

Produção de biomassa, composição química e atributos químicos do solo do consórcio milho-leguminosas forrageiras na comunidade Boqueirão, Sobral, CE



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
12**

**Produção de biomassa, composição
química e atributos químicos do solo do
consórcio milho-leguminosas forrageiras
na comunidade Boqueirão, Sobral, CE**

*Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Henrique Antunes de Souza
Jorge Luis de Sales Farias
José Wilson Tavares Bezerra
Francisco Éden Paiva Fernandes
Patrício Leandro Pereira
Jan Riella*

**Embrapa Caprinos e Ovinos
Sobral, CE
2019**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Caprinos e Ovinos
Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/
Groaíras, Km 4 Caixa Postal: 71
CEP: 62010-970 - Sobral, CE
Fone: (88) 3112-7400
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Caprinos e Ovinos

Presidente
Cícero Cartaxo de Lucena

Secretário-Executivo
Alexandre César Silva Marinho

Membros
*Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Carlos José
Mendes Vasconcelos, Fábio Mendonça Diniz,
Maíra Vergne Dias, Manoel Everardo Pereira
Mendes, Marcos André Cordeiro Lopes, Tânia
Maria Chaves Campêlo, Zenildo Ferreira
Holanda Filho*

Supervisão editorial
Alexandre César Silva Marinho

Revisão de texto
Carlos José Mendes Vasconcelos

Normalização bibliográfica
Tânia Maria Chaves Campêlo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Maira Vergne Dias

Foto da capa
Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu

1ª edição
On-line (2019)

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Caprinos e Ovinos

Produção de biomassa, composição química e atributos químicos do solo do consórcio milho-
leguminosas forrageiras na comunidade Boqueirão, Sobral, CE / Roberto Cláudio Fernandes
Franco Pompeu... [et al.]. - Sobral : Embrapa Caprinos e Ovinos, 2019.
20 p. : il. color. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 0101-
6008; 12).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/item/181>>.

1. Leguminosa forrageira. 2. Cunhã. 3. Cobertura morta. 4. Volumosos – Produção. 5. Alimento para
animal - Volumosos. 6. Crotalária. I. Pompeu, Roberto Cláudio Fernandes Franco. II. Souza, Henrique
Antunes de. III. Farias, Jorge Luis de Sales. IV. Bezerra, José Wilson Tavares. V. Fernandes, Francisco
Éden Paiva. VI. Pereira, Patrício Leandro. VII. Araújo, Marcelo Renato Alves de. VIII. Riella, Jan.
IX. Embrapa Caprinos e Ovinos. X. Série.

CDD (21. ed.) 633.2

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	13
Conclusões.....	18
Referências	18

Produção de biomassa, composição química e atributos químicos do solo do consórcio milho-leguminosas forrageiras na comunidade Boqueirão, Sobral, CE

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu¹

Henrique Antunes de Souza²

Jorge Luis de Sales Farias³

José Wilson Tavares Bezerra⁴

Francisco Éden Paiva Fernandes⁵

Patrício Leandro Pereira⁶

Jan Riella⁷

Resumo – Objetivou-se avaliar a produção de biomassa, composição química e os atributos químicos do solo do consórcio milho-leguminosas forrageiras numa comunidade do município de Sobral, CE. Foram avaliados os consórcios milho-cunhã e milho-crotalária num delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de seis fileiras, com 5 m de comprimento, espaçadas entre si de um metro entre milho. O plantio do milho foi realizado no dia 01 de março de 2019, enquanto que o plantio das leguminosas foi realizado no dia 14 de março de 2019. Foram observadas diferenças de teores de matéria seca entre os consórcios cunhã-milho e crotalária-milho. Observou-se que a produção do consórcio crotalária-milho foi superior em relação ao consórcio cunhã-milho, com média de 2806 kg ha⁻¹ MS e produção superior em 45,8% em relação ao consórcio cunhã-milho. Não foram observadas diferenças de teores de proteí-

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

³ Médico-veterinário, doutorando em Desenvolvimento Rural, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE.

⁴ Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, analista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE.

⁵ Zootecnista, doutor em Zootecnia, analista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE.

⁶ Zootecnista, mestrando em Zootecnia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE.

⁷ Administrador de empresas, mestre em Administração, analista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

na bruta (PB) entre os consórcios testados, com média de 12,7% de PB. Não foram observadas diferenças de tores de fibra em detergente neutro (FDN) e de ligninas (LIG) entre os consórcios testados, com médias de 43,7 e 6,7%, respectivamente. Para a fertilidade do solo, houve diferença para o emprego dos consórcios com as diferentes leguminosas para os atributos K, Cu e B. Observaram-se maiores concentrações de Cu e B no consórcio cunhã-milho, justificadas pela maior concentração desses micronutrientes na matéria seca da cunhã. O consórcio crotalária-milho apresenta maior produção e melhor qualidade do material em caso de uso para produção de volumoso no semiárido, enquanto que, para o uso como cobertura morta superficial no solo, ambos os consórcios podem ser utilizados como estratégias para ciclagem de nutrientes no solo.

Termos para indexação: Ciclagem de nutrientes, cobertura morta, crotalária, cunhã, práticas conservacionistas, produção de volumoso.

Biomass production, chemical composition and soil chemical attributes of maize-legumes intercropping in boqueirão community, Sobral, CE

Abstract – The objective of this study was to evaluate the biomass production, chemical composition and soil chemical attributes of the forage maize-legume consortium in a community of Sobral, CE. The corn-cunha and corn-crotalaria intercropping were evaluated in a randomized complete block design with four replications. The experimental plots consisted of 6 rows, 5 m long, spaced 1.0 meter apart between maize. The maize was planted on March 1, 2019, while leguminous plants were planted on March 14, 2019, in the rows of maize crop through furrows. Differences in dry matter contents were observed between the maize-cunha and maize-crotalaria intercropping. It was observed that the production of the maize-crotalaria intercropping was higher than the maize-cunha, with an average of 2806 kg ha⁻¹ DM and 45.8% higher production compared to the maize-cunha. No differences in crude protein (CP) contents were observed between the treatments, with an average of 12.7% of CP. There were no differences in neutral detergent fiber (NDF) and lignins (LIG) contents between the treatments, with means of 43.7 and 6.7%, respectively. For soil fertility there was difference for the use of intercropping with different legumes for attributes K, Cu and B. Higher concentrations of Cu and B were observed in the maize-cunha intercropping, justified by the higher concentration of these micronutrients in the dry matter of cunha. Maize-crotalaria intercropping presents higher yield and better quality of material in case of use for roughage production in the semiarid, while for use as soil mulch, both intercropping can be used as strategies for nutrient cycling in the soil.

Index terms: Conservation practices, crotalaria, cunha, forage production, mulching, nutrient cycling.

Introdução

A atividade agropecuária coloca-se como maior fonte de degradação de terras em todo o planeta. A agricultura tradicional, com ênfase na monocultura, tem sido um fator de aceleração dessa degradação, geralmente pelo superpastejo e pelo uso indiscriminado do fogo. A degradação conduz ao empobrecimento dos ecossistemas podendo culminar, particularmente, nas áreas de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos com a incidência dos processos de desertificação.

A supressão da vegetação, seja decorrente do manejo inadequado de pastagens e terras agrícolas, seja de atividades de elevado impacto, como a retirada de florestas para fins energéticos, tem como consequência imediata a exposição do solo aos raios solares e aos agentes de erosão. Os ciclos de umedecimento e secagem e o impacto de gotas de chuva promovem desestruturação do solo, acelerando a perda da matéria orgânica.

O declínio da produtividade dos solos agrícolas de regiões semiáridas tem sido atribuído principalmente à erosão e à redução dos níveis de matéria orgânica (Perín et al., 2002). Considerando-se que quase a totalidade do semiárido brasileiro situa-se no Nordeste, é essa a região do País que oferece maior vulnerabilidade à incidência de desertificação. Esse fato é mais evidente diante das limitações dos recursos naturais da região, caracterizada pela ocorrência de irregularidade das precipitações pluviométricas no tempo e no espaço, resultando em elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração, com consequente índices negativos de balanço hídrico anual (Leite et al., 1993).

Agravando esse quadro hidroclimático, considera-se que, geologicamente, a região é formada por rochas de embasamento cristalino, acarretando sérias limitações na disponibilidade de águas subterrâneas. Levando-se em conta a fragilidade dos ecossistemas de terras secas, observa-se a vulnerabilidade dessas áreas aos processos de desertificação, sendo importante salientar o fato da predominância de solos rasos, que, por suas características, são bastante susceptíveis a erosão (Leite et al., 1993).

Portanto, sistemas de manejo que protejam o solo dos agentes climáticos e que proporcionem um contínuo aporte de resíduos orgânicos vêm sendo desenvolvidos e adaptados, dada a importância na formação de condições edáficas mais estáveis de produção (Espindola et al., 2006b). Nesse sentido,

a proteção do solo com coberturas vivas ou mortas é uma das alternativas mais efetivas no controle de sua degradação (Perin et al., 2002).

As leguminosas destacam-se entre as espécies empregadas como plantas de cobertura, principalmente por sua capacidade de fornecimento de N para as culturas de interesse comercial. Diversos mecanismos têm sido apontados para justificar a maior disponibilidade desse nutriente em áreas cultivadas com leguminosas, tais como a fixação de N atmosférico pela simbiose com bactérias diazotróficas e a recuperação do N lixiviado para camadas mais profundas do solo (Costa, 1993).

O uso de leguminosas em consórcios com o milho ou outras culturas anuais é realidade. Neste sentido, destaca-se o uso da crotalária, devido a seus benefícios e vantagens, como o fornecimento de nitrogênio ao milho, além de melhoria de atributos biológicos (melhoria da relação C/N no solo) (Dalla Chieza et al., 2017). Ainda, essa espécie apresenta vantagens como a redução da densidade populacional de nematoides (Silva et al., 2018).

Por outro lado, o uso de leguminosas nativas, como a cunhã ainda desperta a necessidade de estudos, e avaliação dos benefícios do emprego dessa espécie, principalmente, considerando sistemas de produção agroecológicos.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a produção de biomassa, composição química e os atributos químicos do solo do consórcio milho-leguminosas forrageiras numa comunidade do município de Sobral, CE.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Sítio Areias, localizado na comunidade Boqueirão, situada a 11 km do município de Sobral, CE. O solo da área experimental é do tipo Neossolo Flúvico, classificação estrutural franco argiloso. A área está em região de clima BSh (Köppen, 1936), semiárido quente.

Foram avaliados os consórcios milho-cunhã e milho-crotalária num delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de seis fileiras, com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si de um metro entre milho.

Antes do plantio, foram coletadas amostras para as análises de fertilidade do solo na profundidade de 0 m - 0,2 m, conforme expresso na Tabela 1. O solo apresenta a seguinte classificação, conforme Fernandes (1993): Ca – médio, Mg – alto, P – muito alto, K – alto, M.O. – média.

Tabela 1. Atributos químicos do solo em área de agricultura na comunidade Boqueirão, Sobral, CE.

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC
	g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --		----- cmolc dm ⁻³ -----				
	16	48	97,5	3,4	1,1	1,8	7,1	8,9
V	S	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
%	----- mg dm ⁻³ -----							
80	9	2,4	0,1	17	3,45	16,4	0,25	

pH em água, v v-1; MO: matéria orgânica, método Walkley-Black; P, K, Na, Cu, Fe, Zn, Mn: método Mehlich-1; Ca, Mg: 1 mol L⁻¹ KCl; H+Al: acidez potencial, método acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ pH7; B: método água quente; SB: soma de bases; CEC: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases.

O plantio do milho foi realizado no dia 1º de março de 2019, utilizando sementes crioulas da própria comunidade por meio de cova, introduzindo cinco sementes de milho por cova, enquanto que o plantio das leguminosas foi realizado no dia 14 de março de 2019, nas entrelinhas da cultura do milho através de sulcos (Figuras 1A e 1B). Quinze dias após o plantio, foi realizado o desbaste do milho, permanecendo três plantas por cova, atingindo uma densidade equivalente a 30.000 plantas por hectare. As plantas daninhas foram controladas por meio de uma capina, utilizando enxada como ferramenta aos 30 dias após o plantio das leguminosas.

A colheita foi realizada aos 115 dias após o plantio do milho, quando a espiga estava no ponto farináceo duro. Nessa ocasião, realizou-se a colheita das duas fileiras centrais de cada parcela (Figura 2A e 2B). Em seguida, a outra parte das leguminosas foi cortada e deixada sobre o solo em cobertura. No laboratório, as amostras colhidas no campo foram pesadas e retirada uma fração de 500 g do material para a determinação da matéria seca em estufa de pré-secagem até o peso constante, visando estimar a produtividade de biomassa. Em seguida, as amostras foram processadas em moinhos de facas, utilizando-se peneira com porosidade de um milímetro, acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas para utilização nas determinações químico-bromatológicas.



Fotos: Roberto Cláudio F. F. Pompeu



Figura 1. Abertura de sulcos para o plantio das leguminosas (A); semente de crotalária introduzida na cova (B).

Fotos: Roberto Cláudio F. Pompeu



Figura 2. Colheita do material aos 115 dias após o plantio da cultura anual (A e B).

Sessenta dias após a colheita dos consórcios, foi procedida à coleta de solo nos locais das parcelas em que as leguminosas foram cortadas e deixadas sobre o solo em cobertura. As amostras de solos foram coletadas na camada de 0 m - 0,1 m para fins de comparação dos efeitos do emprego das leguminosas, sendo realizada amostra composta (quatro amostras simples) e perfazendo quatro repetições por área (Figura 3). As análises químicas do solo pH; M.O.; P; K; Ca; Mg; H+Al; SB; CTC; V; S; Na; Cu; Fe; Zn; Mn; B foram procedidas conforme Teixeira et al. (2017a, 2017b, 2017c, 2017d, 2017e, 2017f), Campos e Teixeira (2017a, 2017b), Campos et al. (2017).

As análises químico-bromatológicas foram realizadas na Embrapa Caprinos e Ovinos. Foram determinados os teores de MS (método nº 934.01), matéria orgânica (método nº 942.05), proteína bruta (método nº 954.01), extrato etéreo (método nº 920.39) segundo a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (Helrich, 1990). Para as análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio e corrigidas para cinzas residuais (Mertens, 2002). A lignina foi obtida a partir da metodologia descrita em Detmann et al. (2012), com o resíduo do FDA tratado com ácido sulfúrico a 72%.

De posse dos dados, empregou-se teste de t (Bonferroni) para verificação da diferença entre as áreas, utilizando-se o software SISVAR.

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças nos teores de matéria seca entre os consórcios cunhã-milho e crotalária-milho, resultado do ciclo mais tardio da crotalária e do cultivo das leguminosas terem sido realizado 15 dias após o cultivo do milho. Mesmo com a colheita tardia da cultura do milho, de 115 dias, visando a produção de grãos para a comunidade, o cultivo das leguminosas após o cultivo da cultura anual, em especial da crotalária, pode ser utilizado como meio para adubação verde rica em N, haja vista não haver aplicação de fertilizantes para os cultivos das culturas anuais, favorecendo os atributos físicos e químicos dos solos. Por outro lado, o consórcio milho-leguminosas pode também ser alternativa para a produção de silagem, uma vez que o teor de matéria seca médio do consórcio crotalária-milho situou-se em 32,9%, estando na faixa ideal para a ocorrência de adequado processo fermentativo.

Já o consórcio milho-cunhã obteve teores de MS próximos de 40%, o que se torna indesejável do ponto de vista de uso para produção de silagem.

Tabela 2. Valores médios, teste F e coeficiente de variação da produtividade e qualidade bromatológica de forragens cultivadas em comunidades rurais de Sobral, CE, 2019.

Consórcio	MS ¹	PMS ²	PB ³	FDN ⁴	FDA ⁵	LIGNINA
	%	kg ha	-----%-----			
Crotalária-Milho	32,9b	2806a	11,8	42,9	36,7b	6,0
Cunhã-Milho	39,5a	1292b	13,6	44,5	41,0a	7,4
Teste F	*	**	ns	ns	*	ns
CV(%)	21,9	27,7	18,1	5,9	4,8	16,2

ns, ** e * - Não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade. ¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de t; ¹MS: teor de matéria seca; ²PMS: produtividade de matéria seca; ³PB: teores de proteína bruta; ⁴FDN: teores de fibra em detergente neutro; ⁵FDA: teores de fibra em detergente ácido.

Observou-se que a produtividade do consórcio crotalária-milho foi superior em relação ao consórcio cunhã-milho, com 2.806 kg ha⁻¹ MS e produtividade superior em 45,8% em relação ao consórcio cunhã-milho. Apesar de os resultados estarem abaixo dos obtidos dos cultivos tradicionais na região, que se situa entre 3 t ha⁻¹ MS e 5 t ha⁻¹ MS, a baixa produtividade pode estar relacionada à forma de plantio (cova), no espaçamento entre plantas e entre linhas, o que culminou na baixa densidade de plantas, ausência de adubação de fundação e de cobertura, pois tudo isso é de fundamental importância para o atendimento nutricional durante o crescimento e desenvolvimento das culturas. Além disso, a qualidade das sementes crioulas pode ter afetado a produção, haja vista que o estande inicial após a germinação de plantas de milho estar desuniforme, o que, associado ao veranico de 16 dias no início do crescimento das culturas anuais, também pode ter contribuído para baixo desempenho das culturas.

A baixa qualidade das sementes crioulas pode estar ligada a inúmeros fatores, como: condições ambientais em que as sementes foram armazenadas, recipientes para armazenamento das sementes, oscilação de temperatura e umidade no interior da casa de sementes, tempo e gerenciamento de estoque. Portanto, a identificação dos fatores envolvidos pode auxiliar na proposição de melhorias para redução de perdas das lavouras. Além disso,

procedimentos prévios de plantio como o uso de teste de germinação simples em caixa de areia previne perdas e auxilia o produtor a alcançar o estande e a produtividade desejada.

Não foram observadas diferenças nos teores de proteína bruta (PB) entre os consórcios testados, com média de 12,7% de PB em decorrência da maior proporção de leguminosas na área, com média de 73% do total de biomassa. A maior proporção de leguminosas incrementa os teores de proteína bruta na dieta dos animais, o que pode reduzir os custos com a compra de ingredientes proteicos e de adubos nitrogenados. Vale destacar que o presente resultado é bem superior ao teor mínimo de 7% para o atendimento das exigências em compostos nitrogenados dos microrganismos do rúmen (Valadares et al., 1997) e, por consequência, a utilização dos substratos potencialmente energéticos como a fibra. De acordo com Dupas (2008), o estudo da composição bromatológica de plantas forrageiras a serem utilizadas na alimentação animal é preponderante para fornecer subsídios para a melhoria da qualidade das pastagens ofertadas aos animais e, ainda, para definir uma adequada suplementação concentrada e/ou volumosa.

Não foram observadas diferenças de teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de ligninas (LIG) entre os consórcios testados, com médias de 43,7% e 6,7%, respectivamente. Contudo, houve diferenças entre os consórcios avaliados sobre os teores de FDA, em que o consórcio crotalária-milho apresentou menores teores em relação ao consórcio cunhã-milho. Tal fato pode estar relacionado aos menores teores de FDA da crotalária em relação a cunhã, em que esta última apresenta o ciclo de desenvolvimento mais precoce, e que no momento da colheita, apresentava idade mais avançada, cerca de 85 dias. Segundo Oliveira (1998), existe uma relação direta na composição de volumosos entre FDN e FDA, na medida em que a segunda faz parte da primeira e que essas frações, quando em níveis muito elevados, acima dos valores aqui obtidos, reduzem os valores de proteína bruta, comprometendo o consumo e o aproveitamento da forragem.

Para a fertilidade do solo, houve diferença para o emprego dos consórcios com as diferentes leguminosas para os atributos K, Cu e B, sendo que para os três nutrientes o consórcio milho-cunhã, proporcionou maiores concentrações (Tabela 3). A justificativa para este resultado pode ser a acelerada degradação da crotalária em relação a cunhã, com disponibilização dos nu-

trientes de maneira mais rápida. Esta justificativa pode ser ratificada pelos menores valores de ligninas da crotalária em relação à cunhã (Tabela 2). De acordo com Torres e Pereira (2008), o tempo de meia-vida da palhada da crotalária é de 98 dias a 137 dias.

Tabela 3. Atributos químicos do solo em função do consórcio de milho com leguminosas, na comunidade Boqueirão, Sobral, CE.

Manejos	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC
		g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --		----- mmolc dm ⁻³ -----				
Milho-Crotalária	6,78	18,3	56,5	89,7 b1	3,8	1,12	1,70	5,2	6,9
Milho-Cunhã	6,70	14,8	56,0	148,2 a	3,5	0,88	1,73	4,7	6,4
Teste F	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	1,32	24,2	13,3	11,9	11,5	42,3	5,2	12,7	10,6
	V	S	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
	%		----- mg dm ⁻³ -----						
Milho-Crotalária	73	8,5	2,3	0,1 b	11,9	4,7	15,4	0,33 b	
Milho-Cunhã	75	9,3	2,4	0,2 a	12,3	4,4	17,2	0,53 a	
Teste F	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	
CV(%)	2,1	8,9	10,2	5,4	19,8	15,9	30,3	21,7	

ns, * e ** – Não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de t.

Com relação ao potássio, em trabalho avaliando a taxa de degradação desse macronutriente em plantas de crotalária, Torres e Pereira (2008) verificaram que o tempo necessário para liberação de 50% desse nutriente é de 81 dias a 96 dias, período menor que o ciclo da cultura do milho. Entre os nutrientes mais estudados e de maior destaque quando da avaliação da degradação de leguminosas empregadas em consorciação ou como adubos verdes ou plantas de cobertura está o potássio, por esse nutriente não participar de nenhum componente estrutural ou molécula orgânica, de modo que o torna facilmente trocável, e com rápida liberação; ainda, é um nutriente facilmente lixiviado pelo solo (Espindola et al., 2006a; Torres; Pereira, 2008).

Observaram-se maiores concentrações de Cu e B no consórcio cunhã-milho, podendo ser justificados pela maior concentração desses micronutrientes na matéria seca da cunhã. Segundo Amaral et al. (1987), a cunhã apresenta em matéria seca 8 mg kg⁻¹ e 35 mg kg⁻¹ para cobre e boro, respectivamente, aos 86 dias de cultivo; e a crotalária apresenta 6,8 mg kg⁻¹ e 29 mg kg⁻¹ para cobre e boro, aos 75 dias de cultivo, respectivamente, conforme Puiatti et al. (2015).

Portanto, apesar de a camada amostrada após a colheita do consórcio ser diferente da apresentada na caracterização da área (Tabela 1), pode-se constatar uma leve melhoria na matéria orgânica, especialmente do consórcio milho-crotalária e de alguns minerais como P, K e B após o cultivo das leguminosas em consórcio com o milho, com posterior corte para cobertura. O uso da crotalária ou cunhã em consórcio com o milho é alternativa para melhoria do ambiente edáfico, haja vista não ter havido alterações significativas entre elas na maioria dos atributos analisados (Tabela 3); contudo a degradação mais acelerada ou não de determinado adubo verde pode ser estratégica em função do manejo que se pretende adotar. Para maior adesão do emprego de leguminosas para melhoria do solo, é importante que a espécie a ser escolhida apresente facilidade de cultivo, obtenção de sementes e seja de fácil manejo.

Ressalta-se que o corte das leguminosas para cobertura do solo se deu no início do período seco, o que afetou ainda mais o processo de mineralização da matéria orgânica. Caso as leguminosas tivessem sido incorporadas ao solo, poderiam ter incrementado os atributos químicos. Entretanto, tal manejo seria mais oneroso para o agricultor familiar, haja vista o elevado esforço físico para incorporação do material no solo. De qualquer maneira, o uso de leguminosas ainda se mostra uma estratégia interessante para melhoria de atributos do solo no semiárido, uma vez que, nos sistemas em que não ocorrem a aplicação de fertilizantes e corretivos, tal prática auxilia na manutenção do ecossistema.

Conclusões

- a) O consórcio crotalária-milho apresenta maior produção e melhor qualidade do material em caso de uso para produção de volumoso no Semiárido.

- b) Para uso como cobertura morta superficial no solo, ambos os consórcios são alternativas interessantes e estratégias para ciclagem de nutrientes em sistemas agroecológicos.

Referências

- AMARAL, W. do; HAAG, P. H.; DECHEN, A. R. Nutrição mineral de leguminosas tropicais VII. Recrutamento de micronutrientes pela cunhã (*Clitoria ternatea* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 44, n. 1, p. 549-570, 1987.
- CAMPOS, D. V. B. de; TEIXEIRA, P. C. Microelementos. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017a. pt. 2, cap. 23, p. 328-333.
- CAMPOS, D. V. B. de; TEIXEIRA, P. C. Enxofre. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017b. pt. 2, cap. 22, p. 324-327.
- CAMPOS, D. V. B. de; TEIXEIRA, P. C.; PEREZ, D. V.; SALDANHA, M. F. C. Acidez potencial do solo. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. pt. 2, cap. 4, p. 233-237.
- COSTA, M. B. B. da (Coord.). **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.
- DALLA CHIEZA, E.; GUERRA, J. G. M.; ARAUJO, E. da S.; ESPINDOLA, J. A. A.; FERNANDES, R. C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, v. 64, n. 2, p. 189-196, mar./abr. 2017. DOI: 10.1590/0034-737X201764020012
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A. de; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, A. C. de; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. de O. S.; CABRAL, L. da S.; PINA, D. dos S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**: INCT – Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.
- DUPAS, E. **Produtividade de massa seca e atributos de valor nutritivo do capim Marandu relacionados à adubação nitrogenada e irrigação no cerrado paulista**. 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 321-328, 2006a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000200012>
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, D. L. de; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R. N. B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 415-420, mar. 2006b.
- FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1993. 247 p.

FONTANA, A.; BIANCHI, S. R. Carbono e nitrogênio total: analisador elementar. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. pt. 3, cap. 4, p. 393-396.

HELDRICH, K. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Gaithersburg, MD: AOAC, 1990. v. 1. 673 p.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Ed.). **Handbuch der klimatologie**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1936. v. 1, p. 1-44, part C.

LEITE, F. R. B.; SOARES, A. M. L.; MARTINS, M. L. R. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará - 2a. aproximacao. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. v. 2, p. 156-161.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, Nov./Dec. 2002.

OLIVEIRA, J. S. E. e. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 34 p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular técnica, 47).

PERÍN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. **Revista Brasileira e Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 713-720, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000300016>.

PUIATTI, M.; OLIVEIRA, N. L. C. de; CECON, P. R.; BHERING, A. da S. Consorciação de taro e crotalaria manejada com corte rente ao solo e poda na altura do dossel. **Revista Ceres**, v. 62, n. 3, p. 275-283, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562030007>

SILVA, R. A.; NUNES, N. A.; IWANO, F. K. Efeito da rotação e sucessão de culturas no manejo de nematoides da soja em área arenosa. **Nematropica**, v. 48, n. 2, p. 198-206, Dec. 2018.

TEIXEIRA, P. C.; CALDERANO, S. B.; CAMPOS, D. V. B. de; FONTANA, A. Ferro, alumínio, manganês e sílica extraíveis. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017a. pt. 2, cap. 19, p. 289-298.

TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B. de; BIANCHI, S. R.; PEREZ, D. V.; SALDANHA, M. F. C. Cátions trocáveis. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017b. pt. 2, cap. 3, p. 209-232

TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B. de; PIRES, L. de O. B. Sais solúveis. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017c. pt. 2, cap. 20, p. 299-317.

TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B. de; SALDANHA, M. F. C. Fósforo disponível. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017d. pt. 2, cap. 2, p. 203-208.

TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B. de; SALDANHA, M. F. C. PH do solo. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017e. pt. 2, cap. 1, p. 199-202.

TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B. de; SALDANHA, M. F. C.; PEREZ, D. V. Complexo sortivo do solo (soma de bases trocáveis, CTC efetiva, CTC total, percentagem de saturação por bases). In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.).

Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017f. pt. 2, cap. 6, p. 240-244.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1609-1618, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000400025>

VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; VALADARES FILHO, S. C.; SAMPAIO, I. B. M. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6. p. 1270-1278, 1997.



Caprinos e Ovinos



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 15.796