhadas comercializáveis. (Tabelas 20A e 21A, do Apêndice, e Tabela 30). O efeito das espécies arbóreas em cada posição de fileiras de milho foi praticamente o mesmo nas três características. Nesse caso, o consórcio do milho com sabiá proporcionou as maiores médias na fileira esquerda. Nas outras duas fileiras as três características não diferiram em função do consórcio com as espécies arbóreas. Nas posições de fileiras em cada espécie arbórea, no consórcio com jurema a fileira central apresentou as maiores médias e a fileira esquerda, às menores médias, para as três características. No consórcio com sabiá, a posição das fileiras não diferiram entre si no número de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas. Na massa de espigas empalhadas comercializáveis, a fileira central proporcionou as maiores médias, enquanto que a fileira esquerda às menores médias e a fileira direita, médias intermediárias (Tabela 30).

Em relação a posição das fileiras de milho, houve diferença nas massas de espigas totais e número e massas de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis. As fileiras da esquerda proporcionaram médias inferiores às demais. Nas massas de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis a fileira central foi superior às demais, mas na massa total de espigas não diferiu da fileira da direita. Para o número de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis as fileiras central e da direita apresentaram médias superiores à fileira esquerda (Tabela 30).

Existem diferenças de comportamento dos rendimentos nas posições da fileira de milho verde entre o primeiro e o segundo experimentos. No primeiro experimento, pode-se dizer que as fileiras centrais proporcionaram as piores médias de rendimento em todas as características, e as fileiras da direita, as melhores médias. Entretanto, no segundo experimento, as fileiras centrais proporcionaram as maiores médias, seguidas das fileiras da direita. Alguns fatores podem ter contribuído para que houvesse essa diferença no comportamento das características de rendimento entre as posições das fileiras nos dois experimentos: a) radiação global total; b) épocas de condução dos experimentos; c) estádios de desenvolvimento das espécies arbóreas.

O primeiro experimento foi realizado entre os meses de agosto e dezembro de 2012, e o segundo, entre os meses de setembro de 2013 e janeiro de 2014. Nesses dois períodos, os dados climáticos foram diferentes (Tabela 1), principalmente a radiação global total, com valores superiores no primeiro experimento. Um dos fatores que determina o potencial produtivo das plantas é a radiação (OTEGUI; BONHOMME, 1998). O milho é uma cultura bastante exigente em luz e os diferentes índices de radiação solar durante os dois experimento podem ter gerado efeitos diferentes nas características de rendimento quanto às posições das fileiras.

Em relação às épocas de condução dos experimentos e considerando as estações meteorológicas, o primeiro experimento foi realizado durante o final do inverno e o início do verão (entre os meses de agosto e dezembro). O segundo experimento foi realizado durante toda a primavera e o começo do verão (entre os meses de setembro e janeiro). Isso significa que o movimento do Sol durante a mudança das estações do ano pode ter relação direta nas características de rendimento do milho quanto à posição das fileiras, embora o movimento do Sol na região de realização do experimento não muda muito ao longo do ano devido a proximidade à linha do Equador.

Em relação aos estádios de desenvolvimento das espécies arbóreas, no primeiro experimento, essas espécies foram levadas ao campo ainda pouco desenvolvidas. Isso

significa que a competição destas com as plantas de milho por fatores como água, luz e nutrientes foi relativamente pequena, principalmente para as fileiras de milho mais próximas as espécies arbóreas. No segundo experimento, o porte das espécies arbóreas já foi maior e, apesar do corte da parte aérea dessas plantas, a competição foi maior, já que tinham um sistema radicular bem desenvolvido e uma boa capacidade de rebrota. Essa diferença no porte das espécies arbóreas entre os dois experimentos pode ter proporcionado diferentes formas de competição entre as fileiras de milho, de modo que no primeiro experimento a fileira central proporcionou os piores rendimentos e no segundo experimento, os maiores, já que as fileiras laterais (esquerda e direita) estariam, teoricamente, em maior competição com as arbóreas.

No caso do milho grão, também houve diferença nos dois experimentos no comportamento da posição das fileiras nas características de rendimento do milho. No primeiro experimento, as três fileiras tiveram o mesmo comportamento em relação ao número de grãos espiga⁻¹, mas em todas as outras características, a fileira da direita foi superior às demais, que não diferiram entre si (Tabela 13). No segundo experimento, as três fileiras não diferiram quanto ao número total de espigas e a massa de 100 grãos, enquanto que as fileiras central e direita proporcionaram os melhores rendimentos nas outras características, não diferindo entre si (Tabela 29). Oliveira (2012), em trabalho semelhante a este, também obteve o menor rendimento de grãos na fileira da esquerda.

A variação da trajetória do Sol durante os dois experimentos pode ter sido o principal fator responsável por essas diferenças no comportamento das características de rendimento entre as posições das fileiras para produção de milho grão.

4.2.5. Características do feijão

Não houve efeito da interação sistemas de cultivo (S) x variedades tradicionais (V) para as características de rendimento do feijão seco. Houve efeito de sistemas de cultivo para massa total de vagens, massa de 100 grãos e rendimento de grãos e houve efeito de variedades tradicionais para número de vagens planta⁻¹, número de grãos vagem⁻¹ e rendimento de grãos (Tabela 22A, do Apêndice, e Tabela 31).

Tabela 31 – Médias do rendimento e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão seco, em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	Massa de vagens (kg ha ⁻¹)			Massa de 100 grãos (g)		
	Variedades tradicionais de feijão		Médias	Variedades tradicionais de feijão		Médias
	Lagoa de Pedra	José da Penha		Lagoa de Pedra	José da Penha	
Feijão + jurema	901	858	880 AB	18,5	18,9	18,7 B
Feijão + sabiá	822	513	668 B	20,9	20,1	20,5 A
Feijão solteiro	1523	1.372	1.448 A	18,7	20,6	19,7 AB
Médias	1.082 a	914 a	-	19,4 a	19,9 a	-
CV (%): parcelas = 53,6; subparcelas = 24,6				parcelas = 6,4; subparcelas = 6,5		
Sistemas de cultivo	Número de vagens planta ⁻¹			Número de grãos vagem ⁻¹		
	Variedades tradicionais de feijão		Médias	Variedades tradicionais de feijão		Médias
	Lagoa de Pedra	José da Penha		Lagoa de Pedra	José da Penha	
Feijão + jurema	19,0	17,2	18,1 A	15,2	15,8	15,5 A
Feijão + sabiá	17,8	10,0	13,9 A	13,8	14,8	14,3 A
Feijão solteiro	24,2	18,2	21,2 A	15,4	15,8	15,6 A
Médias	20,3 a	15,1 b	-	14,8 b	15,5 a	-
CV (%): parcelas = 50,4; subparcelas = 20,5				parcelas = 8,2; subparcelas = 5,5		
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)						
Sistemas de cultivo	Variedades tradicionais de feijão		Médias			
	Lagoa de Pedra	José da Penha				
Feijão + jurema		713	639	676 AB		
Feijão + sabiá		654	383	519 B		
Feijão solteiro		1.191	1.018	1.105 A		
Médias		853 a	680 b	-		
CV (%): parcelas = 54,6; subparcelas = 23,3						

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

Em relação aos sistemas de cultivo, o feijão solteiro foi superior ao consórcio com sabiá quanto a massa total de vagens e o rendimento de grãos. O consórcio com jurema proporcionou valores intermediários (Tabela 31). A maior massa de grãos do feijão consorciado com sabiá não foi suficiente para proporcionar a esse sistema de cultivo o maior rendimento de grãos, pois sua massa total de vagens foi a menor (Tabela 31). O feijão solteiro foi cultivado com uma população de 20.000 plantas, enquanto que no feijão consorciado a população foi de 15.000 plantas. Era esperado que a massa total de vagens e o rendimento de grãos fossem, portanto, maiores no feijão solteiro, pois os três sistemas de cultivo produziram o mesmo número de vagens planta⁻¹ e o mesmo número de grãos vagem⁻¹.

Em relação as variedades tradicionais, a Lagoa de Pedra produziu mais vagens planta⁻¹ do que à José da Penha, que produziu um maior número de grãos vagem⁻¹. A relação entre essas duas características talvez tenha proporcionado às variedades a mesma massa total de vagens (Tabela 31). Entretanto, essa ausência de diferença na massa total de vagens não refletiu no rendimento de grãos, já que a variedade Lagoa de Pedra foi superior.

Em relação aos dados de rendimento de feijão verde, não houve efeito da interação sistemas de cultivo (S) x variedades tradicionais (V) para nenhuma característica. Houve efeito de sistema de cultivo para massa total de vagens, número de vagens planta⁻¹ e rendimento de grãos, e houve efeito de variedades tradicionais para massa total de vagens e massa de 100 grãos (Tabela 23A, do Apêndice, e Tabela 32). Em relação aos sistemas de cultivo, o feijão solteiro foi superior aos consórcios em massa total de vagens, número de vagens planta⁻¹ e rendimento de grãos. Nessas mesmas características os sistemas consorciados não diferiram entre si. Para massa de 100 grãos e número de grãos vagem⁻¹, os três sistemas não diferiram entre si (Tabela 32).

Tabela 32 – Médias do rendimento e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão verde, em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	Massa de vagens (kg ha ⁻¹)			Massa de 100 grãos (g)		
	Variedades tradicionais de feijão		Médias	Variedades tradicionais de feijão		Médias
	Lagoa de Pedra	José da Penha		Lagoa de Pedra	José da Penha	
Feijão + jurema	1.589	1.662	1.626 B	31,8	34,6	33,2 A
Feijão + sabiá	1.238	1.650	1.444 B	33,1	34,5	33,8 A
Feijão solteiro	2.843	3.682	3.263 A	32,5	35,2	33,9 A
Médias	1.890 b	2.331 a	-	32,5 b	34,8 a	-
CV (%): parcelas = 26,6; subparcelas = 22,7				parcelas = 3,7; subparcelas = 3,1		
Sistemas de cultivo	Número de vagens planta ⁻¹			Número de grãos vagem ⁻¹		
	Variedades tradicionais de feijão		Médias	Variedades tradicionais de feijão		Médias
	Lagoa de Pedra	José da Penha		Lagoa de Pedra	José da Penha	
Feijão + jurema	17,0	14,8	15,9 B	14,2	14,0	14,1 A
Feijão + sabiá	12,8	13,8	13,3 B	14,0	13,8	13,9 A
Feijão solteiro	23,2	22,0	22,6 A	13,8	14,4	14,1 A
Médias	17,7 a	16,9 a	-	14,0 a	14,1 a	-
CV (%): parcelas = 28,4; subparcelas = 15,9				parcelas = 3,6; subparcelas = 4,3		
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)						
Sistemas de cultivo	Variedades tradicionais de feijão		Médias			
	Lagoa de Pedra	José da Penha				
Feijão + jurema	1.147	1.017	1.082 B			
Feijão + sabiá	756	821	789 B			
Feijão solteiro	1.935	1.777	1.856 A			
Médias	1.279 a	1.205 a	-			
CV (%): parcelas = 37,0; subparcelas = 18,9						

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

As variedades tradicionais só diferiram para massa total de vagens e massa de 100 grãos, sendo que a variedade José da Penha foi superior à Lagoa de Pedra em relação a estas duas características (Tabela 32). Não há uma explicação lógica para isso, pois era de se esperar que a superioridade da José da Penha se estendesse ao rendimento de grãos, o que não

ocorreu. A consideração desses dados sugere, portanto, uma reavaliação dessas variedades no presente trabalho.

4.2.6. Efeitos de vizinhança feijão – espécies arbóreas

Houve efeito das interações espécies arbóreas (E) x variedades tradicionais (V) para número de vagens planta⁻¹ e V x posições de fileiras (F) para massa de 100 grãos e rendimento de grãos. Não houve efeito da interação E x F para o rendimento do feijão seco e seus componentes (Tabelas 24A a 26A, do Apêndice).

Para a interação E x V em relação ao número de vagens planta⁻¹, as duas variedades de feijão não diferiram quando consorciadas com jurema, mas o consórcio com sabiá proporcionou a variedade Lagoa de Pedra um maior número de vagens planta⁻¹ (Tabela 33). Independentemente da espécie arbórea consorciada com a variedade Lagoa de Pedra, o número de vagens planta⁻¹ foi o mesmo, estatisticamente. Para a variedade José da Penha, o consórcio com jurema proporcionou a esta variedade um maior número de vagens planta⁻¹.

Para a interação V x F em relação a massa de 100 grãos, as cultivares não diferiram nas fileiras esquerda e central. Na fileira da direita, a variedade Lagoa de Pedra foi superior quanto a esta característica (Tabela 33). Aliás, para a variedade Lagoa de Pedra, a fileira da direita também foi superior às demais fileiras, que não diferiram entre si. Não houve diferença na massa de 100 grãos entre as fileiras para a variedade José da Penha. No rendimento de grãos para a interação V x F, a variedade Lagoa de Pedra foi superior à José da Penha nas fileiras central e direita, não diferindo na fileira esquerda. O menor rendimento de grãos para a variedade Lagoa de Pedra ocorreu na fileira esquerda, e os maiores, nas fileiras central e direita, que não diferiram entre si. Para a variedade José da Penha, a fileira central foi a que proporcionou o maior rendimento de grãos, enquanto que as outras duas proporcionaram rendimentos inferiores e não diferiram entre si.

Tabela 33 – Médias do rendimento de grãos secos e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão, cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)					
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	814	943	870	892	859	876 A
	Sabiá	532	752	638	810	471	641 B
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	740	928	886	-	-	851 A
	José da Penha	605	767	621	-	-	664 B
Médias		673 b	848 a	754 ab	-	-	-
CV (%): parcela = 23,4; subparcela = 39,2; subsubparcela = 16,7							
		Massa de 100 grãos (g)					
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	18,1	19,0	18,9	18,5	18,9	18,7 B
	Sabiá	20,2	19,7	21,6	20,9	20,1	20,5 A
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	18,9 Ab	18,7 Ab	21,5 Aa	-	-	19,7 A
	José da Penha	19,4 Aa	20,0 Aa	19,1 Ba	-	-	19,5 A
Médias		19,2 a	19,4 a	20,3 a	-	-	-
CV (%): parcela = 10,6; subparcela = 13,1; subsubparcela = 9,3							
		Número de vagens planta ⁻¹					
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	16,5	19,4	18,8	18,9 Aa	17,5 Aa	18,2 A
	Sabiá	11,0	15,5	13,5	17,7 Aa	9,0 Bb	13,3 B
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	16,0	19,6	19,3	-	-	18,3 A
	José da Penha	11,5	15,3	13,0	-	-	13,3 B
Médias		13,8 b	17,5 a	16,2 a	-	-	-
CV (%): parcela = 25,3; subparcela = 35,6; subsubparcela = 16,2							
		Número de grãos por vagem ⁻¹					
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	15,4	15,2	15,5	15,3	15,5	15,4 A
	Sabiá	13,9	14,5	13,7	13,9	14,1	14,0 B
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	14,3	15,0	14,5	-	-	14,6 A
	José da Penha	15,0	14,7	14,7	-	-	14,8 A
Médias		14,7 a	14,9 a	14,6 a	-	-	-
CV (%) parcela = 7,7; subparcela = 11,6; subsubparcela = 6,8							
		Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)					
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	609	714	694	705	639	672 A
	Sabiá	405	587	501	645	350	498 B
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	566 Ab	729 Aa	731 Aa	-	-	675 A
	José da Penha	448 Ab	571 Ba	464 Bb	-	-	494 B
Médias		507 b	650 a	598 a	-	-	-
CV (%): parcela = 16,2; subparcela = 39,6; subsubparcela = 16,1							

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

Houve efeito de espécies arbóreas para o rendimento de grãos secos e seus componentes. Para variedades tradicionais e fileiras houve efeito para massa total de vagens e para número de vagens planta⁻¹ (Tabela 24A, do Apêndice).

Em relação as espécies arbóreas, o consórcio com jurema proporcionou às variedades de feijão maiores massa total de vagens, número de grãos vagem⁻¹ e rendimento de grãos. A sabiá consorciada só superou a jurema quanto a massa de 100 grãos de feijão (Tabela 33). O maior rendimento do feijão consorciado com jurema se deu devido ao maior número de grãos vagem⁻¹ e a maior massa total de vagens obtidos nesse consórcio. Mesmo que o consórcio com sabiá tenha proporcionado ao feijão uma maior massa de grãos, isso não foi suficiente para que essa superioridade refletisse no rendimento.

Em relação as variedades, a Lagoa de Pedra foi superior à José da Penha para massa total de vagens. Ambas não diferiram quanto ao número de grãos vagem⁻¹. A posição das fileiras de feijão não influenciou no número de grãos vagem⁻¹. As fileiras central e direita proporcionaram os maiores números de vagens planta⁻¹, e não diferiram entre si. Para massa total de vagens, a fileira central proporcionou a maior média e a fileira da esquerda, a menor. Na fileira da direita, a massa total de vagens foi intermediária.

Em relação aos dados do feijão verde, houve efeito das interações espécies arbóreas (E) x variedades tradicionais (V) para massa de 100 grãos, E x posições de fileiras (F) para rendimento de grãos e V x F para massa total de vagens, número de vagens planta⁻¹ e rendimento de grãos (Tabelas 27A a 30A, do Apêndice). Espécies arbóreas e posições das fileiras foram significativos para número de grãos vagem⁻¹, não havendo diferença entre variedades tradicionais para esta característica. Não houve efeito de espécies arbóreas para massa total de vagens e número de vagens planta⁻¹ e para posições de fileiras sobre a massa de 100 grãos (Tabela 27A, do Apêndice).

Para variedades em espécies arbóreas, no consórcio com jurema, a variedade de feijão José da Penha foi superior à Lagoa de Pedra em relação a massa de 100 grãos. As duas variedades não diferiram quanto a esta característica no consórcio com sabiá. O consórcio com sabiá proporcionou à variedade Lagoa de Pedra massa de 100 grãos superior ao consórcio com jurema, mas não houve diferença entre as espécies arbóreas para esta característica na variedade José da Penha (Tabela 34).

Em relação as espécies arbóreas em posição de fileira, as fileiras esquerda e central proporcionaram maior rendimento de grãos no consórcio com jurema, não havendo diferença de rendimento na fileira da direita, entre as espécies arbóreas consorciadas. No consórcio com jurema, as fileiras esquerda e central obtiveram os maiores rendimentos, não diferindo entre

si. No consórcio com sabiá, as três fileiras não diferiram entre si em relação ao rendimento de grãos de feijão (Tabela 34).

Tabela 34 – Médias do rendimento de grãos verdes e de seus componentes de variedades tradicionais de feijão, cultivadas em três fileiras, em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Massa de vagens (kg ha ⁻¹)							
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	1.519	1.562	1.576	1.496	1.610	1.553 A
	Sabiá	1.485	1.622	1.379	1.287	1.704	1.495 A
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	1.405 Aab	1.605 Aa	1.164 Bb	-	-	1.391 B
	José da Penha	1.599 Aa	1.579 Aa	1.791 Aa	-	-	1.656 A
Médias		1.502 a	1.592 a	1.478 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 33,9; subparcelas = 22,2; subsubparcelas = 17,1							
Massa de 100 grãos (g)							
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	32,5	31,4	33,4	30,9 Bb	33,9 Aa	32,4 A
	Sabiá	34,1	34,8	33,3	33,6 Aa	34,6 Aa	34,1 A
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	33,1	31,8	31,9	-	-	32,3 B
	José da Penha	33,5	34,5	34,9	-	-	34,3 A
Médias		33,3 a	33,1 a	33,4 a	-	-	-
CV (%): parcelas = 9,1; subparcelas = 4,8; subsubparcelas = 7,1							
Número de vagens planta ⁻¹							
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	15,8	16,7	14,1	16,5	14,6	15,5 A
	Sabiá	13,1	14,5	12,9	12,8	14,2	13,5 A
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	14,4 Ab	17,0 Aa	12,5 Ab	-	-	14,6 A
	José da Penha	14,5 Aa	14,2 Ba	14,5 Aa	-	-	14,4 A
Médias		14,5 ab	15,6 a	13,5 b	-	-	-
CV (%): parcelas = 30,7; subparcelas = 25,9; subsubparcelas = 16,2							
Número de grãos por vagem ⁻¹							
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	14,6	14,1	13,8	14,3	14,0	14,2 A
	Sabiá	14,3	13,3	13,5	13,8	13,6	13,7 B
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	14,5	13,9	13,8	-	-	14,1 A
	José da Penha	14,4	13,5	13,5	-	-	13,8 A
Médias		14,5 a	13,7 b	13,7 b	-	-	-
CV (%): parcelas = 4,0; subparcelas = 4,3; subsubparcelas = 5,6							
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)							
Tratamentos		Posições da fileira			Variedades tradicionais		Médias
		Esquerda	Central	Direita	Lagoa de Pedra	José da Penha	
Espécies arbóreas	Jurema	1.149 Aa	1.137 Aa	870 Ab	1.101	1.003	1.052 A
	Sabiá	797 Ba	833 Ba	790 Aa	781	832	807 A
Variedades tradicionais	Lagoa de Pedra	888 Bb	1.122 Aa	813 Ab	-	-	941 A
	José da Penha	1.057 Aa	848 Bb	846 Ab	-	-	917 A
Médias		973 a	985 a	830 b	-	-	-
CV (%): parcelas = 39,9; subparcelas = 15,3; subsubparcelas = 15,4							

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

Em relação as variedades em posição de fileira, quanto ao rendimento de grãos, a Lagoa de Pedra foi superior à José da Penha na fileira central, ocorrendo o inverso na fileira da esquerda. As duas variedades não diferiram para esta característica na fileira da direita. A fileira central da variedade Lagoa de Pedra proporcionou rendimento de grãos superior às outras duas fileiras, que não diferiram entre si. Para a variedade José da Penha, a fileira da esquerda foi a que apresentou o maior rendimento. As outras duas fileiras proporcionaram rendimentos inferiores e não diferiram entre si (Tabela 34). As variedades Lagoa de Pedra e José da Penha não diferiram quanto a massa total de vagens nas fileiras esquerda e central. Entretanto, a variedade José da Penha produziu massa total de vagens superior à variedade Lagoa de Pedra na fileira da direita. Não houve diferença de massa total de vagens entre as três fileiras na variedade José da Penha. Para a variedade Lagoa de Pedra, a fileira central foi superior à fileira da direita, que proporcionou a menor média. A fileira da esquerda obteve massa total de vagens intermediária (Tabela 34). Quanto ao número de vagens planta⁻¹, as variedades não diferiram em relação as fileiras esquerda e direita. A variedade Lagoa de Pedra superou à José da Penha quanto a esta característica na fileira central. Não houve diferença entre fileiras no número de vagens planta⁻¹ para a variedade José da Penha. Entretanto, para a variedade Lagoa de Pedra, a fileira central foi superior às outras duas, que não diferiram entre si.

Quanto ao número de grãos vagem⁻¹, para espécies arbóreas o consórcio com jurema superou o consórcio com sabiá. Para fileiras, a fileira esquerda superou as outras duas, que não diferiram entre si, enquanto que as variedades foram estatisticamente iguais (Tabela 34).

4.2.7 Características das plantas daninhas

Foram identificadas 30 espécies de plantas daninhas em toda a área experimental, e as espécies mais frequentes (índice de ocorrência maior que 50%) foram: *Cenchrus echinatus* L.; *Adenocalymma bracteosum* (DC.) L. G. Lohmann; *Euphorbia hyssopifolia* L.; *Indigofera hirsuta* L. (Tabela 35).

Como é possível perceber, houve predominância de poucas espécies. Segundo Buhler (1999), a população de plantas daninhas em uma dada área depende de diversos fatores e, apesar de existirem diversas espécies na população, poucas são predominantes.

Tabela 35 – Índice de ocorrência das espécies de plantas daninhas constatadas no experimento. Mossoró-RN. 2016.

Números	Espécies	Índice de ocorrência (%)
1	<i>Adenocalymma bracteosum</i> (DC.) L. G. Lohmann	50,0
2	<i>Amaranthuhs viridis</i> L.	17,5
3	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch.	2,5
4	<i>Borreria verticillata</i> L.	17,5
5	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	100,0
6	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	5,0
7	<i>Centrosema pascuorum</i> Mart. ex Benth.	7,5
8	<i>Chamaecrista</i> sp.	5,0
9	<i>Commelina benghalensis</i> L.	22,5
10	<i>Corchorus hirtus</i> L.	2,5
11	<i>Cucumis anguria</i> L.	5,0
12	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	15,0
13	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	2,5
14	<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Sshult.	27,5
15	<i>Euphorbia hirta</i> L.	12,5
16	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	50,0
17	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	67,5
18	<i>Ipomoea bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Shult.	2,5
19	<i>Jacquemontia</i> sp.	25,0
20	<i>Macropitium lathyroides</i> (L.) Urb.	5,0
21	<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	12,5
22	<i>Mitracarpus</i> sp.	27,5
23	<i>Neojobertia candolleana</i> (Mart. ex DC.) Bureau & K. Schum.	7,5
24	<i>Portulaca oleracea</i> L.	17,5
25	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	7,5
26	<i>Sida cordifolia</i> L.	15,0
27	<i>Sida</i> sp.	7,5
28	<i>Solanum agrarium</i> Sendtn.	7,5
29	<i>Stenandrium</i> sp.	2,5
30	<i>Turnera subulata</i> Sm.	32,5

A Tabela 36 representa a distribuição das plantas daninhas por sistema de cultivo, em cada bloco. Os cultivos solteiros das espécies anuais apresentaram os menores números de espécies de plantas invasoras (12 espécies no total), seguidos do consórcio de sabiá com feijão (13 espécies no total) e o cultivo solteiro da sabiá (15 espécies no total). Sistemas de cultivo que continham jurema e o consórcio de sabiá com milho apresentaram os maiores número de plantas invasoras (16 espécies no total, para cada sistema de cultivo).

Tabela 36 – Distribuição das espécies de plantas daninhas constatadas no experimento, em oito sistemas de cultivo. Os números em cada sistema de cultivo, por bloco, correspondem as espécies identificadas na Tabela 37. Mossoró-RN. 2016.

Blocos	Sistemas de cultivo							
	Jurema solteira	Jurema + feijão	Jurema + milho	Sabiá solteira	Sabiá + feijão	Sabiá + milho	Feijão solteiro	Milho solteiro
1	2-4-5-12-13- 14-22	5-16-19-21-22- 26-30	1-5-6-17-19-21- 23-26	1-5-16-19-22- 24	5-9-12-14-16- 19-22-30	1-5-6-7-14-17- 21-22	1-5-15-17-23	5-11-15-16-17- 21-28
2	1-4-5-17-26-30	3-5-15-17-22- 24-30	1-5-14-21-28- 29-30	4-5-12-14-19- 22	1-2-5-9-14-16- 17	1-5-15-16-17	1-5-12-17	5-16-17
3	5-14-17-22-25	1-2-5-7-8-22-24	5-17-19	1-4-5-9-12-17- 20-26	5-16-17-20-22- 26	2-5-9-14-16-17	5-9-12-17-30	1-5-9-16-17
4	4-5-7-9-11-17	5-16-17-24-25- 30	5-17-19-20	5-16-17-27	1-5-12-16-30	1-5-9-17-19- 24-27	1-5-16-19-30	5-16-17-19-22
5	1-4-5-23-25	1-2-5-7-17-24	1-2-3-27-30	4-5-14-16-17- 18-26	5-9-14-16-30	1-2-5-15-17- 24-28	1-5-11-14-16	5-16-17-30
Totais de espécies	16	16	16	15	13	16	12	12

Houve efeito de sistemas de cultivo para massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas (Tabela 31A, do Apêndice). Nos cultivos solteiros do milho e do feijão foram obtidos os maiores valores de massas fresca e seca de plantas daninhas (Tabela 37). Isso pode significar para os cultivos anuais perdas no rendimento devido a grande competição com as plantas invasoras, apesar destas terem se apresentado em menor número nestes cultivos (Tabela 37). Portanto, é provável que os cultivos solteiros das culturas anuais tenham sofrido mais com os efeitos da interferência das invasoras, que podem ter se desenvolvido mais que nos outros sistemas de cultivo.

Tabela 37 – Médias das massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas em oito sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	Massas da parte aérea de plantas daninhas (g m ⁻²)	
	Fresca	Seca
Jurema solteira	148,6 D	33,2 C
Jurema + feijão	676,7 BCD	147,9 C
Jurema + milho	490,4 CD	97,3 C
Sabiá solteira	853,0 ABCD	210,3 BC
Sabiá + feijão	615,8 CD	131,3 C
Sabiá + milho	1119,6 ABC	278,4 ABC
Feijão solteiro	1798,1 A	504,5 A
Milho solteiro	1594,8 AB	492,4 AB
CV (%)	50,6	58,9

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

São comuns na literatura trabalhos que relatam perdas de rendimento das culturas agrícolas em função da competição destas com as plantas daninhas. No milho, por exemplo, as perdas de rendimento podem chegar a 80% (VARGAS et al., 2006). Em feijão-caupi, as perdas podem chegar a 90% (OLIVEIRA et al., 2010). É importante destacar que essas perdas vão depender de uma série de fatores, como as espécies daninhas envolvidas, o número de plantas por área, o período de competição, o estágio de desenvolvimento da cultura e as condições de solo e clima.

Neste trabalho, rendimentos de grãos verdes e secos de feijão solteiro não diferiram daqueles consorciados com as espécies arbóreas (Tabelas 15 e 16). Era de se esperar que o feijão solteiro, nas duas finalidades de produção, produzisse mais que o consorciado por conter pelo menos 5.000 plantas a mais por hectare. De forma análoga, características de rendimento do milho verde solteiro (50.000 plantas ha⁻¹), como número e massa de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas, também não diferiram do milho consorciado

(37.500 plantas ha⁻¹) (Tabela 11). Certamente, as maiores massas de plantas daninhas por metro quadrado presentes nos cultivos solteiros das duas culturas anuais contribuíram para diminuir seus rendimentos, apesar deste não ser o único fator determinante na perda de produção.

Os menores valores de massa seca de plantas daninhas foram observados em todos os tratamentos que continham jurema e no consórcio de sabiá com feijão. Sabiá solteira e o consórcio de sabiá com milho tiveram comportamentos intermediários entre os cultivos anuais solteiros e aqueles outros que continham espécies arbóreas (Tabela 37).

No que diz respeito a massa fresca de plantas daninhas nos tratamentos que continham espécies arbóreas, fica extremamente complicado tirar conclusões mais concretas. Por exemplo, a massa fresca de plantas daninhas na sabiá solteira não diferiu daquela do feijão solteiro, que proporcionou a maior média, mas também não diferiu daquela da jurema solteira, que proporcionou a menor média. Isso pode ter ocorrido, principalmente, devido a baixa precisão experimental que ocorreu na avaliação das plantas daninhas (Tabela 37).

Existem trabalhos na literatura que estudam os efeitos da presença de espécies leguminosas arbóreas, como gliricídia e sabiá, sobre o crescimento das plantas daninhas (SILVA et al., 2010; ARAÚJO JÚNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2013; TAVELLA et al., 2014). Esses trabalhos partem do princípio que essas espécies arbóreas têm a capacidade de controlar as plantas daninhas pela liberação de agentes químicos, fenômeno conhecido como alelopatia (MOLISH, 1937). Não foram encontrados registros de trabalhos envolvendo jurema-preta no controle de plantas daninhas. Entretanto, essa espécie arbórea pode ter essa propriedade, pois os tratamentos que a continham, proporcionaram os menores valores de massas fresca e seca de plantas daninhas. Silveira et al. (2012), sugerem um possível efeito alelopático da jurema sobre a germinação de espécies lenhosas nativas, já que estas não conseguem se estabelecer sob sua copa e fato semelhante também pode acontecer com as plantas daninhas.

4.2.8 Características dos solos

Não houve efeito de sistemas de cultivo para nenhuma característica de qualidade química do solo (Tabela 32A, do Apêndice, e Tabela 38). Entretanto, estudos têm demonstrado que a fertilidade do solo varia muito entre sistemas agroflorestais e florestas adjacentes. Menezes et al. (2008) verificaram que o pH e os teores de cálcio e magnésio foram mais altos em sistemas agroflorestais do que em solos das florestas remanescentes

adjacentes. Os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio não diferiram nos dois sistemas. Alfaia et al. (2004) encontraram nos sistemas agroflorestais maiores teores de cálcio e magnésio, níveis semelhantes de carbono e teores menores de sódio e potássio, sendo estes dois últimos associados a intensa retirada de produtos agroflorestais desses sistemas. Fávero et al. (2008) encontraram maiores valores de pH, potássio, magnésio, soma de bases e saturação por bases e menores valores de alumínio e menor saturação por alumínio em sistemas agroflorestais.

Segundo Neves et al. (2007), o cultivo consorciado favorece a manutenção do pH e a redução da saturação por alumínio, embora as necessidades de nutrientes dos componentes do consórcio devam ser satisfeitas por meio de entradas externas, para evitar o empobrecimento gradual do solo.

Diferenças nos teores dos elementos no solo podem acontecer por motivos inerentes ao trabalho, como por exemplo, as espécies envolvidas no consórcio, a época em que foram realizadas as coletas de solo, o tipo de solo, o manejo aplicado as espécies arbóreas e às anuais (capinas, adubações, irrigações, etc.), entre outros.

Neste trabalho, as coletas de solo se deram no final do ciclo do milho, 120 dias após incorporação das folhas e dos ramos mais finos das espécies arbóreas. Nos monocultivos das espécies arbóreas não foi realizada incorporação dos resíduos da parte aérea. Nos consórcios, foram realizadas adubações de fundação e de cobertura nos sulcos de plantio das espécies anuais, além da incorporação dos resíduos da parte aérea uniformemente em toda a parcela. Nos monocultivos das espécies anuais, também foram realizadas adubações de fundação e de cobertura nos sulcos de plantio dessas espécies. Portanto, era de se esperar que os teores de alguns elementos se comportassem diferentemente no solo em função dos diferentes manejos, principalmente os teores de matéria orgânica e saturação por bases.

Delarmelinda et al. (2010) verificaram que leguminosas usadas como adubos verdes aumentaram os teores de matéria orgânica, soma de bases e percentagem de saturação por bases. Faria et al. (2004) avaliaram o efeito da adubação verde nas características químicas do solo e também obtiveram incrementos na matéria orgânica nos tratamentos com leguminosas em relação à testemunha (sem leguminosa). Entretanto, era de se esperar que os teores de alguns elementos permanecessem semelhantes no solo mesmo após as diferentes formas de condução dos tratamentos, como o que, de fato, foi verificado neste trabalho. Isso se dá porque alguns elementos permanecem inalterados no solo durante muito tempo devido o tempo para sua mineralização.

Tabela 38 – Médias dos teores dos elementos que compõem as características químicas do solo, em oito sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.¹

Sistemas de cultivo	pH (água)	CE (ds m ⁻¹)	MO (g kg ⁻¹)	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	CTC	V	m	PST
				(mg dm ⁻³)			(cmolc dm ⁻³)									
Jurema solteira	6,4 A	0,42 A	9,67 A	10,43 A	93,6 A	22,93 A	3,30 A	2,03 A	0,01 A	0,44 A	5,67 A	5,68 A	6,10 A	93,0 A	0,25 A	2,00 A
Jurema + feijão	6,0 A	0,39 A	10,50 A	18,25 A	84,9 A	20,00 A	2,83 A	2,28 A	0,09 A	0,40 A	5,40 A	5,49 A	5,80 A	93,3 A	1,50 A	1,50 A
Jurema + milho	6,1 A	0,47 A	12,78 A	8,98 A	108,4 A	27,48 A	3,45 A	2,50 A	0,26 A	0,70 A	6,35 A	6,61 A	7,05 A	91,3 A	2,75 A	2,00 A
Sabiá solteira	6,4 A	0,29 A	9,93 A	7,53 A	79,0 A	22,65 A	2,83 A	2,40 A	0,00 A	0,35 A	5,53 A	5,53 A	5,88 A	94,3 A	0,00 A	1,75 A
Sabiá + feijão	6,2 A	0,39 A	11,59 A	9,08 A	100,7 A	22,90 A	2,93 A	2,18 A	0,15 A	0,74 A	5,46 A	5,61 A	6,20 A	88,5 A	2,25 A	1,75 A
Sabiá + milho	6,4 A	0,42 A	12,72 A	10,33 A	120,5 A	23,18 A	3,65 A	2,40 A	0,01 A	0,72 A	6,46 A	6,47 A	7,18 A	90,3 A	0,25 A	1,50 A
Feijão solteiro	6,2 A	0,39 A	11,69 A	10,40 A	117,6 A	26,53 A	2,90 A	1,90 A	0,24 A	0,47 A	5,22 A	5,45 A	5,69 A	91,0 A	4,75 A	2,00 A
Milho solteiro	6,5 A	0,36 A	10,50 A	11,25 A	75,4 A	18,58 A	3,10 A	2,18 A	0,00 A	0,37 A	5,55 A	5,55 A	5,92 A	94,0 A	0,00 A	1,25 A
CV (%)	7,0	23,1	26,0	63,5	28,0	21,8	18,5	16,7	260,5	77,7	14,4	16,2	16,8	5,9	230,0	25,9

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

² CE = condutividade elétrica; MO = matéria orgânica; P = fósforo; K⁺ = potássio; Na⁺ = sódio; Ca²⁺ = cálcio; Mg²⁺ = magnésio; Al³⁺ = acidez trocável; (H+Al) = acidez potencial; SB = soma de bases; t = capacidade de troca de cátions efetiva; CTC = capacidade de troca de cátions efetiva a pH 7,0; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; PST = porcentagem de sódio trocável.

5 CONCLUSÕES

As espécies arbóreas continuaram a crescer após os consórcios em altura da planta e diâmetro do colo, sendo que a jurema-preta cresceu mais que a sabiá a partir dos 240 dias após a semeadura. A partir dos 270 dias, o consórcio com milho proporcionou às espécies arbóreas médias de altura de planta superiores, com exceção da última avaliação, cujos sistemas de cultivo não diferiram. Em relação ao diâmetro do colo, a partir dos 330 dias, os cultivos solteiro e consorciado com milho não diferiram para esta característica e o cultivo com feijão proporcionou as menores médias.

No sistema *taungya*, o rendimento de grãos de milho foi maior nos monocultivos, não havendo diferença no número e na massa das espigas verdes comercializáveis, sendo a fileira da direita, a que proporcionou os maiores rendimentos.

Os rendimentos de grãos secos e verdes de feijão não diferiram em função do sistema de cultivo. A fileira da esquerda produziu maior rendimento de grãos verdes, mas o rendimento de grãos secos não foi influenciado pela posição da fileira.

As consorciações são vantajosas na cobertura dos custos de implantação das arbóreas apenas quando o milho for comercializado sob a forma de espigas verdes e o feijão, como grãos verdes.

O consórcio não influenciou a massa da parte aérea das árvores, mas plantas de jurema proporcionaram massas superiores às plantas de sabiá.

No cultivo em aléias, a massa de espigas empalhadas comercializáveis e o rendimento de grãos foram maiores nos monocultivos, e não houve diferença entre às cultivares AG4051PRO e 30F35H. A maior massa de espigas empalhadas comercializáveis ocorreu na fileira central, nos dois consórcios, e a sabiá superou a jurema na fileira da esquerda. As fileiras central e direita foram superiores no rendimentos de grãos.

Os rendimentos de grãos verdes e secos de feijão foram maiores nos monocultivos. A variedade tradicional Lagoa de Pedra foi superior à José da Penha no rendimento de grãos secos, não diferindo no rendimento de grãos verdes. A variedade Lagoa de Pedra também foi superior em todas as fileiras no rendimento de grãos secos e na fileira central no rendimento de grãos verdes. A variedade José da Penha só foi superior no rendimento de grãos verdes na fileira da esquerda. As fileiras esquerda e central do consórcio com jurema proporcionaram os maiores rendimento de grãos verdes, não havendo diferença entre espécies arbóreas na fileira

da direita. O consórcio com jurema também proporcionou maiores rendimento de grãos secos. No consórcio com jurema, as fileiras esquerda e central obtiveram os maiores rendimentos de grãos verdes, enquanto que no consórcio com sabiá, as três fileiras não diferiram entre si.

Sistemas de cultivo que continham as espécies arbóreas apresentaram os maiores número de plantas invasoras. Nos cultivos solteiros do milho e do feijão foram obtidos os maiores valores de massas fresca e seca de plantas daninhas.

Não houve efeito de sistemas de cultivo nas características químicas do solo.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 50-59, dez. 2008.
- ALFAIA, S. S.; RIBEIRO, G. A.; NOBRE, R.; LUIZÃO, R. C.; LUIZÃO, F. J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 102, n. 3, p. 409 - 414, may 2004.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, jul./set. 2009.
- AMADOR, D. B. Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; MENDES, F. B. G. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. 2 ed. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 333-340.
- ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, C. Avaliação de sistemas de plantio consorciado do feijão com a cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 37, n. 214, p. 526-533, nov. 1990.
- ARAÚJO JÚNIOR, B. B.; SILVA, P. S. L.; MORAIS, P. L. D.; DOMBROSKI, J. L. D.; OLIVEIRA, V. R. Crescimento do milho com controle de plantas daninhas via consorciação com gliricídia. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 757-766, out./dez. 2012.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. **Cálculo de indicadores financeiros para sistemas agroflorestais**. Boa vista: EMBRAPA Roraima, 2012. 8 p.
- 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**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 917-929, apr. 2003.
- BALBINO L. C.; KICHEL A. N.; BUNGENSTAB D. J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J (Eds.). **Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta**: a produção sustentável. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2011. p. 13-24.
- 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, nov. 1992.

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

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, MG, v. 34, n. 4, p. 597-608, jul./ago. 2010.

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**, New York, v. 2, n. 2, p. 87-102, june 1985.

BUHLER, D. D. Weed population responses to weed control practices. I. Seed bank, weed population, and crop yields. **Weed Science**, Lawrence, v. 47, n. 4, p. 416-422, july/aug. 1999.

BURESH, R. J.; TIAN, G. Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa. **Agroforestry Systems**, New York, v. 38, n. 1, p. 51-76, july 1997.

CALDER, I. R. Forests and water – ensuring forest benefits outweigh water costs. **Forestry Ecology and Management**, Amsterdam, v. 251, n. 1-2, p. 110-120, oct. 2007.

CALEGARI, A. MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais de adubação verde. In: CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. p. 1-55.

CAMPANHA, M. M.; ARAÚJO, F. S. **Árvores e arbustos do sistema agrossilvipastoril caprinos e ovinos**. Sobral: EMBRAPA Caprinos e Ovinos, 2010. 32 p.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. São Paulo: FEALQ, 1984. 292 p.

CARDOSO, S.; MACHADO, K.; LEMOS, R.; CHAGAS, E.; VITORINO, H. Influência do sistema de cultivo na produtividade e no teor de proteína de feijão-caupi [(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza, **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Agroecologia, 2011. p. 1-5.

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

CARVALHO, A. J. **Sistemas de produção de feijão em consórcio com eucalipto ou com braquiária**. 2009. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

CARVALHO, J. E. U. Utilização de espécies frutíferas em sistemas agroflorestais na Amazônia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. A. (Orgs.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes: Editora da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 169-176.

CARVALHO, P. E. R. **Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*)**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007. 10 p. (Circular Técnica, n. 135).

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, nov. 2004.

CASTILLO, C. A. **Comportamento inicial de *Eucalyptus deglupta* Blume, associado com maiz (Sistema “taungya”) en dos espaciamentos con y sin fertilización**. 1977. 130 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroflorestais) – Universidad de Costa Rica. Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 1977.

CECCON, E. Eucalyptus agroforestry system for small farms: 2-year experiment with rice and beans in Minas Gerais, Brazil. **New Forests**, Dordrecht, v. 29, n. 3, p. 261-272, may 2005.

CECCON, E.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; ANDRADE, M. J. B. Consórcio entre *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., aos três anos de idade, e diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 9-14, jan./mar. 1999.

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. 12 p. (Comunicado técnico, 44).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Metodologia de cálculo de custo de produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2015a.

CONAB. **Levantamentos de safra**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2015b.

DANIEL, O.; BITTENCOURT, D.; GELAIN, E. Avaliação de um sistema agroflorestal eucalipto-milho no Mato Grosso do Sul. **Agrossilvicultura**, Viçosa, MG, v.1, n.1, p. 15-28, jan./jun. 2004.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 291-299, mar./abr. 2012.

DE PAULA, R. C.; DE PAULA, N. F. Sistemas agroflorestais. In: VALERI, S. V.; POLITANO, W. (Eds.). **Manejo e recuperação florestal**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 180 p.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná – RO. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625-628, set. 2010.

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

DIAS, P. F. **Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio**. 2005. 128 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M. Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*): leguminosa arbórea recomendada para ser introduzida em pastagens em condições de mudas sem proteção e na presença do gado. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 258-272, jan./jun. 2007.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. **Leguminosas arbóreas para sistemas silvipastoris**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. 9 p. (Manual Técnico, 9).

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**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 352-356, mar./abr. 2007.

DORNELES, T. M.; SILVA, I. M. Aspectos econômicos de sistemas agroflorestais: considerações sobre a prática de integração lavoura-pecuária-floresta em MS. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 7., 2014, Ponta Porã. **Anais...** Dourados: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2014. p. 1-14.

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

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

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

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Green manuring grapevine with legumes in the Submiddle São Francisco River Valley. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 641-648, jul./ago. 2004.

FÁVERO, C.; LOVO, I. C.; MENDONÇA, E. S. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 861 - 868, set./out. 2008.

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, MG, 1989.

FERNANDES, E. N.; BONETTI FILHO, R. Z.; SILVA, E. Avaliação de impactos ambientais de Sistemas Agroflorestais. CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA, 1994. p. 361-372.

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

FRANÇA, A. C.; SOUZA, I. F.; ALVES, L. W. R.; LIMA, R. R.; OLIVEIRA, E. Q. Efeitos de restos culturais de milho no desenvolvimento inicial de cafeeiros. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 247-255, jul./set. 2007.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2011, 84 p.

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

HUXLEY, P.A. Agroforestry experimentation: separating the wood from the trees? **Agroforestry Systems**, New York, v. 5, n. 3, p. 251-275, sep. 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Senso Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rn&tema=censoagro>> Acesso em: 22 fev. 2015.

JANDEL. Jandel TBLCURVE. Table Curve 2D, versão 5.01. Curve fitting software. **Corte Madera: Jandel Scientific**, 1992. 280 p.

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

KANG, B. T.; FAYEMILIHIN, A. A. Alley cropping maize with *Leucaena leucocephala* (Leucaena). **Nitrogen Fixing Tree research Reports**, Bangkok, v. 13, n. 1, p. 72-74, jan. 1995.

KANG, B. T.; VAN DER KRUIJS, A. C. B. M.; COUPER, D. C. Alley cropping for the humid and sudhumid tropics. In: KANG, B. T.; REYNOLDS, L. (Orgs.). **Alley farming in the humid and subhumid tropics**. Ottawa: International Development Research Centre, 1989. p. 16-26.

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

KEGGE, W.; PIERIK, R. Biogenic volatile organic compounds and plant competition. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v. 15, n. 3, p. 126-132, mar. 2010.

KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A.; BALBINO, L. C. Estratégias de recuperação de pastagem por meio da integração lavoura-pecuária-floresta. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA DE CORTE – SIMPEC, 7., 2011, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011. p. 315- 334.

KLEINPAUL, I. S. **Plantio misto de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agroflorestal**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la Tierra. Pánuco: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

LANGTON, S. Avoiding edge effects in agroforestry experiments; the use of neighbour-balanced designs and guard areas. **Agroforestry Systems**, New York, v. 12, n. 2, p. 173-185, nov. 1990.

LEAL JÚNIOR, G.; SILVA, J. A.; CAMPELLO, R. C. B. **Proposta de manejo florestal sustentado do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**. Crato: IBAMA, 1999. 15 p. (Boletim técnico, 3).

LEITE, C. A. M. **Planejamento da Empresa Rural**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS), 1998. 66 p.

LIMA, B. G. **Caatinga**: espécies lenhosas e herbáceas. Mossoró: Editora Universitária da UFERSA (EDUFERSA), 2012. 316 p.

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**, Amsterdam, v. 105, n. 2, p. 307-312, nov. 2009.

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

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

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**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 701-709, set./out. 2006.

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**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 555-564, maio/jun. 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 (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1990.

MEDEIROS, R. A.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N.; VENDRÚSCOLO, D. G. S.; SILVA, F. T. Análise silvicultural e econômica de plantios clonais e seminais de *Tecnona grandis* L.f. em sistema *taungya*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 5, p. 893-903, set./out. 2015.

MENEZES, J. M. T.; LEEUWEN, J.; VA LERI, S. V.; CRUZ, M. C. P. & LEANDRO, C. Comparação entre solos sob uso agroflorestal e em florestas remanescentes adjacentes, no norte de Rondônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 893-898, mar./abr. 2008.

MERCER, D. E. Adoption of agroforestry innovations in the tropics: A review. **Agroforestry Systems**, New York, v. 61, n. 1-3, p. 311-328, July 2004.

MOLISH, H. **Der einfluss einer pflanze auf die andere-allelopathie**. Jena: Gustav Fisher, 1937. 106 p.

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, MG, 1987.

MORETTI, M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; COSTA, R. B.; RONDON NETO, R. M.; MEDEIROS, R. A.; SOUSA, R. A. T. M. Crescimento inicial de plantas de teca em monocultivo e sistema *Taungya* com milho em Figueirópolis, Estado de Mato Grosso. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 269-277, jun. 2014.

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 40, n. 3, p. 784-790, may 2011.

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

NEVES, Y. P.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, C. M.; CECONS, P. R. Teor de água e fertilidade do solo com cafeeiros cultivados em sistemas agroflorestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 575 - 588, jul./ago. 2007.

OLIVEIRA NETO, S. N.; LELES, P. S.; COUTINHO, R. P.; VILLA, E. B. Viabilidade inicial de um sistema taungya com *Eucalyptus pellita* Mell. e *Phaseolus vulgaris* L. em Paty do Alferes, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004. 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.

OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; JUNQUEIRA, R. M.; SILVA, E. E.; OLIVEIRA, F. F.; ESPINOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; URQUIAGA, S. Crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, jan./mar. 2006.

OLIVEIRA, O. M. S.; SILVA, J. F.; GONÇALVES, J. R. P.; KLEHM, C. S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 523-530, jul./set. 2010.

OLIVEIRA, V. R. **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.

OTEGUI, M. E.; BONHOMME, R. Grain yield components in maize. I. Ear growth and kernel set. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 56, n. 3, p. 247-256, apr. 1998.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 160-169, abr./jun. 2007.

PASSOS, C. A. M. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden) em plantio consorciado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 1990. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1990.

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 Florestas, 1992. p. 409-421.

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**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 669-677, maio 2007.

PODEROSO, J. C. M.; CORREIA-OLIVEIRA, M. E.; PAZ, L. C.; SOUZA, T. M. S.; VILCA, F. Z.; DANTAS, P. C.; RIBEIRO, G. T. Botanical preferences of africanized bees (*Apis mellifera*) on the coast and in the atlantic Forest of Sergipe, Brazil. **Sociobiology**, Feira de Santana, v. 59, n. 1, p. 97-105, jan./mar. 2012.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), 2009. 467 p.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G. Cultivo de milho no sistema de aléias com leguminosas perenes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n. 5, p. 1330-1309, set./out. 2007a.

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, MG, v. 55, n. 5, p. 409-415, set./out. 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, MG, v. 31, n. 3, p. 383-390, maio/jun. 2007b.

RAO, M. R.; MATHUVA, M. N. Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 78, n. 2, p. 123-137, apr. 2000.

REIS, R. P. **Fundamentos de Economia Aplicada**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (UFLA/FAEPE), 2002. 95 p.

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. 4 p. (Comunicado técnico, 104).

RODIGHERI, H. R. **Viabilidade econômica de plantios florestais solteiros e de sistemas agroflorestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 1998. 4 p. (Comunicado Técnico, 22).

ROSA, L. S.; SILVEIRA, E. L.; SANTOS, M. M.; MODESTO, R. S.; PEROTE, J. R. S.; VIEIRA, T. A. Os quintais agroflorestais em áreas de agricultores familiares no município de Bragança-PA: composição florística, uso de espécies e divisão de trabalho familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 337-341, out. 2007.

ROWE, E. C.; CADISCH, G. Implications of heterogeneity on procedures for estimating plant 15N recovery in hedgerow intercrop systems. **Agroforestry Systems**, New York, v. 54, n. 1, p. 61-70, jan. 2002.

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, out./dez. 2011.

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R, L. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido – revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lajes, SC, v. 14, n. 2, p. 191-200, maio/ago. 2015.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 135-141, jun. 2002.

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, june 2002.

SCHROTH, G.; LEHMANN, J. Contrasting effects of roots and much from three agroforestry tree species on yields of alley cropped maize. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 54, p. 89-101, june 1995.

SILVA, F. P. da; TÁVORA, F. J. A. F.; VIEIRA, F. V.; COSTA NETO, F. V. Produtividade do algodão herbáceo influenciada pelos consórcios com feijão caupi, sorgo, gergelim e milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 21, n. 1-2, p. 65-74, jun/dez, 1990.

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, MG, v. 25, n. 2, p. 209-216, abr./jun. 2001.

SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; PASSOS, C. A. M.; COUTO, L. Viabilidade econômica do reflorestamento do eucalipto consorciado com a cultura do feijão: um estudo de caso. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 527-535, out./dez. 1997.

SILVA, P. S. L. Consorciação milho e feijão caupi para produção de espigas verdes e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 04-10, mar. 2001.

SILVA, P. S. L. **Métodos para pesquisa com plantas**. Mossoró: Editora Universitária da UFERSA (EDUFERSA), 2013. 264 p.

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**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 531-539, jul./set. 2010.

SILVA, P. S. L.; DIAS, P. C.; OLIVEIRA, V. R. **Potencial da sabiá como cultura no semiárido**. Mossoró: Editora Universitária da UFERSA (EDUFERSA), 2015. 264 p.

SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B.; OLIVEIRA, V. R.; BARROS, G. L.; MONTEIRO, A. L. Corn cultivar intercropping with arboreal legumes for weed control. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 559-567, jul./set. 2013.

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.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de jurema preta no desenvolvimento inicial de alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 20-27, jan./mar. 2012.

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**, New York, v. 53, n. 2, p. 195-203, out. 2001.

SOUZA FILHO, B. F.; ANDRADE, M. J. B. de. Sistema de produção de feijão em consórcio com a cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 343-348, mar. 1985.

SOUZA, A. I. A. F. **Desenvolvimento e produção de milho e feijão-caupi em cultivo orgânico**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2013.

TAVELLA, L. B.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, V. R.; FERNANDES, P. L. O.; SOUSA, R. P. Weed control in corn and weed sample size for growth evaluations. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 51-59, jan./mar. 2014.

TÁVORA, F. J. A. F.; LOPES, L. H. de O. Deficiência hídrica no consórcio milho x caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 7, p. 1011-1022, jul. 1990.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O.; SILVA, F. P. da; BARBOSA FILHO, M. Consorciação da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 85-94, dez. 1988.

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E. Sistemas de consórcios do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 311-317, jul./set. 2007.

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, F. P.; MELO, F. I. O.; COSTA NETO, F. V. Consórcio da mandioca com culturas leguminosas de ciclo curto. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.8, n.1, p.37-46, jan. 1989.

VALE, R. S. **Agrissilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2004. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

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

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 61).

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M.; MODESTO, R. S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 4, p.549-558, dez. 2007.

VIERA, M.; SCHUMACHER, V. Biomassa em povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto e acácia-negra e do milho em sistema agrossilvicultural. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 259-265, abr./jun. 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**, Amsterdam, v. 110, n. 2, p. 243-250, nov. 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**, New York, v. 73, n. 1, p. 1-12, may 2008.

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

APÊNDICE

Tabela 1A – Resumo das análises de variância dos dados de altura da planta e diâmetro do colo de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho e com feijão-caupi, em quatro meses. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Altura da planta (cm)	Diâmetro do colo (mm)
Blocos	4	942,11 ^{ns}	30,46 ^{ns}
(Tratamentos)	(5)	2.283,29 *	52,34 **
Sistemas de cultivo (S)	2	174,31 ^{ns}	28,21 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	8.442,02 **	184,34 **
S x E	2	1.312,89 ^{ns}	10,46 ^{ns}
Resíduo (a)	20	781,72	12,49
Avaliações (A)	3	130.560,73 **	1.944,41 **
S x A	6	238,29 ^{ns}	2,33 ^{ns}
E x A	3	677,91 **	12,24 **
S x E x A	6	174,37 ^{ns}	1,95 ^{ns}
Resíduo (b)	72	130,90	2,31
Média geral		113,53	14,48

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

Tabela 2A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de alturas da planta e do diâmetro do colo de duas espécies arbóreas avaliadas em quatro meses. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Altura da planta (cm)	Diâmetro do colo (mm)
<i>Espécies arbóreas em avaliações</i>			
Espécies arbóreas avaliadas aos 120 DAS	1	310,41 ^{ns}	2,71 ^{ns}
Espécies arbóreas avaliadas aos 150 DAS	1	6.149,01 **	84,34 **
Espécies arbóreas avaliadas aos 180 DAS	1	2.813,01 *	77,02 **
Espécies arbóreas avaliadas aos 210 DAS	1	1.203,33 *	56,99 **
Resíduo médio ²	-	293,61	4,86
<i>Avaliações em espécies arbóreas</i>			
Avaliações em jurema	3	67.026,56 **	1.076,62 **
Avaliações em sabiá	3	64.212,08 **	880,03 **
Resíduo (b)	72	130,90	2,31

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

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio altura da planta e diâmetro do colo foram 42 e 45, respectivamente.

Tabela 3A – 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 AG1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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 ha ⁻¹	Número de grãos espiga ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	93,31 ^{ns}	103,01 ^{ns}	171.052,27 ^{ns}	3.253.012,93 ^{ns}	844,73 ^{ns}	2,01 ^{ns}
Sistemas de cultivo	2	4,12 ^{ns}	52,53 ^{ns}	7.720.691,18**	235.131.782,07**	64,07 ^{ns}	7,66 ^{ns}
Resíduo	8	64,45	40,55	322.304,79	1.556.872,48	724,98	2,72
Média geral		149,3	84,6	5.712	38.790	541	28,9

¹ ns; **: não significativo; e significativo a 1% , respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimentos de espigas verdes da cultivar de milho AG1051, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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	3.355.471,43 ^{ns}	274.428,77 ^{ns}	14.378.123,57 ^{ns}	719.857,07 ^{ns}	8.116.454,17 ^{ns}	306.749,90 ^{ns}
Sistemas de cultivo	2	173.207.844,60**	4.001.832,20**	16.779.929,60 ^{ns}	377.424,60 ^{ns}	7.335.153,80 ^{ns}	47.958,20 ^{ns}
Resíduo	8	1.868.060,43	442.531,12	14.582.431,52	1.540.879,77	5.494.066,47	325.858,70
Média geral		39.746	11.676	30.687	10.056	27.592	5.952

¹ ns; **: não significativo; e significativo a 1% , respectivamente, pelo teste F.

Tabela 5A – 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 AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em fileiras de três posições. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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 ha ⁻¹	Número de grãos espiga ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	341,18 ^{ns}	259,44 ^{ns}	1.082.662,13 ^{ns}	10.772.409,47 ^{ns}	2.653,92 ^{ns}	7,50 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	24,12 ^{ns}	31,21 ^{ns}	217.716,68 ^{ns}	2.266.550,53 ^{ns}	0,03 ^{ns}	4,26 ^{ns}
Resíduo (a)	4	297,67	218,60	694.566,25	4.732.644,03	1.428,95	4,87
Fileiras (F)	2	66,74*	28,77 ^{ns}	5.325.472,51**	13.169.160,43*	796,63 ^{ns}	38,15**
E x F	2	16,54 ^{ns}	4,79 ^{ns}	141.967,30 ^{ns}	3.536.822,03 ^{ns}	422,63 ^{ns}	9,43 ^{ns}
Resíduo (b)	16	11,65	11,18	171.960,94	2.922.520,15	1.399,38	3,54
Média geral		149,4	82,8	4.995	34.835	543	28,2

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

Tabela 6A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de espigas verdes da cultivar AG1051, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em fileiras de três posições. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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	1.839.892,08*	609.414,38 ^{ns}	27.789.130,33 ^{ns}	2.451.567,30 ^{ns}	30.740.521,53 ^{ns}	1.014.302,67 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	143.936,13 ^{ns}	48.320,53 ^{ns}	31.363,33 ^{ns}	94.865,63 ^{ns}	284.992,53 ^{ns}	37.878,53 ^{ns}
Resíduo (a)	4	129.525,88	969.777,28	7.060.594,50	2.306.474,63	9.266.058,87	989.296,53
Fileira (F)	2	1.977.456,23 ^{ns}	11.854.710,23**	67.383.787,03**	23.374.790,83**	135.152.845,43**	13.217.896,23**
E x F	2	410.485,23 ^{ns}	234.315,43 ^{ns}	614.232,23 ^{ns}	472.056,43 ^{ns}	1.906.071,43 ^{ns}	384.984,03 ^{ns}
Resíduo (b)	16	869.220,23	175.604,33	5.869.902,72	624.478,84	5.135.922,10	244.544,68
Média geral		36.352	11.167	29.652	9.911	26.915	5.904

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

Tabela 7A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos secos de feijão e seus componentes da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	187.309,77 ^{ns}	1,57 *	70,77 ^{ns}	0,23 ^{ns}	118.349,11 ^{ns}
Sistemas de cultivo	2	11.750,99 ^{ns}	2,09 *	81,67 ^{ns}	0,07 ^{ns}	26.116,14 ^{ns}
Resíduo	8	62.416,68	0,41	32,92	0,48	47.170,55
Média geral		1.068	19,3	21,5	13,9	818

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

Tabela 8A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos verdes de feijão e seus componentes da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	507.040,82 ^{ns}	0,88 ^{ns}	16,40 ^{ns}	0,83 ^{ns}	128.269,19 ^{ns}
Sistemas de cultivo	2	2.940.029,29 *	1,07 ^{ns}	280,07 *	0,20 ^{ns}	454.527,13 ^{ns}
Resíduo	8	407.345,79	0,95	35,90	0,28	182.868,56
Média geral		3.057	35,7	22,3	13,0	1.563

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

Tabela 9A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos secos de feijão e seus componentes da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em fileiras de três posições. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	419.633,46 ^{ns}	5,86 ^{ns}	169,13 ^{ns}	0,72 ^{ns}	221.688,83 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	217.992,78 ^{ns}	1,45 ^{ns}	128,13 ^{ns}	0,30 ^{ns}	128.681,30 ^{ns}
Resíduo (a)	4	436.721,84	0,97	184,47	2,05	236.449,28
Fileiras (F)	2	5.592,61 ^{ns}	4,97 ^{ns}	0,40 ^{ns}	1,60 ^{ns}	974,71 ^{ns}
E x F	2	82.666,72 ^{ns}	1,74 ^{ns}	28,93 ^{ns}	3,60 ^{ns}	42.804,52 ^{ns}
Resíduo (b)	16	60.531,61	1,49	26,63	1,06	38.584,32
Média geral		1.063	19,7	22,4	13,9	788

¹ ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 10A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos verdes de feijão e seus componentes da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em consorciação com leguminosas arbóreas, em fileiras de três posições. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	651.040,46 ^{ns}	1,25 ^{ns}	25,38 ^{ns}	4,08 ^{ns}	171.955,83 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	2.256.775,84 ^{ns}	8,51 ^{ns}	80,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	522.561,61 ^{ns}
Resíduo (a)	4	3.643.541,47	7,52	176,12	0,58	781.160,83
Fileira (F)	2	4.490.001,12 **	7,40 **	164,10 **	0,83 *	866.827,91 **
E x F	2	1.603.717,36 ^{ns}	2,21 ^{ns}	75,83 *	0,90 *	237.217,71 ^{ns}
Resíduo (b)	16	513.082,81	1,13	15,80	0,16	91.706,55
Média geral		3.479	35,4	25,9	13,3	1.671

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

Tabela 11A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de número de vagens planta⁻¹ e número de grãos vagem⁻¹ da variedade tradicional Lagoa de Pedra, cultivada em posições diferentes de fileiras, em consorciação com espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹
<i>Espécies arbóreas em posições de fileiras</i>			
Espécies arbóreas na fileira esquerda	1	14,40 ^{ns}	0,90 ^{ns}
Espécies arbóreas na fileira central	1	184,90 ^{ns}	0,90 ^{ns}
Espécies arbóreas na fileira direita	1	32,40 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Resíduo médio ²	-	69,24	0,30
<i>Posições de fileiras em espécies arbóreas</i>			
Fileiras em jurema	2	8,47 ^{ns}	0,87 *
Fileiras em sabiá	2	231,47 **	0,87 *
Resíduo (b)	16	15,80	0,16

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

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio número de vagens planta⁻¹ e número de grãos vagem⁻¹ foram 6 e 9, respectivamente.

Tabela 12A – Resumo das análises de variância dos dados de altura da planta e diâmetro do colo de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho e com feijão-caupi, em nove meses. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Altura da planta (cm)	Diâmetro do colo (mm)
Blocos	4	1.477,70 ^{ns}	120,18 ^{ns}
(Tratamentos)	(5)	31.742,17 **	751,87 **
Sistemas de cultivo (S)	2	17.800,03 ^{ns}	674,42 *
Espécies arbóreas (E)	1	109.538,52 **	2.336,40 **
S x E	2	6.786,14 ^{ns}	37,05 ^{ns}
Resíduo (a)	20	6.716,52	155,96
Avaliações (A)	9	320.893,15 **	6.421,60 **
S x A	18	1.163,81 **	57,79 **
E x A	9	4.486,04 **	73,94 **
S x E x A	18	448,71 ^{ns}	4,72 ^{ns}
Resíduo (b)	216	398,68	11,04
Média geral		210,58	28,63

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

Tabela 13A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de alturas da planta e de diâmetro do colo de espécies arbóreas, em monocultivo e em consorciação com milho e com feijão-caupi, em nove meses. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Altura da planta (cm)	Diâmetro do colo (mm)
<i>Sistemas de cultivo em avaliações</i>			
Sistemas de cultivo avaliados aos 120 DAS	2	209,76 ^{ns}	0,82 ^{ns}
Sistemas de cultivo avaliados aos 150 DAS	2	24,10 ^{ns}	7,54 ^{ns}
Sistemas de cultivo avaliados aos 180 DAS	2	288,30 ^{ns}	17,99 ^{ns}
Sistemas de cultivo avaliados aos 210 DAS	2	367,03 ^{ns}	8,86 ^{ns}
Sistemas de cultivo avaliados aos 240 DAS	2	2.763,61 ^{ns}	70,66 ^{ns}
Sistemas de cultivo avaliados aos 270 DAS	2	5.299,41 ^{**}	122,79 [*]
Sistemas de cultivo avaliados aos 300 DAS	2	6.058,03 ^{**}	217,08 ^{**}
Sistemas de cultivo avaliados aos 330 DAS	2	4.969,36 [*]	307,49 ^{**}
Sistemas de cultivo avaliados aos 360 DAS	2	5.493,10 ^{**}	193,77 ^{**}
Sistemas de cultivo avaliados aos 390 DAS	2	2.801,58 ^{ns}	247,54 ^{**}
Resíduo médio ²	-	1.030,47	25,53
<i>Avaliações em sistemas de cultivo</i>			
Avaliações no sistema de cultivo solteiro	9	97.071,61 ^{**}	1.576,20 ^{**}
Avaliações no sistema de cultivo consorciado com feijão	9	128.996,70 ^{**}	2.789,43 ^{**}
Avaliações no sistema de cultivo consorciado com milho	9	97.152,46 ^{**}	2.171,55 ^{**}
Resíduo (b)	216	398,68	11,04

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

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio altura da planta e diâmetro do colo foram 46 e 52, respectivamente.

Tabela 14A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de alturas da planta e do diâmetro do colo de duas espécies arbóreas avaliadas em nove meses. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Altura da planta (cm)	Diâmetro do colo (mm)
<i>Espécies arbóreas em avaliações</i>			
Espécies arbóreas avaliadas aos 120 DAS	1	310,41 ^{ns}	2,71 ^{ns}
Espécies arbóreas avaliadas aos 150 DAS	1	6.149,01 *	84,34 ^{ns}
Espécies arbóreas avaliadas aos 180 DAS	1	2.813,01 ^{ns}	77,02 ^{ns}
Espécies arbóreas avaliadas aos 210 DAS	1	1.203,33 ^{ns}	56,99 ^{ns}
Espécies arbóreas avaliadas aos 240 DAS	1	6.992,13 *	167,84 *
Espécies arbóreas avaliadas aos 270 DAS	1	9.381,01 **	276,09 **
Espécies arbóreas avaliadas aos 300 DAS	1	15.165,01 **	508,00 **
Espécies arbóreas avaliadas aos 330 DAS	1	19.405,63 **	607,32 **
Espécies arbóreas avaliadas aos 360 DAS	1	38.880,00 **	779,59 **
Espécies arbóreas avaliadas aos 390 DAS	1	49.613,33 **	441,98 **
Resíduo médio ²	-	1.030,47	25,53
<i>Avaliações em espécies arbóreas</i>			
Avaliações em jurema	9	197.024,29 **	3.864,49 **
Avaliações em sabiá	9	128.354,91 **	2.631,05 **
Resíduo (b)	216	398,68	11,04

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

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio altura da planta e diâmetro do colo foram 46 e 52, respectivamente.

Tabela 15A – Resumo das análises de variância dos dados de resíduos da parte aérea de espécies arbóreas submetidas, cada uma, a dois sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Massa fresca de ramos finos e folhas (kg ha ⁻¹)	Massa seca de ramos finos e folhas (kg ha ⁻¹)	Massa fresca de ramos mais grossos e caule (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	898.316,31 ^{ns}	362.649,96 ^{ns}	5.385.771,13 ^{ns}
(Sistemas de cultivo)	(3)	34.778.659,38 **	6.767.383,85 **	153.868.479,86 **
Jurema em consorciação	1	626.045,44 ^{ns}	113.575,91 ^{ns}	2.687.779,60 ^{ns}
Sabiá em consorciação	1	171.314,07 ^{ns}	39.137,54 ^{ns}	315.066,05 ^{ns}
Jurema vs. sabiá	1	103.538.618,65 **	20.149.438,11 **	458.602.593,94 **
Resíduo	12	468.361,45	310.348,96	1.756.263,00
Média geral		2.579	2.238	7.721

¹ ns, **: não significativo; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 16A – 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 cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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 ha ⁻¹	Número de grãos espiga ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	146,48 ^{ns}	40,24 ^{ns}	1.067.963,93 ^{ns}	7.994.759,78 ^{ns}	550,53 ^{ns}	11,84 ^{ns}
Sistemas de cultivo (S)	2	438,61 *	160,69 ^{ns}	28.840.251,22 **	518.559.995,03 **	10.838,43 **	21,42 *
Resíduo (a)	8	71,93	42,46	637.029,72	6.610.355,78	651,43	3,60
Cultivares (C)	1	37,81 ^{ns}	44,26 ^{ns}	3.230,88 ^{ns}	8.599.594,80 ^{ns}	69.504,53 **	218,86 **
S x C	2	480,12 **	251,82 **	1.138.750,02 ^{ns}	2.179.242,10 ^{ns}	497,23 ^{ns}	9,44 ^{ns}
Resíduo (b)	12	62,13	30,12	491.895,68	6.601.125,92	499,67	2,80
Média geral		168,2	88,0	5.150	39.587	464	28,6

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

Tabela 17A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de alturas da planta e de inserção da espiga de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H) em sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Altura da planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)
<i>Sistemas de cultivo em cultivares</i>			
Sistemas de cultivo na cultivar AG4051PRO	2	18,13 ^{ns}	10,19 ^{ns}
Sistemas de cultivo na cultivar 30F35H	2	900,59**	402,33**
Resíduo médio ²	-	67,03	36,29
<i>Cultivares em sistemas de cultivo</i>			
Cultivares no consórcio com jurema	1	299,21*	53,08 ^{ns}
Cultivares no consórcio com sabiá	1	227,15 ^{ns}	10,26 ^{ns}
Cultivares de milho em monocultivo	1	471,69*	484,56**
Resíduo (b)	12	62,13	30,12

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

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio altura da planta e altura de inserção da espiga foram 19 e 18, respectivamente.

Tabela 18A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de espigas verdes de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), cultivadas em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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	10.588.572,78 ^{ns}	1.759.116,25 ^{ns}	11.072.616,50 ^{ns}	2.317.527,92 ^{ns}	28.250.507,70 ^{ns}	1.956.451,09 ^{ns}
Sistemas de cultivo (S)	2	499.346.901,73 ^{**}	72.811.241,07 ^{**}	739.538.245,43 ^{**}	78.279.991,05 ^{**}	627.721.800,10 ^{**}	26.429.166,18 ^{**}
Resíduo (a)	8	7.685.636,11	1.680.318,44	24.807.648,85	2.395.380,95	39.007.775,23	1.960.841,23
Cultivares (C)	1	880.653,33 ^{ns}	2.932.600,72 ^{ns}	70.061.857,20 ^{ns}	9.984.523,68 ^{ns}	34.165.340,83 ^{ns}	1.654.147,22 ^{ns}
S x C	2	1.898.634,53 ^{ns}	140.107,46 ^{ns}	8.550.289,30 ^{ns}	330.176,61 ^{ns}	10.030.929,63 ^{ns}	701.284,99 ^{ns}
Resíduo (b)	12	7.722.950,13	1.767.904,85	23.298.818,77	2.266.649,56	32.810.772,95	1.640.234,65
Média geral		41.264	9.916	32.302	8.603	28.487	5.216

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

Tabela 19A – 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 de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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 ha ⁻¹	Número de grãos espiga ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)
Blocos	4	339,85 ^{ns}	133,56 ^{ns}	1.853.240,42 ^{ns}	1.607.314,67 ^{ns}	601,23 ^{ns}	24,97 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	449,58 ^{ns}	184,52 ^{ns}	500.923,23 ^{ns}	8.708.136,07 ^{ns}	10.166,02 *	3,93 ^{ns}
Resíduo (a)	4	167,38	90,57	1.456.411,49	4.703.185,90	1.018,89	20,20
Cultivares (C)	1	851,42 ^{ns}	30,02 ^{ns}	2.808.482,62 ^{ns}	35.306.544,60 **	131.695,35 **	277,82 **
E x C	1	10,70 ^{ns}	53,58 ^{ns}	733.158,76 ^{ns}	4.097.706,67 ^{ns}	1.696,02 ^{ns}	22,48 ^{ns}
Resíduo (b)	8	287,89	138,10	1.669.936,36	3.088.888,22	1.827,64	10,21
Fileiras (F)	2	45,63 ^{ns}	53,00 ^{ns}	4.134.166,37 **	7.382.576,60 ^{ns}	17.732,87 **	2,52 ^{ns}
E x F	2	21,89 ^{ns}	6,72 ^{ns}	916.366,40 ^{ns}	319.418,07 ^{ns}	1.454,47 ^{ns}	3,07 ^{ns}
C x F	2	88,33 ^{ns}	35,43 ^{ns}	441.531,96 ^{ns}	11.261.095,40 ^{ns}	751,40 ^{ns}	1,50 ^{ns}
E x C x F	2	5,62 ^{ns}	4,17 ^{ns}	14.980,46 ^{ns}	6.140.140,07 ^{ns}	694,87 ^{ns}	2,71 ^{ns}
Resíduo (c)	32	29,57	18,49	379.548,09	5.156.195,89	797,84	3,31
Média geral		171,5	89,9	4.035	35.302	440	27,4

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

Tabela 20A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de espigas verdes, de três fileiras de plantas de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes 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	33.551.903,31 ^{ns}	3.586.401,70 ^{ns}	54.552.082,69 ^{ns}	7.279.596,35 ^{ns}	48.441.233,48 ^{ns}	2.659.830,64 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	56.801.794,02 ^{ns}	4.878.089,58 ^{ns}	41.596.696,07 ^{ns}	2.840.372,00 ^{ns}	53.882.431,35 ^{ns}	1.458.806,23 ^{ns}
Resíduo (a)	4	21.295.410,64	1.662.099,34	40.804.165,86	3.023.622,83	45.190.610,23	2.702.940,48
Cultivares (C)	1	17.853,75 ^{ns}	11.585.598,31 ^{ns}	101.124.587,27 ^{ns}	19.601.067,21 ^{ns}	182.984.299,35 ^{ns}	10.986.435,20 ^{ns}
E x C	1	18.783.534,02 ^{ns}	35.521,31 ^{ns}	2.025.476,27 ^{ns}	540.802,92 ^{ns}	42.099.451,35 ^{ns}	188.148,80 ^{ns}
Resíduo (b)	8	30.269.245,93	6.171.731,65	91.183.290,48	8.866.705,47	102.898.757,43	4.859.696,71
Fileiras (F)	2	28.778.527,05 ^{ns}	20.322.527,17 ^{**}	345.335.045,62 ^{**}	38.234.717,88 ^{**}	284.234.439,32 ^{**}	13.355.805,68 ^{**}
E x F	2	15.211.847,62 ^{ns}	2.918.955,59 ^{ns}	101.620.366,82 [*]	7.083.737,82 [*]	95.821.521,05 [*]	2.466.771,33 ^{ns}
C x F	2	15.544.383,65 ^{ns}	738.320,12 ^{ns}	5.697.536,02 ^{ns}	123.162,20 ^{ns}	1.524.330,15 ^{ns}	94.192,56 ^{ns}
E x C x F	2	2.726.234,02 ^{ns}	486.968,82 ^{ns}	29.293.250,22 ^{ns}	1.528.780,58 ^{ns}	19.254.949,35 ^{ns}	1.070.054,68 ^{ns}
Resíduo (c)	32	16.998.571,13	1.326.847,28	26.520.551,31	1.914.244,64	27.684.911,28	933.156,91
Média geral		37.104	8.242	26.759	6.832	23.375	4.179

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

Tabela 21A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de número de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas, e da massa de espigas empalhadas comercializáveis de cultivares de milho (AG4051PRO e 30F35H), cultivadas em posições diferentes de fileiras, em consorciação com espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Espigas comercializáveis ha ⁻¹		
		Número de empalhadas	Massa de empalhadas (kg)	Número de despalhadas
<i>Espécies arbóreas em posições de fileiras</i>				
Espécies arbóreas na fileira esquerda	1	152.087.155,20 *	10.307.708,71 *	172.478.264,45 *
Espécies arbóreas na fileira central	1	54.255.474,05 ^{ns}	3.881.853,46 ^{ns}	39.054.535,20 ^{ns}
Espécies arbóreas na direita	1	38.494.800,45 ^{ns}	2.818.285,47 ^{ns}	33.992.673,80 ^{ns}
Resíduo médio	17	31.281.756,16	2.284.037,37	33.520.144,26
<i>Posições de fileiras em espécies arbóreas</i>				
Posições das fileiras em jurema	2	404.129.232,53 **	38.483.383,65 **	350.552.806,93 **
Posições das fileiras em sabiá	2	42.826.179,90 ^{ns}	6.835.072,05 *	29.512.153,43 ^{ns}
Resíduo (c)	32	26.520.551,31	1.914.244,64	27.684.911,28

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

Tabela 22A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos secos de variedades tradicionais de feijão (Lagoa de Pedra e José da Penha), cultivadas em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	169.051,92 ^{ns}	1,16 ^{ns}	43,13 ^{ns}	0,70 ^{ns}	112.473,05 ^{ns}
Sistemas de cultivo (S)	2	1.625.336,52 *	7,97 *	134,23 ^{ns}	5,23 ^{ns}	919.481,19 *
Resíduo (a)	8	286.335,32	1,57	79,73	1,53	175.140,46
Variedades tradicionais (V)	1	212.265,04 ^{ns}	1,73 ^{ns}	202,80 **	3,33 *	223.397,91 *
S x V	2	44.723,05 ^{ns}	4,62 ^{ns}	23,70 ^{ns}	0,23 ^{ns}	24.118,22 ^{ns}
Resíduo (b)	12	60.032,11	1,63	13,23	0,68	31.882,54
Média geral		998	19,6	17,7	15,1	766

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

Tabela 23A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos verdes de variedades tradicionais de feijão (Lagoa de Pedra e José da Penha), cultivadas em monocultivo e em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	463.971,63 ^{ns}	2,97 ^{ns}	20,47 ^{ns}	0,78 ^{ns}	131.537,68 ^{ns}
Sistemas de cultivo (S)	2	10.036.684,05 **	1,18 ^{ns}	230,23 **	0,13 ^{ns}	3.041.095,66 **
Resíduo (a)	8	314.965,88	1,55	24,07	0,26	211.051,67
Variedades tradicionais (V)	1	1.460.305,84 *	39,81 **	4,80 ^{ns}	0,03 ^{ns}	41.475,03 ^{ns}
S x V	2	367.990,13 ^{ns}	1,55 ^{ns}	6,70 ^{ns}	0,53 ^{ns}	36.912,70 ^{ns}
Resíduo (b)	12	228.659,90	1,08	7,57	0,37	55.384,21
Média geral		2.111	33,6	17,3	14,0	1.242

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

Tabela 24A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos secos e seus componentes, de três fileiras de plantas de variedades tradicionais de feijão (Lagoa de Pedra e José da Penha), em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	128.982,03 ^{ns}	3,83 ^{ns}	72,07 ^{ns}	1,44 ^{ns}	67.828,34 *
Espécies arbóreas (E)	1	826.054,83 **	49,41 *	360,15 **	26,67 *	457.006,81 **
Resíduo (a)	4	31.349,98	4,32	15,90	1,29	8.914,83
Variedades tradicionais (V)	1	522.394,17 *	0,63 ^{ns}	380,02 **	0,60 ^{ns}	489.702,42 *
E x V	1	351.165,60 ^{ns}	4,09 ^{ns}	198,02 *	0,00 ^{ns}	197.774,01 ^{ns}
Resíduo (b)	8	88.466,11	6,64	31,52	2,88	53.676,47
Fileiras (F)	2	153.309,21 **	7,09 ^{ns}	70,47 **	0,35 ^{ns}	105.068,13 **
E x F	2	10.479,03 ^{ns}	5,06 ^{ns}	3,80 ^{ns}	1,62 ^{ns}	8.649,66 ^{ns}
V x F	2	23.759,97 ^{ns}	18,57 **	6,07 ^{ns}	1,25 ^{ns}	29.664,64 *
E x V x F	2	13.533,30 ^{ns}	22,06 **	13,87 ^{ns}	2,45 ^{ns}	16.615,87 ^{ns}
Resíduo (c)	32	16.062,38	3,30	6,55	1,00	8.818,74
Média geral		758	19,6	15,8	14,7	585

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

Tabela 25A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de número de vagens planta⁻¹ de variedades tradicionais de feijão seco (Lagoa de Pedra e José da Penha) em espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
		Número de vagens planta ⁻¹
<i>Espécies arbóreas em variedades tradicionais</i>		
Espécies arbóreas dentro da variedade de feijão Lagoa de Pedra	1	12,03 ^{ns}
Espécies arbóreas dentro da variedade de feijão José da Penha	1	546,13 **
Resíduo médio	12	23,71
<i>Variedades tradicionais em espécies arbóreas</i>		
Variedades de feijão dentro de jurema	1	14,70 ^{ns}
Variedades de feijão dentro de sabiá	1	563,33 **
Resíduo (b)	8	31,52

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

Tabela 26A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de massa de 100 grãos e rendimento de grãos de variedades tradicionais de feijão seco (Lagoa de Pedra e José da Penha), cultivadas em três posições de fileiras. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Massa de 100 grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
<i>Variedades tradicionais em posições de fileiras</i>			
Variedades de feijão dentro da fileira esquerda	1	1,17 ^{ns}	69.625,90 ^{ns}
Variedades de feijão dentro da fileira central	1	8,22 ^{ns}	123.836,03 *
Variedades de feijão dentro da fileira direita	1	28,39 *	355.569,78 **
Resíduo médio ²	-	4,41	23.771,31
<i>Posições de fileiras em variedades tradicionais</i>			
Posições de fileiras dentro da variedade Lagoa de Pedra	2	23,50 **	89.583,80 **
Posições de fileiras dentro da variedade José da Penha	2	2,17 ^{ns}	45.148,97 *
Resíduo (c)	32	3,30	8.818,74

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

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio massa de 100 grãos e rendimento de grãos foram 26 e 14, respectivamente.

Tabela 27A – Resumo das análises de variância dos dados de rendimento de grãos verdes e seus componentes, de três fileiras de plantas de variedades tradicionais de feijão (Lagoa de Pedra e José da Penha), em consorciação com leguminosas arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios				
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Número de vagens planta ⁻¹	Número de grãos vagem ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Blocos	4	635.999,81 ^{ns}	8,29 ^{ns}	60,23 ^{ns}	0,14 ^{ns}	345.784,16 ^{ns}
Espécies arbóreas (E)	1	49.105,06 ^{ns}	39,74 ^{ns}	62,02 ^{ns}	3,27 *	904.534,99 ^{ns}
Resíduo (a)	4	267.380,24	9,05	19,81	0,31	137.398,46
Variedades tradicionais (V)	1	1.055.066,38 *	60,26 **	0,82 ^{ns}	1,07 ^{ns}	8.456,65 ^{ns}
E x V	1	343.641,69 ^{ns}	14,87 *	40,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	82.126,68 ^{ns}
Resíduo (b)	8	114.428,28	2,55	14,08	0,36	20.081,33
Fileiras (F)	2	72.964,82 ^{ns}	0,38 ^{ns}	22,12 *	4,02 **	149.130,99 **
E x F	2	84.374,29 ^{ns}	14,62 ^{ns}	2,92 ^{ns}	0,42 ^{ns}	105.130,75 *
V x F	2	551.765,53 **	10,66 ^{ns}	29,22 *	0,12 ^{ns}	258.363,80 **
E x V x F	2	342.081,41 *	11,60 ^{ns}	53,22 **	4,12 **	166.176,89 **
Resíduo (c)	32	67.716,56	5,53	5,51	0,60	20.336,92
Média geral		1.524	33,3	14,5	13,9	929

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

Tabela 28A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de massa de 100 grãos de variedades tradicionais de feijão verde (Lagoa de Pedra e José da Penha) em espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios Massa de 100 grãos (g)
<i>Espécies arbóreas em variedades tradicionais</i>		
Espécies arbóreas na variedade Lagoa de pedra	1	51,61 *
Espécies arbóreas na variedade José da Penha	1	3,00 ^{ns}
Resíduo médio	6	5,80
<i>Variedades tradicionais em espécies arbóreas</i>		
Variedades em jurema	1	67,50 **
Variedades em sabiá	1	7,63 ^{ns}
Resíduo (b)	8	2,55

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

Tabela 29A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de rendimento de grãos de variedades tradicionais de feijão (Lagoa de Pedra e José da Penha), cultivadas em posições diferentes de fileiras, em consorciação com espécies arbóreas. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
<i>Espécies arbóreas em posições de fileiras</i>		
Espécies arbóreas na fileira esquerda	1	620.030,51 *
Espécies arbóreas na fileira central	1	462.411,42 *
Espécies arbóreas na fileira direita	1	32.354,58 ^{ns}
Resíduo médio	7	59.357,43
<i>Posições de fileiras em espécies arbóreas</i>		
Posições de fileiras em jurema	2	248.767,07 **
Posições de fileiras em sabiá	2	5.494,67 ^{ns}
Resíduo (c)	32	20.336,92

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

Tabela 30A – Resumo das análises de variância do desdobramento dos graus de liberdade da análise dos dados de massa total de vagens, do número de grãos vagem⁻¹ e de rendimento de grãos de variedades tradicionais de feijão verde (Lagoa de Pedra e José da Penha), cultivadas em três posições de fileiras. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Massa de vagens (kg ha ⁻¹)	Número de vagens planta ⁻¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
<i>Variedades tradicionais em posições de fileiras</i>				
Variedades na fileira esquerda	1	189.145,42 ^{ns}	0,05 ^{ns}	143.040,01 *
Variedades na fileira central	1	3.361,82 ^{ns}	39,20 *	376.561,87 **
Variedades na fileira direita	1	1.966.090,20 **	20,00 ^{ns}	5.672,39 ^{ns}
Resíduo médio ²	-	83.287,13	8,37	20.251,72
<i>Posições de fileiras em variedades tradicionais</i>				
Posições de fileiras na variedade Lagoa de pedra	2	487.966,41 **	51,03 **	260.674,48 **
Posições de fileiras na variedade José da Penha	2	136.763,94 ^{ns}	0,30 ^{ns}	146.820,31 **
Resíduo (c)	32	67.716,56	5,51	20.336,92

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

² Os números dos graus de liberdade do resíduo médio massa de vagens, número de vagens planta⁻¹ e rendimento de grãos foram 28, 22 e 36, respectivamente.

Tabela 31A – Resumo das análises de variância dos dados de massas fresca e seca da parte aérea de plantas daninhas, em oito sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	
		Massas da parte aérea de plantas daninhas (g m ⁻²)	
		Fresca	Seca
Blocos	4	83.127,48 ^{ns}	5.553,33 ^{ns}
Sistemas de cultivo	7	1.572.554,94 **	156.708,75 **
Resíduo	28	209.271,36	19.457,35
Média geral		912	337

¹ ns; **: não significativo; e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 32A – Resumo das análises de variância dos dados dos teores dos elementos que compõem as características químicas do solo, em oito sistemas de cultivo. Mossoró-RN. 2016.¹

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios ²															
		pH (água)	CE (ds m ⁻¹)	MO (g kg ⁻¹)	P	K ⁺ (mg dm ⁻³)	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	CTC	V	m (%)	PST
Blocos	3	0,02 ^{ns}	0,005 ^{ns}	14,87 ^{ns}	215,65*	61,86 ^{ns}	13,97 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,25 ^{ns}	22,54 ^{ns}	8,36 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Sistemas de cultivo	7	0,10 ^{ns}	0,011 ^{ns}	5,78 ^{ns}	41,91 ^{ns}	1.181,86 ^{ns}	34,97 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1,31 ^{ns}	16,27 ^{ns}	11,60 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Resíduo	21	0,19	0,008	8,45	46,85	743,61	25,28	0,33	0,14	0,06	0,17	0,67	0,88	1,10	29,07	11,41	0,20
Média geral		6,3	0,39	11,2	10,8	97,5	23,0	3,1	2,2	0,095	0,52	5,7	5,8	6,2	91,9	1,5	1,7

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

² CE = condutividade elétrica; MO = matéria orgânica; P = fósforo; K⁺ = potássio; Na⁺ = sódio; Ca²⁺ = cálcio; Mg²⁺ = magnésio; Al³⁺ = acidez trocável; (H+Al) = acidez potencial; SB = soma de bases; t = capacidade de troca de cátions efetiva; CTC = capacidade de troca de cátions efetiva a pH 7,0; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; PST = porcentagem de sódio trocável.