



Produção de biomassa por leguminosas em diferentes épocas de semeadura na região Agreste de Alagoas

Biomass production by legumes species under different sowing times in the Agreste region of Alagoas

Leonardo Correia COSTA¹, Antonio Márcio Souza ROCHA², Paulo Joséas Marques da Silva³, Daniel Diniz MARTINS⁴, Cícero Gomes dos SANTOS⁵, Valdevan Rosendo dos SANTOS^{5*}

¹UFAL, Campus Arapiraca, Doutor em Ciência do Solo. E-mail: leonardocorreia08@gmail.com

²Unesp, Campus Jaboticabal, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. E-mail: antoniomarcio.sr@gmail.com

³UFAL, Campus Satuba, Mestre em Agricultura e Ambiente. E-mail: paulojoseas1@hotmail.com

⁴UFAL, Campus Arapiraca, Mestre em Agricultura e Ambiente. E-mail: danielddm106@gmail.com

⁵Professor Adjunto da UFAL, Campus Arapiraca. E-mail: valdevan@arapiraca.ufal.br (*autor correspondente).

E-mail do autor correspondente: leonardocorreia08@gmail.com

Resumo - O conhecimento da interação entre a espécie e a época de semeadura é um importante instrumento para avaliar a capacidade agrônômica de espécies de leguminosas tropicais. Com o objetivo de avaliar o efeito da época de semeadura na produção de biomassa de adubos verdes foi conduzido um experimento em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pelas espécies *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan* (L.) Millsp, *Cajanus cajan*, *Dolichos lablab*, *Canavalia ensiformis* e *Mucuna aterrima* e as subparcelas por três épocas de semeadura: 17 de maio, 02 de junho e 20 de junho. A produção de matéria verde foi diminuída com o atraso na época de semeadura, exceto para as espécies *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*. As espécies *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan* (L.) Millsp e *Mucuna aterrima* não sofreram influência da época de semeadura para a produção de matéria seca, podendo ser semeadas em qualquer uma das três épocas avaliadas. O atraso na época de semeadura diminuiu a produção de matéria seca das espécies *Cajanus cajan*, *Dolichos lablab* e *Canavalia ensiformis*. A relação percentual matéria seca por matéria verde diminuiu com o atraso da época de semeadura para as espécies de ciclos menores e aumentou para as espécies de ciclos mais longos, exceto para o *Canavalia ensiformis*.

Palavras-chave: Plantas de cobertura. Fitomassa. Estação de cultivo.

Abstract - The Knowledge of the interaction between the species and the sowing times is an important tool to evaluate the agronomic capacity of tropical legume species. In order to evaluate the effect of the sowing times on the production of green manure biomass, a randomized block experiment was carried out in split plots scheme, with four replications. The plots were composed of the species *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan* (L.) Millsp, *Cajanus cajan*, *Dolichos lablab*, *Canavalia ensiformis* and *Mucuna aterrima* and the subplots for three sowing dates: May 17, June 2 and 20 of June. The yield of green matter was decreased with the delay in sowing times, except for the species *Crotalaria juncea* and *Crotalaria spectabilis*. The species *Cajanus cajan*, *Dolichos lablab* and *Canavalia ensiformis*. were not influenced by the sowing times



for the production of dry matter, and could be sown in any of the three times evaluated. The delay in the sowing times decreased the dry matter production of the species *Cajanus cajan*, *Dolichos lablab* and *Canavalia ensiformis*. The percentage dry matter ratio by green matter decreased with the delay of the sowing times for species of smaller cycles and increased for species of longer cycles, except for *Canavalia ensiformis*.

Keywords: Cover crops. Phytomass. Growing season.

Introdução

Estima-se que em escala mundial será necessário aumentar em até 100% a oferta de alimento para suprir a demanda dos cerca de 9 bilhões de habitantes no ano de 2050 (GODFRAY et al., 2010). Para isso é esperado um aumento no consumo de fertilizantes a base de nitrogênio, fósforo e potássio, que foi de aproximadamente 162 milhões de toneladas em 2009 e deverá atingir 200 milhões de toneladas no final de 2018 (FAO, 2015).

A eficiência de aproveitamento dos fertilizantes em adubações é baixa chegando a 50% para o nitrogênio, 10 a 30% para o fósforo e cerca de 70% para o potássio no ano de sua aplicação. Isso contribui para a elevação dos custos de produção e gera problemas ambientais como a contaminação dos cursos de água (eutrofização) e a contribuição para o aumento dos gases do efeito estufa (COSKUN et al., 2017), além da diminuição da matéria orgânica e microrganismos que compõem a parte viva do solo.

A utilização de plantas como adubação verde é uma prática que pode contribuir para um manejo mais sustentável, por promover melhorias nas características química, física e biológicas do solo (ALCÂNTARA et al., 2000; CUNHA et al., 2011). Plantas da família das leguminosas (Fabaceae) são as mais utilizadas na adubação verde em função de sua capacidade em realizar simbiose com bactérias, especialmente do gênero *Rhizobium*, as quais conseguem fixar nitrogênio do ar atmosférico e incorporá-lo ao solo por meio da biomassa das plantas, sendo um suprimento efetivo de N para as culturas subsequentes (DABIN et al., 2016).

A variabilidade genética das espécies de leguminosas utilizadas na adubação verde deve fazer com que estas respondam de formas distintas às condições ambientais locais, as quais afetam seu potencial de produção de biomassa e extração de nutrientes (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 2000; RAM et al., 2011).

Para determinada espécie a época de semeadura tem uma grande influência no crescimento e desenvolvimento, produção de biomassa e extração de nutrientes pela parte aérea das plantas. Esta determina o tempo disponível para o crescimento vegetativo antes do florescimento, o qual é influenciado principalmente pela chuva, temperatura, graus dia e fotoperíodo (KEATINGE et al., 1998; KITTUR; GUGGARI, 2017). O conhecimento da interação entre a espécie e a época de semeadura constitui um importante instrumento para avaliar e melhorar a capacidade agrônômica de espécies de leguminosas tropicais (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 2000; FERREIRA; STONE; DIDONET, 2013).

Face a importância do uso de espécies de leguminosas como adubo verde, e como não existe informação considerando o efeito de épocas de semeadura na produção de biomassa na região Agreste de Alagoas, desse modo a obtenção de informações, a partir de experimentos de campo é



necessária, para se conhecer a época de semeadura mais adequada para cada espécie expressar o seu potencial de produção de biomassa.

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o rendimento em matéria verde e seca e relação de matéria seca por matéria verde de leguminosas cultivadas em diferentes épocas de semeadura na região Agreste de Alagoas.

Material e Métodos

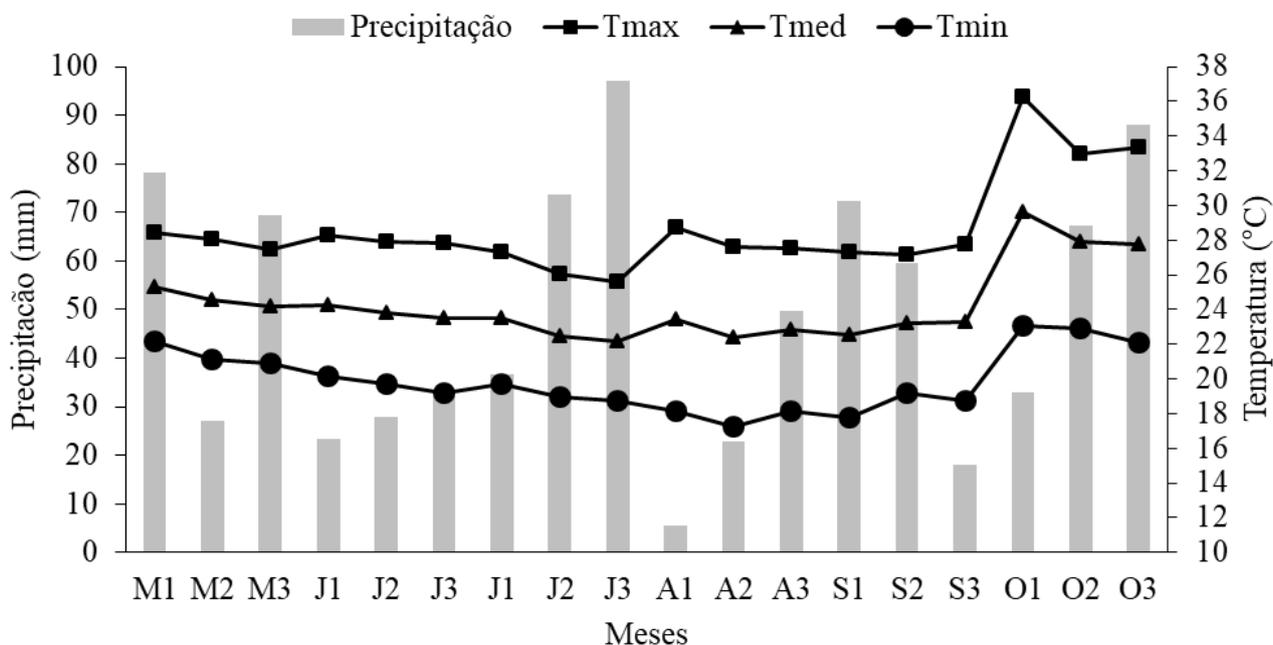
O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2011, na área experimental da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca (9°45'58"S, 35°38'58"W) e 264 m de altitude em relação ao nível médio do mar. A área estava sem cultivo havia mais de 10 anos e fica situada em uma região de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano. O clima local é classificado pelo critério de classificação de Köppen como do tipo 'As' tropical, com duas estações climáticas bem definidas, com inverno úmido e chuvoso (abril-agosto) e verão quente e seco (setembro-março) com chuvas eventuais. Os dados de precipitação pluviométrica e temperaturas durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

O solo da área onde foi conduzido o estudo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (EMBRAPA, 2018), com a seguinte caracterização química na camada de 0-20 cm: pH (H₂O) = 5,7; P-Mehlich = 13 mg dm⁻³; K⁺ = 0,2 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 1,4 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,4 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,2 cmol_c dm⁻³; H+Al = 4 cmol_c dm⁻³; soma de bases (SB) = 3 cmol_c dm⁻³; CTC potencial = 7 cmol_c dm⁻³; saturação por bases (V%) = 42,8; matéria orgânica (M.O.) = 15 g dm⁻³; Cu²⁺ = 0,86 mg dm⁻³; Fe²⁺ = 44,5 mg dm⁻³; Mn²⁺ = 32 mg dm⁻³ e Zn²⁺ = 2,4 mg dm⁻³.

O delineamento foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por sete espécies de leguminosas utilizadas como adubação verde: *Crotalaria juncea* - IAC-KR1 (*C. juncea*), *Crotalaria spectabilis* - Comum (*C. spectabilis*), *Cajanus cajan* (L.) Millsp - IAPAR 43 (G. anão), *Cajanus cajan* - Caqui (G. arbóreo), *Dolichos lablab* - Rongai (Labe-labe), *Canavalia ensiformis* - Comum (F. porco) e *Mucuna aterrima* - Comum (M. preta). As subparcelas foram constituídas por três épocas de semeadura: 1ª época (17 de maio), 2ª época (02 de junho) e 3ª época (20 de junho). Cada parcela foi composta de 8 linhas de 3 m, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, totalizando 12 m². Foram distribuídas de 25-30, 30-35, 18-20, 18-20, 10-12, 4-5 e 3-4 sementes por metro para a *C. juncea*, *C. spectabilis*, G. anão, G. arbóreo, Labe-labe, F. porco e M. preta, respectivamente.



Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperatura máxima (Tmax), média (Tmed) e mínima (Tmin) decendial para o período de maio a outubro de 2011, Arapiraca, Alagoas, Brasil



O controle de ervas foi feito por meio de três capinas manuais durante o período experimental. Não foi feita nenhuma aplicação de corretivo e fertilizante ou de defensivos agrícolas para o controle de pragas e doenças.

O número de dias até a colheita foi obtido contando-se a quantidade de dias desde a semeadura até a colheita das plantas no estágio fenológico de floração plena (50% ou mais das plantas com flores abertas). A produção de matéria verde da parte aérea foi feita amostrando-se uma área útil de 1 m² para cada espécie referente a cada época de semeadura. Todas as plantas contidas na área amostrada foram cortadas rente ao solo e em seguida foi feita a mensuração da matéria verde. A mensuração da matéria seca foi feita após as amostras atingirem massa constante em estufa de circulação de ar a 60° C. Com as matérias verde e seca das amostras foi feita a determinação da produtividade em toneladas por hectare e em seguida determinaram-se os percentuais da relação matéria seca por matéria verde, usando a fórmula:

$$R_{S/V} (\%) = MS/MV \times 100,$$

em que: $R_{s/v}$ = percentual de matéria seca por matéria verde, MS = matéria seca e MV = matéria verde.

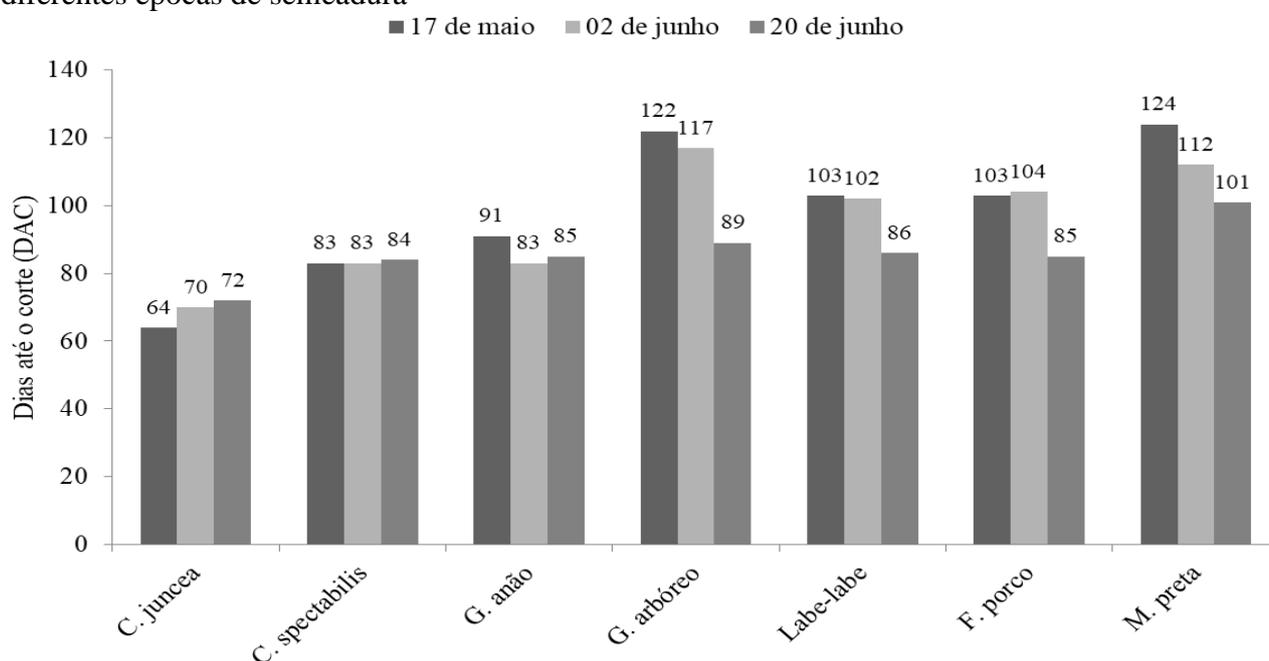
Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância para testar o efeito dos tratamentos e a interação por meio do teste F ($p < 0,05$). Quando houve interação significativa entre os fatores, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2003).



Resultados e Discussão

O número de dias até o corte (DAC) variou de 64 dias para a *C. juncea* a 124 dias para a *M. preta* na primeira época de semeadura, realizada no início da estação chuvosa (17 de maio) (Figura 2).

Figura 2. Dias da semeadura até a colheita (DAC) de espécies de leguminosas cultivadas em diferentes épocas de semeadura



Exceto para a *C. juncea* e *C. spectabilis* houve uma diminuição no número de dias para que 50% das plantas de cada espécie atingissem o florescimento, quando a semeadura foi realizada no dia 20 de junho (terceira época). As espécies com ciclo de cultivos mais longos sofreram maior influência das épocas de semeadura. Os efeitos da semeadura tardia na antecipação do florescimento de espécies de leguminosas, utilizadas na adubação verde têm sido relacionados com a precipitação, temperatura, graus dias e fotoperíodo (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 2000; HAM et al., 2011; KITTUR; GUGGARI, 2017; SENNHENN et al., 2017).

Houve interação entre as espécies de leguminosas e as épocas de semeadura para a matéria verde e seca da parte aérea e relação percentual matéria seca por matéria verde (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância dos valores de matéria verde da parte aérea (MVPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e relação percentual matéria seca por matéria verde (R_s/v) de espécies de leguminosas cultivadas em diferentes épocas de semeadura

Fator	Grau de liberdade	Significância do teste F		
		MVPA	MSPA	R_s/v
Bloco	3	0,6452	0,2148	0,2330
Espécie (Es)	6	<0,001	<0,001	<0,001
Resíduo (a)	18			
Época (Ep)	2	<0,001	<0,001	<0,001
Es x Ep	12	<0,001	<0,001	<0,001
Resíduo (b)	42			
CV1 (%)		17,0	15,8	5,7
CV2 (%)		20,6	22,7	6,1

A interação indica que essas variáveis foram influenciadas pela variabilidade genética das espécies, pelas condições ambientais (chuva, temperatura e fotoperíodo) ocorrido no período experimental (KEATINGE et al., 1998; KITTUR; GUGGARI, 2017), habilidade de cada uma em absorver nutrientes em condições de baixa fertilidade (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 1999; MENDONÇA et al., 2017) e ao tempo para cada espécie atingir a floração plena, momento em que foi realizada a colheita (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 2000; RAM et al., 2011; CAVALCANTE et al., 2012).

O rendimento de massa verde da parte aérea variou de 17,3 a 30,8 t ha⁻¹, quando a semeadura foi realizada no início da estação chuvosa (17 de maio). Nessa época, o *G. arbóreo* produziu quantidades maiores de matéria verde da parte aérea do que a *C. juncea*, *C. spectabilis*, *G. anão* e o Labe-labe, não diferindo do *F. porco* e da *M. preta* (Tabela 3).

Tabela 3. Rendimento médio de matéria verde da parte aérea (MVPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e relação percentual matéria seca por matéria verde (R_s/v) de espécies de leguminosas cultivadas em diferentes épocas de semeadura

Espécie	Época de semeadura ¹								
	17/mai			02/jun			20/jun		
	MVPA			MSPA			R_s/v		
	-----t ha ⁻¹ -----						-----%-----		
<i>C. juncea</i>	17,9bA	22,4bcA	19,4aA	4,3bcB	6,5abA	5,1aAB	24,0bC	28,9bA	26,5bB
<i>C. spectabilis</i>	20,7bA	15,2cdA	14,8abA	3,6cA	3,3cA	2,4bA	17,6eB	21,5cA	15,9dB
<i>G. anão</i>	19,2bA	9,2dB	10,7bB	4,2bcA	2,6cA	2,8bA	21,7bcC	28,7bA	26,0bB
<i>G. arbóreo</i>	30,8aA	25,2abAB	19,5aB	8,8aA	8,4aAB	6,7aB	28,4aB	33,1aA	34,5aA
Labe labe	17,3bB	29,8abA	11,8abB	3,5cB	6,2bA	2,4bB	20,5cdA	20,8cA	20,4cA
<i>F. porco</i>	24,8abA	30,7aA	11,3bB	6,1bA	6,2bA	2,2bB	24,6bA	20,4cB	19,4cB
<i>M. preta</i>	24,4abA	16,0cdB	13,6abB	4,3bcA	3,1cA	2,8bA	17,9eB	19,4cAB	20,8cA

¹Valores seguidos das mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas, nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).



A massa verde da parte aérea das espécies *Crotalária juncea* e *Crotalária spectabilis* não foi influenciada pelas épocas de semeadura. As demais leguminosas tiveram redução na produção de massa verde à medida que a semeadura foi realizada mais tardiamente, exceto para o Labe labe, o qual produziu mais massa verde na segunda época de semeadura (Tabela 3.) Em semeadura realizada no início da estação chuvosa CAVALCANTE et al. (2012) obtiveram produção de massa verde variando de 13,5 a 30 t ha⁻¹ em área de pousio e CAVALCANTE et al. (2015) relataram variação de 15,7 a 43,7 t ha⁻¹ em área de cultivo de hortaliças, ambas as áreas localizadas na região Agreste de Alagoas, resultados compatíveis com os obtidos nesta pesquisa. AMABILE; FANCELLI e CARVALHO (2000) observaram redução na produção de matéria verde para a *Crotalária juncea*, *Crotalária ochroleuca* e guandu, na região dos Cerrados conforme a época de semeadura se distanciou do início da estação chuvosa.

O *G. arbóreo* apresentou produtividade de massa seca de 8,8, 8,4 e 6,7 t ha⁻¹ na primeira, segunda e terceira época de semeadura e foi superior às demais espécies em todas as épocas de semeadura, exceto para a *C. juncea*, a qual produziu quantidade de massa seca semelhante ao *G. arbóreo* na segunda e terceira épocas (Tabela 3). Diminuição no rendimento do guandu com o atraso da época de semeadura também foram registrados por HAM et al. (2011). KITTUR e GUGGARI (2017) observaram que o rendimento de grãos do guandu decresceu com cada quinzena de atraso e as reduções foram mais pronunciadas da segunda para a terceira época, com redução de 12, 83 e 80% para a primeira e segunda quinzenas de julho e primeira de agosto, respectivamente em relação a semeadura feita na segunda quinzena de junho (primeira época).

As leguminosas *C. spectabilis*, *G. anão* e *M. preta* não foram influenciadas pelas épocas de semeadura. A *C. juncea* apresentou melhor desempenho quando semeada duas semanas após o início da estação chuvosa (02 de junho).

O Labe labe foi mais produtivo na segunda época de semeadura (02 de junho) em comparação a primeira e terceira épocas (17 de maio e 20 de junho, respectivamente) enquanto o F. porco obteve melhor desempenho nas duas primeiras épocas com 6,1 e 6,2 t ha⁻¹, respectivamente contra 2,2 t ha⁻¹ na terceira época. FERREIRA; STONE e DIDONET (2013) avaliando o efeito da época de semeadura na produção de matéria seca da *Crotalária juncea*, *Crotalária ochroleuca*, guandu, feijão de porco e mucuna preta observaram durante três anos de cultivo um rendimento médio de matéria seca de 7,3, 5,7, e 3,9 t ha⁻¹ para a primeira, segunda e terceira época, respectivamente após o início da estação chuvosa.

De maneira geral, houve uma tendência de diminuição do rendimento em massa seca da parte aérea das espécies à medida que a data de semeadura passou do dia 17 de maio (início da estação chuvosa para o dia 20 de junho (terceira época de semeadura). Isso ficou mais evidente para o *G. arbóreo*, Labe labe e F. porco (Tabela 3). Os maiores rendimentos em matéria seca obtidos com a semeadura no início das chuvas devem ser devido a disponibilidade de mais tempo para crescimento e desenvolvimento como indicado pelo maior número de dias para o florescimento (Figura 2), permitindo a planta aproveitar por mais tempo, luz, água e nutrientes disponíveis. O atraso na semeadura promoveu a diminuição na altura de planta, número de hastes por planta, acúmulo de massa seca, número de vagens por planta, peso de grãos por planta e número de dias para o florescimento (HAM et al., 2011; KITTUR; GUGGARI, 2017).

A relação percentual matéria seca por matéria verde variou de 17,6 a 28,4%, 19,4 a 33,1% e de 15,9 a 34,5% para a primeira, segunda e terceira épocas de semeadura. O *G. arbóreo* foi a leguminosa com maior percentual de massa seca nas três épocas e foi crescente à medida que a semeadura foi realizada após o início da estação chuvosa. A percentagem de matéria seca da *C. juncea* tendeu a acompanhar a idade da planta, que aumentou de 64 dias na primeira época para 72



dias na última época de semeadura (Figura 2). Essa mesma tendência foi observada por LEAL et al. (2012), os quais atribuíram ser devido a relação matéria seca da folha por matéria seca da parte aérea e à senescência das folhas, que ocorre com o aumento da idade das plantas.

O Labe labe foi indiferente a época de semeadura para a relação R_s/v . O F. porco apresentou maior percentual quando semeado no início da estação chuvosa enquanto a *M. preta* aumentou com o atraso da semeadura e a diminuição do ciclo vegetativo (florescimento). Houve uma tendência de aumento da $R_{s/v}\%$ para as espécies de ciclos mais longos, a exemplo do *G. arbóreo*, Labe labe e *M. preta* e uma diminuição nessa relação para as espécies de ciclos mais curtos como a *C. juncea*, *C. spectabilis* e *G. anão* com a semeadura realizada um mês após o início da estação chuvosa. Deve-se levar em consideração que o percentual de matéria seca tem influências da relação massa verde das folhas/caule, que varia com a espécie (herbácea ou mais lignificada) e com as condições climáticas no momento da colheita como temperatura, insolação e umidade do solo (FAGERIA, 2007).

A combinação adequada da espécie de adubo verde com a época de semeadura pode aumentar a produção de matéria seca e a fixação de nitrogênio pelas leguminosas, ofertando maiores quantidades de nutrientes e matéria orgânica para a cultura em sucessão (FERREIRA; STONE; DIDONET, 2013; HAM et al., 2011). A eficiência das plantas utilizadas como adubação verde em produzir resíduos, favorece o aumento no teor de matéria orgânica do solo, aumenta a disponibilidade de nutrientes (FONTANÉTTI et al., 2006), melhora a habilidade de reciclagem e a mobilização de nutrientes lixiviados de camadas mais profundas e ainda eleva a capacidade de trocas de cátions efetiva dos solos (ALCÂNTARA et al., 2000), criando um ambiente mais favorável para rendimentos agrícola mais viável econômico e ambientalmente.

Os resultados obtidos nesta pesquisa são importantes por fornecer para a região informações sobre a expectativa de produção de matéria verde e seca e do tempo necessário para cada espécie completar o seu ciclo vegetativo em relação ao período de semeadura. Assim, pode ser feito o uso de espécies de ciclos mais curtos, a exemplo da *C. juncea* que independentemente da época de semeadura manteve rendimento de matéria seca superior a 4 t ha^{-1} em um período de 60 a 70 dias ou pode-se optar por espécies que produzem maior quantidade de biomassa mas que apresentam ciclos de cultivos superiores a 120 dias como foi o caso do *G. arbóreo* ou ainda fazer a opção por uma espécie com ciclos de cultivos intermediários.

Conclusões

A produção de massa verde das espécies *C. juncea* e *C. spectabilis* não sofreu decréscimo com o atraso na época de semeadura. As espécies *C. spectabilis*, *G. anão* e *M. preta* não sofreram influência da época de semeadura para a produção de matéria seca, podendo ser semeadas em qualquer uma das três épocas avaliadas.

O atraso na época de semeadura diminuiu a produção de matéria seca das espécies *G. arbóreo*, Labe labe e *F. Porco*. A relação percentual matéria seca por matéria verde diminuiu com o atraso da época de semeadura para as espécies de ciclos mais curtos e aumentou para as espécies de ciclos mais longos, exceto para o *F. porco*.



Agradecimentos

Os autores agradecem ao Diretor Comercial da Piraí Sementes, José Aparecido Donizeti, pelo fornecimento de semente das leguminosas utilizadas nessa pesquisa.

Conflito de interesse

Os autores não declararam conflito de interesse para esse manuscrito.

Referências

ALCÂNTARA, F. A. et al. Adubação verde na recuperação de fertilidade de um latossolo vermelho degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.277-288, 2008.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes cultivadas em diferentes épocas e densidades num latossolo vermelho-escuro argiloso sob Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.4, p.837-845, 1999.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.1, p.47-54, 2000.

CAVALCANTE, V.S. et al. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.5, p.521-528, 2012.

CAVALCANTE, V.S. et al. Produção de adubos verdes e a utilização dos resíduos no cultivo da cebolinha **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.10, n.1, p.24-31, 2015.

COSKUN, D.; BRITTO, D.T.; SHI, W.; KRONZUCKER, H.J. Nitrogen transformations in modern agriculture and the role of biological nitrification inhibition. **Nature Plants**, v.3, p.1-10, 2017.

CUNHA, J. F.; CASARIN, V.; PROCHNOW, L. I. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira no período de 1988 a 2010. **Informações Agronômicas**, n.135, p.1-7, 2011.

DABIN, Z. et al. 2016. Contribution of green manure legumes to nitrogen dynamics in traditional winter wheat cropping system in the Loess Plateau of China. **European Journal of Agronomy**, v.72, n.1, p.47-55, 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 590p.



- FAGERIA, N.K. Green manuring in crop production. **Journal of Plant Nutrition**, v.30, n.5, p.691-719, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: **Sistema de análise de variância versão 4.6**. Lavras: UFLA/DEX, 2003.
- FERREIRA, E.P.B.; STONE, L.F.; DIDONET, A.D. Green manure species and sowing time effects on the agronomic performance of common bean. **Agronomy Journal**, v.105, n.6, p.1721-1727, 2013.
- FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.146-150. 2006.
- FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **World fertilizer trends and outlook to 2018**. Rome, 2015. 66p. <http://www.fao.org/3/a-i4324e.pdf>. Acesso em 22 mar. 2018.
- GODFRAY, H. C. J. et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v.327, p.812-818, 2010.
- KEATINGE et al. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. **Field Crops Research**, v.57, n.2, p.139-152, 1998.
- KITTUR, C. N.; GUGGARI, A. K. Effect of sowing time and planting geometry on growth and yield of pigeonpea in northern dry zone (Zone 3) of Karnataka. **Journal of Farm Sciences**, v.30, n.3, p.334-337, 2017.
- LEAL, M.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PEIXOTO, R.T.G.; ALMEIDA, D.L. Desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. **Revista Ceres**, v.59, n.3, p.386-391, 2012.
- MENDONÇA, E. S. et al. Biological nitrogen fixation by legumes and n uptake by coffee plants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.41: e0160178, 2017.
- RAM, H.; SINGH, G.; SEKHON, H.S.; KHANNA, V. Effect of sowing time on the performance of pigeonpea genotypes. **Journal of Food Legumes**, v.24, n.3, p.207-210, 2011.
- SENNHENN et al. Considering effects of temperature and photoperiod on growth and development of *Lablab purpureus* (L.) sweet in the search of short-season accessions for smallholder farming systems. **Experimental Agriculture**, v.53, n.3, p.375-395, 2017.