

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4999>

ARTIGO ORIGINAL

SUBMETIDO 14/10/2020

APROVADO 05/02/2022

PUBLICADO ON-LINE 14/02/2022

PUBLICADO 30/09/2022

EDITORES ASSOCIADOS

Monaliza Mirella de Morais Andrade Cordeiro,
Fábio Júnior Araújo Silva.

Desempenho de leguminosas para adubação verde na Amazônia Meridional

-  Rogério Fogaça Lima ^[1]
-  Hudson de Oliveira Rabelo ^[2] *
-  Hitalo Queiroz da Silva ^[3]
-  Pablo Rodrigues Pereira ^[4]
-  Marco Antonio Camillo de Carvalho ^[5]
-  Oscar Mitsuo Yamashita ^[6]

[1] rogerio.nsh@hotmail.com

[2] HUDSONRABELO@gmail.com

[3] hitaloq@hotmail.com

[4] pablo1997_rodrigues@hotmail.com

[5] marcocarvalho@unemat.br

[6] yama@unemat.br

Departamento de Agronomia, Universidade
do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Brasil

RESUMO: A adubação verde proporciona a melhoria dos aspectos físicos, químicos e biológicos dos solos, por meio do cultivo e incorporação de espécies com grande produção de biomassa e ciclagem de nutrientes, auxiliando na conservação dos solos. Em vista dessas considerações, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de leguminosas para a adubação verde nas condições climáticas da Amazônia Meridional, no Mato Grosso. As espécies crotalárias (*Crotalaria breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*), a mucuna-cinza (*Mucuna pruriens*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) foram avaliadas em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, parcelas de 3 m x 4 m, com linhas espaçadas de 0,5 m. As variáveis altura de planta, comprimento de raiz, massas de parte aérea e de raiz (base seca), índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) e teor e produção total de N, P e K foram avaliadas. O feijão-de-porco e a *C. ochroleuca* se destacaram quanto ao comprimento de raiz e produção de massas secas de parte aérea e de raiz. Para o índice SPAD, os maiores valores foram observados em plantas de *C. ochroleuca* e feijão-de-porco. Essas, juntamente com a mucuna-cinza, apresentaram os maiores acúmulos de N e P. Os adubos verdes avaliados apresentam bom desenvolvimento nas condições climáticas da Amazônia Meridional, do Norte de Mato Grosso.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes; conservação do solo; fertilidade; matéria seca.

Performance of legume-based green manure in the southern Amazon

ABSTRACT: Green manure is known to enhance the physical, chemical and biological properties of soils, through the cultivation and incorporation of species with large biomass production and nutrient cycling, thus helping to conserve soil. In this study, we evaluated the performance of legume-based green manure under the climatic conditions of southern Amazon, in the state of Mato Grosso, Brazil. The species *Crotalaria* (*Crotalaria breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*), Velvet bean (*Mucuna pruriens*) and Jack bean (*Canavalia ensiformis*) were evaluated in a randomized block design with four replications 3 m x 4 m plots,

*Autor para correspondência.

with lines spaced in 0.5 m long. The variables evaluated were plant height, root length, shoot and root dry masses, SPAD (Soil Plant Analysis Development) index and total content and uptake of N, P and K. Jack beans and *C. ochroleuca* stood out in terms of root length and shoot and root dry masses. For the SPAD index, the highest values were found in *C. ochroleuca* and Jack beans. Those ones, along with Velvet bean, showed the highest accumulations of N and P. The evaluated green manures were shown to perform well under the climatic conditions of Brazilian southern Amazon.

Keywords: : dry matter; fertilization; nutrient cycling; soil conservation.

1 Introdução

Sabe-se que as atividades humanas podem causar diversos impactos ao meio ambiente. No entanto, as atividades agrícolas com o uso intensivo do solo têm contribuído para o aumento dos processos de degradação com o uso de técnicas convencionais de cultivo, acentuando o desequilíbrio ambiental, já que geralmente as práticas de uso dos solos visam somente a produtividade, deixando de lado a conservação (TELLES, 2015).

O bom desempenho econômico da agricultura evidencia seu dinamismo e sua importância para o Brasil (ASSAD; ALMEIDA, 2004). Visando garantir a produtividade agrícola e, ao mesmo tempo, minimizar os seus impactos ambientais, surgem as práticas conservacionistas, que são capazes de promover a sustentabilidade dos solos agrícolas, sem prejudicar o crescimento e desenvolvimento adequado das plantas (BRITO *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2017).

Dentre as práticas conservacionistas mais utilizadas, encontra-se a adubação verde que, de acordo com Cardoso *et al.* (2014), é uma prática que consiste no uso de espécies vegetais em rotação, sucessão ou consorciação com outras culturas comerciais, objetivando melhoria, manutenção e recuperação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Considerando as espécies mais utilizadas para a adubação verde, as leguminosas têm sido mais comumente utilizadas nos sistemas agrícolas. De acordo com Padovan *et al.* (2013), as leguminosas permitem o aumento das atividades biológicas do solo através da decomposição do material vegetal, incorporado ou não. Ainda, fixam o nitrogênio atmosférico no solo, funcionando como recicladoras de nutrientes, pois dos nutrientes encontrados na biomassa vegetal, as maiores partes ficaram disponíveis para serem aproveitados pela cultura seguinte (OLIVEIRA, 2014), melhorando a fertilidade e a produtividade (PAULA *et al.*, 2015). Além disso, devido a um sistema radicular agressivo e abundante, estas espécies provocam desarranjos no solo e, ao sofrer decomposição, deixam canais que contribuem para a infiltração de água e difusão de gases (BENNIE, 1996).

As espécies de leguminosas mais utilizadas para a adubação verde são as crotalárias (*Crotalaria* spp.), mucunas (*Mucuna* spp.), feijão-guandu (*Cajanus cajan*) e feijão-deporco (*Canavalia ensiformis*) (ESPÍNDOLA; ALMEIDA; GUERRA; 2004; MOREIRA *et al.*, 2003). Na literatura, a adubação verde é um tema amplamente disseminado. No entanto, boa parte dos produtores rurais possuem inseguranças quanto à sua eficácia, tratamentos culturais ou viabilidade econômica dessa prática. Falta ao produtor informações técnicas das espécies que mais se adequem a sua situação, e conhecimento das diversas

vantagens do uso de adubos verdes, pois a prática vem provando resultados altamente positivos (FERREIRA NETO *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2014).

Diante disso, Padovan, Oliveira e Cesar (2006) destacam que a escolha adequada da espécie a ser utilizada constitui-se num fator de elevada importância, pois se feita de forma equivocada não terá seus potenciais efeitos manifestados no sistema de produção. Portanto, para garantir a eficiência da adubação verde e uma produção agrícola mais sustentável, é necessário utilizar espécies adaptadas aos diferentes ambientes. Com isso, objetivou-se avaliar o desempenho de diferentes espécies de leguminosas utilizadas para a adubação verde nas condições climáticas da Amazônia Meridional, no Mato Grosso.

2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2013), na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta, estado de Mato Grosso. O clima da região é do tipo Am de acordo com a classificação de Köppen, com estação seca (junho a setembro) e chuvoso (dezembro a março) bem definidas, alcançando índices pluviométricos de até 2500 mm/ano e temperatura anual média de 26 °C (CAIONI *et al.*, 2014).

Antes da instalação do experimento, foram coletadas 20 amostras simples no solo da área experimental na profundidade de 0 cm a 20 cm para a obtenção de uma amostra composta, sendo esta enviada para o laboratório de solos da universidade para a avaliação dos níveis de fertilidade de acordo com metodologia descrita por Rajj *et al.* (2001). Os resultados de tal avaliação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 ►

Resultado da análise química e física do solo da área experimental, Alta Floresta - MT.
Fonte: dados da pesquisa

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	T	V	Areia	Silte	Argila
H ₂ O	mg dm ⁻³			-----	cmol _c dm ⁻³	-----		%	-----	g kg ⁻¹	-----
5,2	3,0	124,0	2,34	0,76	0,00	3,4	6,8	49,9	555	75	369

Após a obtenção dos dados da análise, realizaram-se os cálculos para a verificação de necessidade de calagem e adubação. Inicialmente, o solo se encontrava sem cobertura vegetal. Realizou-se o preparo do solo de forma convencional, por duas gradagens e realizou-se a calagem para elevação da saturação de bases a 60% e, no momento do plantio, foram incorporados 300 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico (MAP).

O experimento foi instalado no dia 20 de outubro de 2018. Cinco tratamentos foram utilizados que consistiram das leguminosas que são recomendadas para a adubação verde, sendo elas: crotalárias (*Crotalaria breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*), a mucuna-cinza (*Mucuna pruriens*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, em parcelas de 3 m x 4 m e com espaçamento entre linhas de 50 cm. As crotalárias foram plantadas em densidade de 25 plantas por metro linear, a mucuna-cinza em 10 plantas por metro linear e o feijão-de-porco em 8 plantas por metro linear.

As avaliações dos parâmetros vegetativos foram feitas aos 30, 50 e 70 dias após a emergência (DAE). Quatro plantas foram retiradas aleatoriamente de cada parcela para cada avaliação, exceto para o teor de macronutrientes, sendo acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório para proceder às análises, e, no fim, obter a média de cada parâmetro para cada parcela, sendo esses:

Altura de plantas e comprimento de raiz (cm): realizou-se a medição a partir do colo da planta até o ápice das folhas, ressaltando-se que, para mucuna-cinza, por ter hábito de crescimento trepador, foi considerado todo o comprimento da haste principal (cipó). A medição do comprimento de raiz foi feita do colo até a ponta das raízes das plantas. Os dois parâmetros foram realizados através de uma trena, sendo calculada a média entre elas para cada leguminosa, em cada avaliação.

Massas (base seca) de parte aérea e de raiz (g/planta): as raízes foram cortadas na base da planta (colo), sendo a parte aérea e as raízes de cada planta colocadas em sacos de papel separadamente. As amostras de parte aérea e de raízes foram secas em estufa a 65 °C até a estabilização do peso, quando então, foram pesadas para se obter a massa seca.

Teores de N, P e K (g kg⁻¹): a avaliação foi feita aos 70 DAE através da coleta de 10 plantas ao acaso em cada parcela, procedendo a secagem dos materiais conforme descrição anterior. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey e analisadas em laboratório para o teor de macronutrientes presentes nas plantas, conforme recomendações de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Produção de N, P e K (kg ha⁻¹): estimado a partir do teor de macronutrientes, das massas secas de raiz e parte aérea aos 70 DAE e da densidade populacional em um hectare, de acordo com os espaçamentos adotados.

Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development): este foi obtido por meio de leitura indireta de clorofila, com o aparelho Minolta SPAD502, em cinco medições por planta e quatro plantas por parcela, sendo considerada como estimativa da média de cada unidade experimental.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F; as médias, comparadas pelo teste Tukey. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico GENES em integração com o R (CRUZ, 2013).

3 Resultados e discussão

Foi constatada diferença estatisticamente significativa para a altura de plantas e comprimento de raiz ao longo das avaliações, exceto para este último aos 30 DAE em que não se observou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 ▼

Altura de plantas e comprimento de raiz das espécies de leguminosas avaliadas aos 30, 50 e 70 dias após a emergência (DAE), Alta Floresta - MT.
Fonte: dados da pesquisa

Tratamentos	Altura de planta (cm)						Comprimento de raiz (cm)					
	30 DAE		50 DAE		70 DAE		30 DAE		50 DAE		70 DAE	
<i>C. breviflora</i>	44,06	b	89,13	c	128,56	d	14,38	a	20,75	b	22,81	b
<i>C. ochroleuca</i>	66,44	b	165,25	b	257,56	a	12,56	a	19,00	b	23,44	b
<i>C. spectabilis</i>	43,69	b	113,50	c	164,56	c	13,38	a	19,63	b	20,00	b
Mucuna-cinza	135,88	a	209,06	a	204,88	b	11,19	a	19,19	b	19,00	b
Feijão-de-porco	47,44	b	116,75	c	159,50	cd	17,56	a	25,44	a	34,75	a
DMS Tukey (5%)	32,41		29,74		33,00		6,40		3,44		9,19	
CV (%)	21,30		9,51		8,00		20,56		7,33		16,98	

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Observando a altura de plantas durante as avaliações, verificou-se que a mucuna-cinza apresentou os maiores valores aos 30 e 50 DAE, 135 cm e 209 cm respectivamente, o que mostra o rápido crescimento inicial de parte aérea desta cultura na área, o que pode restringir a ocorrência de plantas daninhas (Tabela 2). Both *et al.* (2011), analisando o crescimento e a cobertura foliar de espécies utilizadas na adubação verde, verificaram que a mucuna-cinza apresenta crescimento mais agressivo inicialmente, corroborando Perin, Teixeira e Guerra (1998), que acompanharam o desenvolvimento de leguminosas e constataram que a mucuna-cinza apresenta crescimento inicial vigoroso quando comparada às demais.

Both *et al.* (2011) ainda verificaram que a mucuna-cinza apresenta porte rasteiro, atingindo 50 cm de altura aos 60 DAE. Valor este muito inferior aos encontrados no presente trabalho, que já aos 30 DAE se encontrava com altura de 135,88 cm. Isso pode ser explicado pelo fato de que a mucuna-cinza é uma leguminosa originária da África, de hábito de crescimento trepador (FORMENTINI, 2008). Desse modo, neste trabalho foi considerado para a altura de planta, o comprimento da haste principal, o que pode ter contribuído para a obtenção de elevados valores quando comparados a outros trabalhos.

Confirmando o bom desempenho da mucuna-cinza, Teodoro *et al.* (2011) perceberam que essa leguminosa aos 40 dias após a semeadura (DAS) cobriu 63% da área plantada, atingindo 100% da cobertura do solo aos 60 DAS. Both *et al.* (2011) também verificaram o bom desempenho da mucuna-cinza quanto à cobertura do solo, observando que esta cobriu totalmente o solo as 53 DAE.

Ao final das avaliações, aos 70 DAE, a espécie *C. ochroleuca* apresentou maior valor para esta variável, cerca de 257 cm (Tabela 2). Cerqueira (2011), avaliando o desempenho de leguminosas em solos de Penedo – AL, constatou uma altura de planta de 1,78 m aos 100 dias após a semeadura (DAS) para a *C. ochroleuca*, valor este inferior ao encontrado neste trabalho. O autor afirma que as grandes variações na morfologia das plantas podem ser explicadas devido às diferentes condições climáticas das regiões de cultivo. Os altos valores para essa variável na presente pesquisa são um indicativo de boa adaptação desta espécie às condições ambientais.

A *C. breviflora* esteve entre as espécies com menores valores para a altura de plantas durante as avaliações, sendo que aos 70 DAE apresentou altura de 128,56 cm, sendo esse inferior ao das demais espécies. Essa baixa estatura é característica da espécie, pois *C. breviflora* é uma leguminosa anual arbustiva de porte baixo, podendo atingir cerca de 1,20 m de altura (SILVA; DONADIO; CARLOS, 1999).

Cerqueira (2011) também constatou o baixo porte dessa espécie, que aos 100 DAS apresentou altura de plantas de 90 cm. O autor ainda afirma que, devido ao desenvolvimento inicial ser lento, a *C. breviflora* não consegue atingir rapidamente um porte capaz de sombrear o espaço entre plantas, acarretando proliferação de plantas daninhas. De modo similar, foi também observado no presente trabalho que *C. breviflora* desenvolve-se muito lentamente, o que pode comprometer o estabelecimento dessa leguminosa em áreas com alta incidência de plantas invasoras.

Aos 50 e 70 DAE, o feijão-de-porco se destacou com os maiores valores de comprimento de raiz, 25,44 cm e 34,75 cm respectivamente (Tabela 2). Félix *et al.* (2015) obtiveram comprimento de raiz para o feijão-de-porco inferiores aos constatados neste trabalho, cerca de 20,3 cm. A diferença entre os valores obtidos pode ser devida a fatores ambientais e de manejo.

A utilização de adubos verdes com sistema radicular profundo como o feijão-de-porco, podem amenizar os problemas causados pela compactação do solo, pois o sistema radicular das plantas cria poros que passam a permitir as trocas gasosas, infiltração de

Tabela 3 ▼

Massas secas de parte aérea e de raiz das espécies de leguminosas avaliadas aos 30, 50 e 70 dias após a emergência (DAE), Alta Floresta - MT.
Fonte: dados da pesquisa

água e melhoram as condições físicas do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes da cultura subsequente (JIMENEZ *et al.*, 2008). O feijão-de-porco, que apresentou os maiores comprimentos de raiz, pode contribuir com o solo, pois possui um sistema radicular profundo, possuindo grande potencial de absorção de água, reciclagem de nutrientes em camadas mais profundas e capacidade de se desenvolver em solo onde há formação de crosta superficial (ALVARENGA *et al.*, 1995; CANNIATTI-BRAZACA *et al.*, 1996).

Na Tabela 3, encontram-se os resultados da massa seca de parte aérea e massa seca de raiz das espécies de leguminosas avaliadas. Observa-se que em relação a esses parâmetros, houve uma diferença estatística significativa entre as espécies.

Tratamentos	Massa seca de parte aérea (g planta ⁻¹)			Massa seca de raiz (g planta ⁻¹)		
	30 DAE	50 DAE	70 DAE	30 DAE	50 DAE	70 DAE
<i>C. breviflora</i>	1,55 c	10,35 b	23,78 c	0,26 b	1,32 b	2,05 c
<i>C. ochroleuca</i>	2,00 c	21,74 b	67,82 b	0,36 b	3,24 ab	7,77 a
<i>C. spectabilis</i>	1,76 c	11,23 b	31,84 bc	0,20 b	1,30 b	2,73 bc
Mucuna-cinza	10,55 b	22,95 b	66,91 b	0,33 b	1,30 b	1,35 c
Feijão-de-porco	15,24 a	51,04 a	131,01 a	0,83 a	4,27 a	7,08 ab
DMS Tukey (5%)	2,43	18,46	36,29	0,32	2,33	4,71
CV (%)	17,30	34,90	25,04	35,49	45,21	49,79

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Com relação à massa seca de parte aérea, o feijão-de-porco foi superior aos demais, atingindo aos 70 DAE cerca de 131 g planta⁻¹, que, ao se considerar a densidade de plantio dessa cultura neste trabalho (160.000 pl. ha⁻¹), resultam em 20,9 t ha⁻¹. Heinrichs *et al.* (2005) também evidenciaram que o feijão-de-porco em comparação com outras leguminosas tem produção de fitomassa superior, tanto em cultivo solteiro quanto consorciado com o milho.

Ambrosano *et al.* (2013), avaliando o desempenho de adubos verdes visando integrá-los ao sistema de produção de cana-de-açúcar, observaram que o feijão-de-porco, junto com a *C. juncea* e *C. mucronata*, proporcionaram maiores valores de massa seca de parte aérea na cultura principal. Pereira (2015) verificou que o feijão-de-porco proporcionou elevados resultados quanto à massa seca de parte aérea, atingindo 24,99 t ha⁻¹ aos 92 DAS. No entanto, Almeida e Câmara (2011) observaram valores inferiores aos 131 DAS, cerca de 14,1 t ha⁻¹, porém esses autores explicam que, mesmo que as plantas tenham sido manejadas em estágio fisiológico mais avançado, a baixa produtividade de matéria fresca e seca se deve à ausência de adubação e inoculação das sementes.

Como já observado anteriormente, a espécie feijão-de-porco apresentou maior comprimento de raiz e maior aporte de matéria seca quando comparada às demais espécies ao final das avaliações. De acordo com Amado, Mielniczuk e Aita (2002), a produção de biomassa da parte aérea das leguminosas utilizadas na adubação verde tem grande influência das condições ambientais e, principalmente, devido ao seu desenvolvimento radicular profundo, ou seja, quanto mais o sistema radicular penetra no solo, maior é o volume de solo explorado, maior é a absorção de água e nutrientes, e conseqüentemente, uma maior produção de biomassa.

Observa-se, também, que aos 30 DAE as espécies de crotalária apresentaram os menores valores de massa seca de parte aérea, com valores entre 1,55 e 2,00 g planta⁻¹. Isso provavelmente ocorreu, pois as espécies de crotalárias apresentaram um crescimento inicial lento comparando com as demais espécies, acarretando menor acúmulo de massa seca nos primeiros 30 DAE. Da mesma forma, Pereira (2007) relata que *C. ochroleuca*, *C. breviflora* e *C. spectabilis* apresentaram um desenvolvimento inicial mais lento com pouco aporte de massa seca de parte aérea aos 30 DAS.

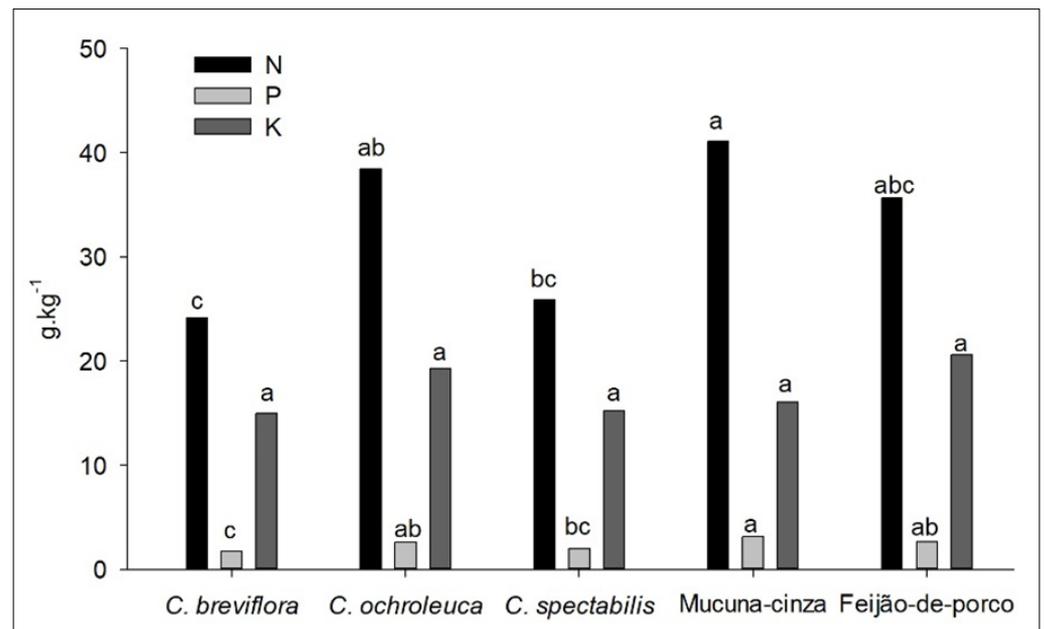
Aos 70 DAE, *C. breviflora* e *C. spectabilis* se mantiveram com menor aporte de massa seca de parte aérea quando comparada às demais. Sabe-se que estas espécies são consideradas de baixo e médio porte, explicando assim o fato de apresentarem menor massa seca ao final das avaliações (CALEGARI, 2014; PIRAÍ SEMENTES, 2019).

Avaliando a massa seca de raiz, verifica-se que aos 30 DAE, o feijão-de-porco diferiu significativamente das demais espécies, atingindo 0,83 g planta⁻¹. Aos 50 e 70 DAE, o feijão-de-porco e a *C. ochroleuca* apresentaram os maiores valores, não diferindo entre si (Tabela 3). Ambrosano *et al.* (2013) encontraram valores inferiores para *C. ochroleuca* e feijão-de-porco, com massa de raiz de 47,27 e 23,15 g m⁻² respectivamente, quando comparadas às demais espécies, entre elas a *C. breviflora*.

Devido à importância do aporte de massa seca dos adubos verdes, recomenda-se realizar o manejo destes entre o início do florescimento até o florescimento pleno (SILVA *et al.*, 1999). No entanto, se o manejo for realizado no período da formação e enchimento de grãos quando ocorre alta taxa de acumulação de matéria seca e nutrientes, pode-se viabilizar maior aporte de massa e nutrientes para o solo, além de não haver risco de competição com a cultura em sequência, pela não deposição de sementes viáveis das plantas de cobertura nas áreas de cultivo (PADOVAN *et al.*, 2011).

Os resultados do teor de macronutrientes acumulados nas plantas dos adubos verdes são também apresentados na Figura 1. As espécies de leguminosas apresentaram diferenças significativas quanto aos teores de nutrientes acumulados, exceto para o potássio (K).

Figura 1 ▶
Teores de N, P e K acumulado nas espécies de leguminosas avaliadas aos 70 DAE, Alta Floresta - MT.
Fonte: elaborada pelos autores



*Mesmas letras sobre as barras verticais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A mucuna-cinza, a *C. ochroleuca* e o feijão-de-porco acumularam maiores quantidades de N quando comparadas às demais – 41,10, 38,45 e 35,65 g kg⁻¹ – e também os maiores valores de P – 3,13, 2,58 e 2,70 g kg⁻¹, respectivamente (Figura 1).

Ambrosano *et al.* (2016), buscando caracterizar genótipos de mucuna quanto à extração de nutrientes, obtiveram valores inferiores aos observados neste trabalho para a mucuna-cinza, sendo os valores obtidos de 28,18 g kg⁻¹ para o acúmulo de N e 2,18 g kg⁻¹ para P. Já Teodoro *et al.* (2011) verificaram que, dentre as espécies de leguminosas estudadas, a mucuna-cinza se destacou das demais quanto ao teor de N e P, corroborando os resultados obtidos neste estudo.

Cerqueira (2011) obteve para a *C. ochroleuca* 17,4 e 2,0 g kg⁻¹ de N e P, respectivamente, valores estes inferiores aos observados neste trabalho para esta mesma espécie. Ambrosano *et al.* (2013) também obtiveram resultados inferiores para o teor de N e P, sendo esses 28,62 e 1,58 g kg⁻¹, respectivamente.

Cerqueira (2011) verificou que o teor de P acumulado pelas plantas das leguminosas avaliadas, dentre essas a *C. breviflora*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, variaram de 1,6 a 2,7 g kg⁻¹. Valores esses semelhantes aos obtidos neste trabalho para o teor de P acumulados nas leguminosas, que variaram de 1,78 a 3,13 g kg⁻¹. Em virtude dos níveis de acumulação de nutrientes na matéria seca das plantas avaliadas, o uso desses adubos verdes pode incrementar a fertilidade dos solos.

Os teores de K não diferiram estatisticamente. Pereira (2015), avaliando a ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão, também não observou diferença significativa entre as plantas de cobertura quanto ao acúmulo de potássio. Deste modo, um maior fornecimento de K por meio das leguminosas pode ser obtido pela maior produção de matéria seca por área.

Os resultados para o índice de SPAD e valores médios da produção de macronutrientes foram estatisticamente distintos para os tratamentos avaliados (Tabela 4).

Tabela 4 ▼

Índice SPAD das leguminosas avaliadas aos 30, 50 e 70 DAE e Produção de N, P e K por hectare obtidos aos 70 DAE, Alta Floresta – MT.
Fonte: dados da pesquisa

Tratamentos	Índice SPAD						Macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
	30 DAE		50 DAE		70 DAE		N		P		K	
<i>C. breviflora</i>	38,24	b	35,16	c	33,62	c	317,88	b	23,17	b	194,68	b
<i>C. ochroleuca</i>	50,10	a	49,92	a	48,52	a	1487,00	a	97,41	a	737,91	a
<i>C. spectabilis</i>	37,38	b	38,34	c	40,47	bc	455,36	b	35,65	b	263,42	b
Mucuna-cinza	38,21	b	43,90	b	38,61	bc	582,16	b	43,37	b	212,72	b
Feijão-de-porco	46,23	a	46,10	ab	42,79	ab	765,72	ab	59,79	ab	443,08	ab
DMS Tukey (5%)	0,76		4,37		7,71		815,41		47,54		387,56	
CV (%)	7,13		4,54		8,38		50,11		40,64		46,41	

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para o índice SPAD, observa-se que os maiores valores foram observados em plantas de *C. ochroleuca* e feijão-de-porco nas três avaliações (Tabela 4). O índice SPAD é obtido através de um instrumento que mede quantitativamente a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre a absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. É uma importante ferramenta para se aferir a atividade fotossintética das plantas, pois mede a concentração de clorofila da folha podendo indicar o possível estado nutricional (MARKWELL; OSTERMAN; MITCHELL, 1995).

De acordo com Taiz e Zieger (2013), quando o índice SPAD é elevado, significa que a planta é mais ativa fotossinteticamente e, conseqüentemente, produz mais fotossimilados e possivelmente melhora seu desenvolvimento vegetativo. Nesse sentido, *C. ochroleuca* e o feijão-de-porco apresentaram maiores valores de SPAD nas três avaliações. Concomitantemente, essas mesmas culturas foram responsáveis pelos maiores teores de N, P e K por área (Tabela 4).

Oliveira (2012) avaliou o índice SPAD de leguminosas consorciadas com *Vitis vinifera*, no Submédio de São Francisco, também observou que o maior valor para este índice foi constatado em folhas do feijão-de-porco, atingindo 49,91 aos 90 DAS, valor este superior ao observado neste trabalho, que obteve valor médio de índice SPAD de 42,79 aos 70 DAE. Santos *et al.* (2015) constataram que, entre as leguminosas estudadas, o feijão-de-porco apresentou o maior valor para o índice SPAD, valor este de 59,63.

Os maiores teores de N, P e K por área são obtidos pelo uso de *C. ochroleuca* (1.487,00 kg ha⁻¹) e feijão-de-porco (765,72 kg ha⁻¹). Deve-se ressaltar, no entanto, que embora não tenham apresentado diferenças estatisticamente significativas, a primeira produziu quase o dobro desses nutrientes em relação à outra. Ribas *et al.* (2015), estudando a matéria seca e o acúmulo de nutrientes de adubos verdes cultivados em áreas sob manejo orgânico, também constataram que o feijão-de-porco apresentou o maior acúmulo de N, com 176,06 kg ha⁻¹, e de P, de 23,93 kg ha⁻¹, valores estes muito inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Brito *et al.* (2017) observaram que, com relação ao acúmulo de nutrientes, o feijão-de-porco, junto com a *Crotalaria* sp. e o guandu-anão (*Cajanus cajan* L.) acumularam maiores quantidades de N, sendo que o feijão-de-porco acumulou cerca de 173,5 kg ha⁻¹. Em relação ao acúmulo de P, o feijão-de-porco não diferiu significativamente das demais espécies, mas obteve um valor de 9,3 kg ha⁻¹.

Quanto ao acúmulo de macronutrientes, verificou-se que as leguminosas avaliadas acumulam mais N, seguida de K e depois P. Ambrosano *et al.* (2013) e Perin *et al.* (2004) também constataram esta seqüência na acumulação dos macronutrientes.

A quantificação dos nutrientes, principalmente N, P e K, é de suma importância para o processo produtivo, pois o uso de plantas de cobertura que tenham melhor capacidade de ciclagem, acúmulo e disponibilização desses nutrientes para a cultura sucessora propiciam diversos benefícios aos sistemas agrícolas (TEODORO *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos reforçam o potencial do uso de leguminosas para a adubação verde que proporciona benefício a médio e longo prazo. Essas podem ser utilizadas em rotação, sucessão ou consorciação levando em consideração as características estudadas para que se escolha a que mais se adeque à situação, permitindo que os efeitos positivos se manifestem no sistema de produção. Além disso, o uso dessas leguminosas permite maior sustentabilidade ao sistema de produção, pois protegem o solo dos processos erosivos e disponibilizam os nutrientes de sua biomassa de forma gradativa.

4 Conclusões

Neste trabalho, conclui-se que:

1- Os adubos verdes *C. breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, mucuna-cinza e feijão-de-porco apresentam bom desenvolvimento nas condições climáticas do Norte de Mato Grosso;

2- A mucuna-cinza apresentou crescimento inicial rápido, sendo indicada para implantação em áreas com alta população de plantas invasoras;

3- O feijão-de-porco apresentou maior comprimento de raiz, podendo ser utilizado em solos compactados e assimilar nutrientes em camadas mais profundas do solo;

4- A *C. ochroleuca* e o feijão-de-porco fornecem os maiores níveis de matéria seca e N, P e K, sendo estas recomendadas para a adubação verde;

5- As espécies avaliadas, no geral, desenvolvem-se plenamente ante às condições climáticas da região. Faz-se necessária, por conseguinte, a análise de desempenho das culturas agricultáveis em sucessão a esses adubos verdes.

Referências

ALMEIDA, K.; CÂMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Botucatu, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/9770>. Acesso em: 25 fev. 2022.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4290>. Acesso em: 25 fev. 2022.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura no solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832002000100025>.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELA, H.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; SILVA, E. C.; AMBROSANO, G. M. B.; DIAS, F. L. F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. Desempenho de adubos verdes e da primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivados consorciadamente. **Revista Brasileira de Agroecologia**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 89-90, 2013. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/13215>. Acesso em: 18 fev. 2022.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; SALGADO, G. C.; ROSSI, F.; DIAS, F. L. F.; TAVARES, S.; OTSUK, I. P. Caracterização de cultivares de Mucuna quanto a produtividade de fitomassa, extração de nutrientes e seus efeitos nos atributos do solo. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2016. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/21087>. Acesso em: 18 fev. 2022.

ASSAD, M. L.; ALMEIDA, J. Agricultura e sustentabilidade: contexto, desafios e cenários. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 29, p. 15-30, 2004.

BENNIE, A. T. P. Growth and mechanical impedance. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (ed.). **Plant roots**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 453-470.

BOTH, I. W.; ABREU, F. F. M.; CARVALHO, T. G.; TZIBOY, E. A. T.; LAMÔNICA, G. A.; SILVA, A. A. F. Análise de crescimento e cobertura foliar de espécies utilizadas na adubação verde: mucuna preta, mucuna cinza, crotalária e feijão-de-porco, no município de St. Antônio do Leverger – MT. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 63., Goiânia. **Anais (...)**. Goiânia: SBPC, 2011. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/5157.htm>. Acesso em: 23 fev. 2022.

BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; ROCHA, D. P.; SILVA, R. F. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 11-21, 2017. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v6i3.17669>.

CAIONI, C.; CAIONI, S.; SILVA, A. C. S.; PARENTE, T. L.; ARAÚJO, O. S. Análise da distribuição pluviométrica e de ocorrência do fenômeno climático no município de Alta Floresta-MT. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 26-56, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2490>. Acesso em: 12 fev. 2022.

CALEGARI, A. Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes. *In*: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (org.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 507 p.

CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SALGADO, J. M.; MANCINI FILHO, J.; NOVAES, N. J. Avaliação física, química, bioquímica e agrônômica de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill). **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 37-45, 1996. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/743>. Acesso em: 20 fev. 2022.

CARDOSO, R. A.; BENTO, A. S.; MORESKI, H. M.; GASPAROTTO, F. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 51-60, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2014v35n2p51>.

CERQUEIRA, D. C. O. **Caracterização de leguminosas para adubação verde de canaviais em solo de tabuleiro costeiro, Penedo, Alagoas**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal e proteção de plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/256>. Acesso em: 5 fev. 2022.

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 24 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/627829/estrategias-para-utilizacao>.

[de-leguminosas-para-adubacao-verde-em-unidades-de-producao-agroecologica](#). Acesso em: 23 fev. 2022.

FÉLIX, J. P. S.; CORREA, M. L. P.; SILVA, G. R. C.; OLIVEIRA, T. F.; SILVA, D. N. Desempenho de espécies leguminosas para adubação verde no Oeste do Pará. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v. 10, n. 3, 2015. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/19257>. Acesso em: 6 fev. 2022.

FERREIRA NETO, R. A.; FREITAS, A. D. S.; GIONGO, V.; CAMARGO, P. B.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Nitrogen fixation of Poaceae and Leguminosae in a green manure experiment in the Brazilian semiarid region. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 11, p. 1474-1480, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.17.11.11.pne726>.

FORMENTINI, E. A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória, ES: Incaper, 2008. 27 p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3718>. Acesso em: 11 fev. 2022.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000100008>.

JIMENEZ, R. L.; GONÇALVES, W. G.; ARAÚJO FILHO, J. V.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R.; SILVA, G. P. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 116-121, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000200002>.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J. C.; MITCHELL, J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, v. 46, n. 3, p. 467-472, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00032301>.

MOREIRA, V. F.; PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; GUEDES, R. E.; COSTA, J. R. **Produção de biomassa de guandu em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 5 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/624780/producao-de-biomassa-de-guandu-em-funcao-de-diferentes-densidades-e-espacamentos-entre-sulcos-de-plantio>. Acesso em: 28 fev. 2022.

OLIVEIRA, L. E. Z. **Plantas de cobertura: Características, benefícios e utilização**. 2014. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10471/1/2014_LuizEduardoZancanarodeOliveira.pdf. Acesso em: 26 fev. 2022.

OLIVEIRA, T. C. T. **Crescimento, aporte de nutrientes e trocas gasosas de leguminosas associadas à *Vitis vinifera***. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2020/10/thaisi-caroline.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2022.

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; FERNANDES, S. S. L. Acúmulo de fitomassa e nutrientes e estágio mais adequado de manejo do feijão de porco para fins de adubação verde. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 182-190, 2011. Disponível em: https://orgprints.org/id/eprint/22994/1/Padovan_Ac%C3%BAmulo.pdf. Acesso em: 24 fev. 2022.

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; SALOMÃO, G. B.; RECALDE, K. M. G. Pré-cultivo de adubos verdes ao milho em agroecossistema submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 3-11, 2013. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/10385>. Acesso em: 21 fev. 2022.

PADOVAN, M. P.; OLIVEIRA, F. L.; CESAR, M. N. Z. O papel estratégico da adubação verde no manejo agroecológico do solo. In: PADOVAN, M. P. (ed.). **Conversão de sistemas de produção convencionais para agroecológicos**: novos rumos à agricultura familiar. Dourados-MS: Edição do Autor, 2006. p. 69-82.

PAULA, P. D.; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A.; RESENDE, A. S. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 791-800, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509819696>.

PEREIRA, A. J. **Caracterização agrônômica de espécies de *Crotalaria* L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com *C. juncea* no cultivo orgânico de brássicas em sistema plantio direto**. 2007. 83 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/tede/543>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PEREIRA, A. P. **Espécies vegetais potenciais para adubação verde**. 2015. 38 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, 2015. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/wp-content/uploads/2017/01/Alan-Pacifico-Pereira-ESPECIES-VEGETAIS-POTENCIAIS-PARA-ADUBACAO-VERDE.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2022.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000100005>.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. II. Amendoim forrageiro, galáxia e centrosema**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAD, 1998. 6 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/623775/avaliacao-inicial-de-algumas-leguminosas-herbaceas-perenes-para-utilizacao-como-cobertura-viva-permanente-de-solo-ii-amendoim-forrageiro-galaxia-e-centrosema>. Acesso em: 25 fev. 2022.

PIRAÍ SEMENTES. **Produtos**. Disponível em: <https://pirai.com.br/produtos/>. Acesso em: 18 ago. 2019.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RIBAS, G. T. C.; ROCHA, A. M. S.; COSTA, L. C.; CAVALCANTE, V. S.; PRADO, R. M.; SANTOS, V. R. Matéria seca e acúmulo de nutrientes em adubos verdes cultivados em área sob manejo orgânico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais (...)**. Natal: SBCS, 2015. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1114.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2022.

SANTOS, M. N. F.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; COSTA, M. F. Características produtivas de adubos verdes irrigados por aspersão no sul de Mato Grosso. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (CONBEA 2015), 44., 2015, São Pedro. **Anais (...)**. São Pedro: CONBEA, 2015. Disponível em: <https://conbea.org.br/anais/publicacoes/conbea-2015/anais-2015/eas-engenharia-de-agua-e-solo/2185-caracteristicas-produtivas-de-adubos-verdes-irrigados-por-aspersao-no-sul-de-mato-grosso/file>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde em citros**. Jaboticabal: Funep, 1999. 37 p.

SILVA, M. S.; OLIVEIRA, G. R. F.; MERLOTI, L. F.; SÁ, M. E. Acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por *Crotalaria juncea* cultivada no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 26-36, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18011/bioeng2017v11n1p26-36>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TELLES, T. S. **Conservação dos solos e preços de terras agrícolas no Brasil**. 2015. 135 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) –Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/286458>. Acesso em: 2 fev. 2022.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 1-10, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200032>.