



FEIJÃO-DE-PORCO ESTIMULA MAIOR PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO EM PASTAGEM DO QUE A CROTALARIA

Jackbean outperforms sunnhemp in enhancing pasture productivity
and nitrogen use efficiency

Adenor Vicente Wendling¹, Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho², Ilyas Siddique³,
Pedro Pablo Del Pozo⁴ e Yuseika Olivera Castro⁵

RESUMO

O efeito da consorciação de *Canavalia ensiformis* ou *Crotalaria juncea* com pastagens de *Cynodon nlemfuensis* e *Panicum maximum*, foi comparado à testemunha sem leguminosas. A *C. ensiformis* proporcionou maior produtividade e a *C. juncea* maior concentração de N na fitomassa das gramíneas, indicando maior eficiência de uso de N que a testemunha. A densidade da macrofauna do solo diminuiu ao longo do experimento nos três tratamentos, provavelmente devido ao aumento do déficit hídrico.

Palavras-chave: *Canavalia*. *Cynodon*. Macrofauna. Pastagem polifítica.

ABSTRACT

We assessed the effects of intercropping *Canavalia ensiformis* or *Crotalaria juncea* in perennial pastures of *Cynodon nlemfuensis* and *Panicum maximum*, compared to control without legumes. *C. ensiformis* enhanced grass productivity and *C. juncea* N concentration, indicating higher N use efficiency than that promoted by control. Soil macrofauna densities diminished over the experimental period across all three treatments, probably due to increasing water deficit.

Keywords: *Canavalia*. *Cynodon*. Macrofauna. Mixed pastures.

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Laboratório de Etologia Aplicada (LETA). E-mail: adenor.wendling@gmail.com.

² Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Laboratório de Etologia Aplicada (LETA), Florianópolis, Brasil. E-mail: pinheiro.machado@ufsc.br

³ Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Pós-graduação em Agroecossistemas, Laboratório de Ecologia Aplicada (LE-Ap), Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: ilysid@gmail.com.

⁴ Cátedra UNESCO Agroecología y Desarrollo Sostenible. Universidad Agraria de La Habana (UNAH) – Cuba. E-mail: delpozo@unah.edu.cu.

⁵ Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Central España Republicana, Matanzas, Cuba. E-mail: yuseika@ihatuey.cu

Recebido em:

02/09/2019

Aceito para publicação em:

25/10/2019

Correspondência para:

adenor.wendling@gmail.com

A escolha de sistemas de produção que aplicam os princípios agroecológicos na promoção da sustentabilidade e da eficiência produtiva vem sendo crescentemente requisitados nos últimos anos (NOWAK et al., 2015; WEZEL et al., 2014). Um exemplo é o uso de leguminosas em consórcios ou intercaladas com gramíneas (SANDERSON et al., 2005; TILMAN, 2001), pois, reduzem a necessidade de adubo nitrogenado em até 38%, assim como aumentam a produção bruta de biomassa (RECKLING et al., 2016). Além disso, incrementam o carbono orgânico e a fertilidade do solo (BOT e BENITES, 2005), viabilizam a fixação simbiótica de nitrogênio (N), potencialmente aumentando a eficiência no uso da água, luz e N, bem como auxiliam no controle de ervas espontâneas e melhoram a flora microbiana no solo (DUCHENE et al., 2017).

As espécies feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) e crotalária (*Crotalaria juncea* L.) têm como características: alto volume de produção de fitomassa, boa cobertura do solo e fixação de N via simbiose (MARTÍN et al., 2007; PERIN et al., 2004). São, frequentemente, utilizadas para a cobertura do solo e em consórcios (XAVIER et al., 2013) e possuem rápida decomposição da fitomassa, contribuindo para uma rápida ciclagem de nutrientes (KUMAR e GOH, 1999).

Nas pastagens perenes, formadas por gramíneas tropicais, é difícil a convivência permanente de leguminosas, ocasionando deficiência de N e limitando a produtividade e qualidade da pastagem. Esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito da consorciação de feijão-de-porco e crotalária com pastagem perene de gramíneas, formada por *Panicum maximum* (Jacq) e *Cynodon nlemfuensis* (Vanderyst), na produção e qualidade de fitomassa e macrofauna do solo.

O experimento foi instalado na Estação Experimental de Pastos e Forragens Índio Hatuey (EEIH), localizada aos 22°48' N e 81°02' O, em Cuba. O solo classifica-se como Nitossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2018) em relevo plano. A temperatura média anual entre 2010 e 2014 foi de 24,4 °C, e a umidade relativa média anual foi de 80,6%. A precipitação e evapotranspiração do período do experimento estão na Figura 1.

A pastagem do local era formada por uma mistura de *P. maximum* e *C. nlemfuensis*, com, aproximadamente, 45% de cada espécie e vinha sendo usada em pastoreio racional Voisin (MACHADO, 2010) nos últimos 10 anos.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com três tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram: *Canavalia*, com semeadura de feijão-de-porco, espaçadas a 0,90 m entre linhas e 0,20 m entre plantas; *Crotalaria*, com *C. juncea*, em espaçamento de 0,45 m entre linhas 0,10 m entre plantas; e, Testemunha, sem semeadura de leguminosa.

As leguminosas foram semeadas manualmente, imediatamente após a roçada da pastagem no seu tempo ótimo de repouso (MACHADO FILHO, 2011), em julho/2015, em unidades experimentais (UE) medindo 5,0 x 3,6 m. Foi utilizado um subsolador com hastes de 0,05 m de largura, acoplado ao trator, para abrir as linhas de semeadura.

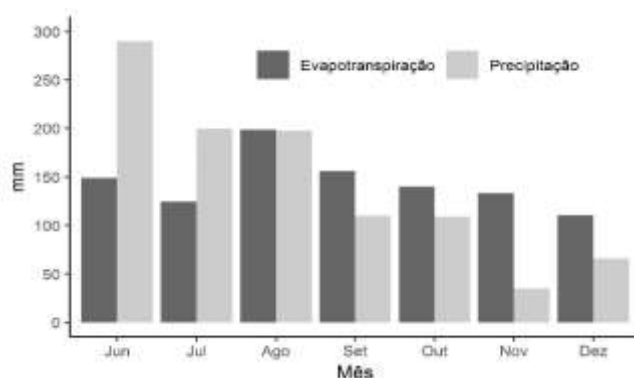


Figura 1. Precipitação e evaporação em Perico, Matanzas, Cuba, em 2015. Fonte: EEIH

A produção de fitomassa das leguminosas (feijão-de-porco e crotalária) foi determinada aos 85 dias após o plantio, cortando-se as plantas a 0,05 m do solo, em uma área selecionada aleatoriamente, delimitada por um quadrado com um metro de lado. A altura do solo à folha bandeira foi determinada com régua graduada em três plantas por UE. A produção de fitomassa de feijão-de-porco e da crotalária foi de 2,7 e 2,2 t MS ha⁻¹, respectivamente. A altura foi de 1,1 m e 1,5 m para feijão-de-porco e crotalária, respectivamente.

A produção de fitomassa das gramíneas (pastagem) foi determinada aos 85 dias após o plantio das leguminosas, através da coleta de duas subamostras em cada UE, delimitadas por um retângulo de 0,55 x 0,45 m, a 0,05 m do solo. As subamostras foram homogêneas e uma amostra representativa de, aproximadamente, 300 g foi levada à estufa para secar a 60 °C por 72 horas, para determinar a matéria seca (MS). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo willey, com peneira de 1,0 mm e enviadas ao laboratório do ICA (Instituto de Ciência Animal) para análises. O conteúdo da N, fósforo (P), cálcio (Ca), cinza e magnésio (Mg) da fitomassa foi determinado segundo a metodologia de AOAC (1995), e o fracionamento da fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991).

A macrofauna foi avaliada no início e no final do experimento, pelo método TSBF (Biologia e fertilidade dos solos tropicais) (ANDERSON e INGRAM, 1993). Foi retirado um volume de terra delimitada por um quadrado de 0,25 m de lado, nas profundidades de 0 a 0,10 m e de 0,10 a 0,20 m, sempre entre 6h30min e 9h30min, no segundo e terceiro dias após a chuva. A triagem foi realizada sobre uma base de plástico, capturando e colocando todos os indivíduos visíveis a olho nu num recipiente de vidro contendo álcool a 70% e levados ao laboratório para separação e pesagem. Os indivíduos foram separados nas seguintes ordens: coleóptero, oligoqueto e amil (composta por arcnídeo, marisco, isópodo e lepidóptera).

A análise estatística foi realizada com auxílio do software R (R CORE TEAM, 2016), versão 3.3.2. Para a produção e a qualidade da fitomassa foram utilizados modelos lineares mistos (Bloco: efeito aleatório), ajustados por máxima verossimilhança restrita (REML) pelo pacote NLME (PINHEIRO et al., 2016). As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$), com o pacote lsmeans (LENTH, 2016). A normalidade e homogeneidade dos resíduos foram verificadas pelos gráficos QQ e resíduos versus ajustados. Para a macrofauna, foi utilizado o teste Kruskal-Wallis, e a comparação entre as médias pelo teste de comparação múltipla de Dunn, do pacote FSA (OGLE et al., 2018).

A produção de fitomassa da parte aérea da pastagem foi maior no tratamento *Canavalia* em comparação aos tratamentos *Crotalaria* e testemunha ($p < 0,05$), entre os quais não houve diferença ($p = 0,92$) (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de fitomassa e concentração dos principais elementos (% da MS), das gramíneas aos 85 dias após o plantio de leguminosas sobre pastagens de gramíneas tropicais perenes.

Tratamento	Produtividade (t MS ha ⁻¹)	N	Ca	Mg	cinzas	FDN
<i>Canavalia</i>	5,52 a*	0,89b	0,43	0,26	8,94	80,5
<i>Crotalaria</i>	3,81 b	1,08a	0,62	0,38	8,62	80,0
Testemunha	3,74 b	0,99ab	0,48	0,26	9,33	80,9
Erro Padrão	0,68	0,06	0,11	0,09	0,43	1,05

Letras diferentes nas mesmas colunas indicam diferenças significativas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A produção da fitomassa obtida no tratamento *Crotalaria* não diferiu da testemunha, possivelmente pelo menor espaçamento entre linhas e plantas, que produziu excessivo sombreamento e, conseqüentemente, pode ter anulado o benefício da fixação e liberação do N (CASTRO et al., 1999). gramíneas exigentes, como as existentes na área do experimento (*C. nlemfuensis* e *P. maximum*), respondem bem ao N. A não utilização de outra fonte de adubação além do cultivo das leguminosas, possibilita a avaliação dos benefícios diretos das leguminosas, seja pelo aumento da ciclagem de

nutrientes (ALVARENGA et al., 2001), seja pela adição de N acumulado via fixação biótica, ou ainda pelo aumento da atividade biológica no solo, ou outras formas de sinergia.

A influência da sombra sobre a produção de fitomassa de pastagem pode variar conforme nível de sombreamento, tipo de sombra, espécie de pastagem e clima. Em sombreamento artificial, Castro et al. (1999) encontraram um aumento de produção de *Panicum* sob sombra de 30% e uma diminuição sob sombra de 60%. No caso da *Brachiaria*, encontraram decréscimo linear com o aumento da sombra. O menor espaçamento e a maior altura da *C. juncea* em relação ao feijão-de-porco podem ter influenciado negativamente para o desenvolvimento da pastagem nessa. Embora o feijão-de-porco tenha ciclo de crescimento curto e cause competição pela luz, o espaçamento usado no nosso estudo não limitou o crescimento das gramíneas. O fato da produção das gramíneas não ter diminuído em função da adição da crotalaria e ter aumentado com a adição do feijão-de-porco, indica a viabilidade do consórcio, já que, no mínimo, teremos o aumento da produção da fitomassa total na área, além da vantagem do aumento do N no sistema pela fixação biológica.

Em relação à qualidade, ou seja, da concentração de nutrientes, as gramíneas sob o tratamento *Crotalaria* apresentaram maior concentração de N ($p < 0,01$) se comparadas com o tratamento *Canavalia*. Não houve diferença de concentração de N entre os tratamentos *Crotalaria* e testemunha, nem entre *Canavalia* e testemunha, ($p > 0,12$). Os nutrientes Ca ($p > 0,11$), Mg ($p > 0,19$), Cinzas ($p > 0,12$) e FDN ($p > 0,43$) não apresentaram diferenças entre tratamentos (Tabela 1).

A maioria dos estudos indica que a concentração de N aumenta linearmente com o incremento de fertilização nitrogenadas (JOHNSON et al., 2001). Entretanto, em estudo com mistura de *Cynodon* spp. com *Aracis* spp., não alterou a concentração do N nas plantas, somente aumentou a produção de massa seca da parte aérea quando no consórcio com Ecoturf, Florigraze e TURFuner (JARAMILLO et al., 2018). Ainda nesse experimento, foi observada uma transferência de 5 a 18% de N utilizado pelo *Cynodon*, através das leguminosas mortas ou descamação das raízes (JARAMILLO et al., 2018). Com a morte das leguminosas e, conseqüentemente, sua incorporação ao solo por meio da ação de microorganismos, a transferência do N simbiótico será ainda maior, podendo contribuir para a melhoria da qualidade e produtividade da pastagem, bem como evitar sua degradação. Dessa forma, a participação do N fixado via simbiose em consórcio de gramíneas com leguminosas cresce ao longo do tempo, sendo, geralmente, limitada no primeiro ano (HEICHEL e HENJUM, 1991). Nossa hipótese é de que houve transferência de N simbiótico nos dois tratamentos, sendo que, no tratamento *Canavalia*, teve como efeito o aumento da produção, já no tratamento *Crotalaria*, resultou no aumento da concentração de N nas gramíneas.

A qualidade da fitomassa de leguminosas e gramíneas tem grande importância para avaliar a eficiência das plantas de cobertura do solo (TORRES et al., 2008). O acúmulo de nutrientes, através da *C. juncea*, no estudo de Perin et al. (2004), realizado em Minas Gerais, foi de 305, 32,5, 90,9 e 64 kg ha⁻¹ para N, P, Ca e Mg, respectivamente. No estudo de Torres et al. (2008), também realizado em Minas Gerais, o acúmulo de nutrientes através da *C. juncea* foi de 118, 10,8, 42, 12,8 kg ha⁻¹ de N, P, Ca, Mg, respectivamente.

De maneira geral, as concentrações de Ca, Mg e cinzas obtidas nesse experimento correspondem com aquelas reportadas na literatura para essas espécies, quando produzidas nos trópicos, e não estão abaixo dos níveis críticos para os ruminantes (NORTON e POPPI, 1995). Não obstante, os valores apresentam uma alta variabilidade, provavelmente devido à maturidade da pastagem, principalmente o Ca, que se acumula nas partes da planta com maior idade (DEL POZO; et. al., 2002; RAMÍREZ et al., 2011; VERDECIA et al., 2012).

Os resultados da nossa pesquisa indicam que a presença de feijão-de-porco no sistema de pastoreio promove a reciclagem biológica de nutrientes no sistema solo-pastagem-animal, provavelmente devido à fixação biológica de N e pela reciclagem biológica de outros nutrientes (ALONSO et al., 2006). Isso corrobora com Crespo (2005), o qual mostrou que a utilização de leguminosas em sistemas de pastoreio melhora a produtividade das gramíneas e tende a favorecer o valor nutritivo do pasto associado, assim como a estrutura e fertilidade geral dos solos.

Em relação à macrofauna, a ordem de oligoquetos teve o maior número de indivíduos

encontrados na área, seguido pela ordem de coleópteros. O número total de indivíduos encontrados no início do experimento foi de 324 m⁻², e no final foi de 39 m⁻², com uma diminuição numérica importante. Houve diminuição das ordens oligoquetos e coleóptera entre o momento inicial e o final, em todos os tratamentos. O grupo de ordens “amil” diminuiu apenas no tratamento *Crotalaria* (Tabela 2). A tendência predominante de diminuição de densidades de macrofauna com o tempo, possivelmente se deve ao início da estação seca, com déficit hídrico no final do experimento (Fig. 1), corroborando com os dados obtidos por Formiga et al. (2018).

Apenas o grupo de ordens “amil” foi afetado pelos tratamentos, sendo que o tratamento *Crotalaria* apresentou maior número de indivíduos em relação ao tratamento *Canavalia*. O tratamento testemunha apresentou um número intermediário de indivíduos, mas não diferiu dos demais tratamentos. Em relação à profundidade, houve presença maior na camada de 0 a 0,10 m, com média de 264 indivíduos m⁻², em comparação à camada de 0,10 a 0,20 m, onde foram encontrados 80 indivíduos m⁻².

Tabela 2. Densidade (indivíduos m⁻²,) da macrofauna do solo conforme ordem, momento de amostragem e tratamento, em área com plantio de leguminosas sobre pastagem de gramíneas perenes.

Ordem	Coleoptero		Oligoqueto		Amil ¹		Macrofauna total	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Canavalia	28a ²	3b	47a	8b	3aB	3a	77a	13b
Crotalaria	20a	1b	76a	76a	16aA	1b	112a	9b
Testemunha	15a	7a	97a	6b	12aAB	3a	124a	16b

Legenda: ¹= Grupo formado por aracnídeo, marisco, isópodo e lepidóptera. ²= Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre as médias dos momentos inicial e final de cada ordem, e as letras MAIÚSCULAS entre os tratamentos, pelo teste de comparação múltipla de Dunn (p<0,05).

A macrofauna do solo desenvolve múltiplas interações com outros organismos (vegetais, animais e micro-organismos), em diferentes escalas e em toda gama de processos biológicos, químicos e físicos. Essas interações têm capacidade de alterar a porosidade estrutural dos solos, por meio da trituração, inoculação microbiológica, bem como enterramento da serapilheira e outros resíduos orgânicos, além da proteção das plantas contra doenças, pragas e da aceleração da sucessão de plantas, entre outros (LAVELLE et al., 2006).

Concluimos que o plantio de feijão-de-porco aumentou a produtividade e a *C. juncea* aumentou a concentração de N nas gramíneas, indicando benefício do incremento de N através da fixação simbiótica das leguminosas em pastagem perene formada por *Panicum* e *Cynodon*. Esse aumento da produção de fitomassa, que poderá ser acamada sobre o solo, e incorporado através da ação de micro-organismos, reciclando, assim, os nutrientes e incorporando mais N, poderá contribuir para a melhoria da qualidade e produtividade da pastagem, além de evitar sua degradação.

Agradecimentos

Agradecemos à direção e servidores da Estação Experimental de Pastos e Forragens Índio Hatuey – EEIH”. Esta pesquisa teve o apoio financeiro do programa CAPES MES/Cuba, Processo Nº 23038.003427/2014-41.

Referências

- ALONSO, J.; et al. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 40, n. 4, 2006.
- ALVARENGA, R. C.; et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Plantio Direto**, v. 22, n. 208, p. 25–36, 2001.
- ANDERSON, J. N.; INGRAM, J. S. I. **Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods**. Wallingford: CAB

International, 1993.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC**. 15. ed. Arlington, VA: v. 1, 1995

BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production**. Roma: FAO, 2005.

CASTRO, C. R. T. DE; et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919–927, 1999.

CRESPO, G. Fertilidad del suelo en ecosistemas de pastizales. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. **Anais...**La Habana, Cuba: 2005

DEL POZO, P. P.; et al. Dinámica de los contenidos de carbohidratos y proteína bruta en el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con y sin aplicación de nitrógeno. **Revista Cubana de Ciencia**, v. 36, n. 3, p. 275, 2002.

DUCHENE, O.; et al. Intercropping with legume for agroecological cropping systems: Complementarity and facilitation processes and the importance of soil microorganisms. A review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 240, p. 148–161, 2017.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª rev. a. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FORMIGA, L. D. A. DA S.; et al. Distribuição temporal da macrofauna edáfica em áreas de caatinga sob pastejo caprino. **Revista Eletrônica Acervo Saúde/ Electronic Journal Collection Health**, v. 10, n. 2, p. 1551–1559, 2018.

HEICHEL, G. H.; HENJUM, K. I. Dinitrogen Fixation, Nitrogen Transfer, and Productivity of Forage Legume-Grass Communities. **Crop Science**, v. 31, n. 1, p. 202, 1991.

JARAMILLO, D. M.; et al. Annual and perennial peanut species as alternatives to nitrogen fertilizer in bermudagrass hay production systems. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 6, p. 2390–2399, 2018.

JOHNSON, C. R.; et al. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 9, p. 2439–2448, 2001.

KUMAR, K.; GOH, K. M. Crop Residues and Management Practices: Effects on Soil Quality, Soil Nitrogen Dynamics, Crop Yield, and Nitrogen Recovery. **Advances in Agronomy**, v. 68, p. 197–319, 1999.

LAVELLE, P.; et al. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. S3–S15, 2006.

LENTH, R. V. Least-Squares Means: The R Package lsmeans. **Journal of Statistical Software**, v. 69, n. 1, p. 1–33, 2016.

MACHADO FILHO, L. C. P. **Conceituando o “tempo ótimo de repouso” em Pastoreio Racional Voisin**. Resumos do I Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens. **Anais...Cardernos de Agroecologia**, Vol 6 N.1, 2011. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/12732/7012>>. Acesso em: 14 dez. 2018

MACHADO, L. C. P. **Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio**. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2010.

MARTÍN, G. M.; et al. Crop rotation of *Canavalia ensiformis* green manure of maize and arbuscular mycorrhize in an eutric rodic nitisol of Cuba. **Agronomía Trop.**, v. 57, n. 4, p. 313–321, 2007.

NORTON, B. W.; POPPI, D. P. Composition and nutritional attributes of pasture legumes. In: D’MELLO, J. P. F.; DEVENDRA, C. (Eds.). **Tropical legumes in animal nutrition**. Wallingford: CAB International, 1995. p. 23–48.

NOWAK, B.; et al. Nutrient recycling in organic farming is related to diversity in farm types at the local level. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 204, p. 17–26, 2015.

OGLE, D. H.; et al. **FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.22.9000**. Disponível em: <<https://github.com/droglenc/FSA>>. Acesso em: 4 jul. 2019.

PERIN, A.; et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 35–40, 2004.

PINHEIRO, J.; et al. **nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models**, 2016. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/package=nlme>>. Acesso em: 17 dez. 2018

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2016. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 14 dez. 2018

RAMÍREZ, J. L.; HERRERA, R. S.; LEONARD, I.; CISNEROS, M.; VERDECIA, D.; ÁLVAREZ, Y. Rendimiento e indicadores de calidad en *Panicum máximum* vc. Likoni en el Valle del Cauto, Cuba. **REDVET**, v. 12, n. 6, 2011.

RECKLING, M.; HECKER, J. M.; BERGKVIST, G.; WATSON, C. A.; ZANDER, P.; SCHLÄFKE, N.; STODDARD, F. L.; EORY, V.; TOPP, C. F. E.; MAIRE, J.; BACHINGER, J. A cropping system assessment framework - Evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. **European Journal of Agronomy**, v. 76, p. 186–197, 2016.

SANDERSON, M. A. et al. Forage Mixture Productivity and Botanical Composition in Pastures Grazed by Dairy Cattle. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 5, p. 1465–1471, 2005.

TILMAN, D. Effects of diversity and composition on grassland stability and productivity. In: PRESS, M. C.; HUNTLY, N.; LEVIN, S. A. (Eds.). **Ecology: Achievement and Challenge**. London, UK: Blackwell Science, 2001. p. 183–207.

TORRES, J. L. R.; et al. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421–428, 2008.

VAN SOEST, P. J.; et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation

to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 10, p. 3583–97, out. 1991.

VERDECIA, D. M.; et al. Nutritive assessment of *Panicum maximum* cv. Mombaza in the climatic conditions of the Cauto Valley, Cuba. **Cuban J. Agric. Sci**, v. 46, p. 97–102, 2012.

WEZEL, A.; et al. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 1, p. 1–20, 2014.

XAVIER, F. A. DA S.; et al. Effect of cover plants on soil C and N dynamics in different soil management systems in dwarf cashew culture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 165, p. 173–183, 2013.