

# DESEMPENHO FITOTÉCNICO DE MISTURAS DE ESPÉCIES PARA COBERTURA DE SOLO CONSORCIADAS AO MILHO EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO

Pedro Antonio Paçó  
José Guilherme M. Guerra  
José Antonio A. Espindola  
Ednaldo da S. Araújo  
Lívia Bischof Pian  
Jhonatan Marins Goulart  
José Sávio M. V. Filho



Programa de Pós-Graduação em  
**Agricultura Orgânica**



## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

Todos os direitos desta edição são reservados ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. É permitida a reprodução parcial da obra desde que citada a fonte.

Diagramação: Gabriel Lima Fernandes

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Desempenho fitotécnico de misturas de espécies para cobertura de solo consorciadas ao milho em sistema orgânico de produção [livro eletrônico] / Pedro Antonio Paçó...[et al.]. -- Seropédica, RJ : Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, 2024.  
PDF

Outros autores: José Guilherme M. Guerra, José Antonio A. Espindola, Ednaldo da S. Araújo, Lívia Bischof Pian, Jhonatan Marins Goulart, José Sávio M. V. Filho.

Bibliografia.  
ISBN 978-65-998904-7-5

1. Adubação verde 2. Agroecologia 3. Milho - Cultivo 4. Nutrientes - Interações 5. Solo - Uso  
I. Paçó, Pedro Antonio. II. Guerra, José Guilherme M. III. Espindola, José Antonio A. IV. Araújo, Ednaldo da S. V. Pian, Lívia Bischof. VI. Goulart, Jhonatan Marins. VII. V. Filho, José Sávio M.

24-209382

CDD-631.874

### Índices para catálogo sistemático:

1. Adubação verde : Agricultura 631.874

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica  
UFRRJ/ Instituto de Agronomia  
BR 465 Km 47, Seropédica-RJ CEP 23897-000  
Site: <https://cursos.ufrrj.br/posgraduacao/ppgao/>  
Email: [ppgaoufrj@gmail.com](mailto:ppgaoufrj@gmail.com)

Apoio:



# AUTORES

**Pedro Antonio Paço**

M.Sc. Agricultura Orgânica  
pedroapaco@hotmail.com

**José Guilherme M. Guerra**

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia  
guilherme.guerra@embrapa.br

**Ednaldo da S. Araújo**

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia  
ednaldo.araujo@embrapa.br

**José Antonio A. Espindola**

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia  
jose.espindola@embrapa.br

**Lívia Bischof Pian**

Eng. Agrônoma, D. Sc. em Agronomia- Ciência do Solo  
liviapian@hotmail.com

**Jhonatan Marins Goulart**

Eng. Agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia  
marinsgoulart@ymail.com

**José Sávio M. V. Filho**

Eng. Agrônomo  
ze\_puri@hotmail.com

# RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho fitotécnico de espécies utilizadas para adubação verde, semeadas em misturas com distintos arranjos espaciais de plantio, consorciadas ou não ao milho e submetidos ao manejo orgânico. O experimento foi conduzido na Fazendinha Agroecológica Km 47, Seropédica, Baixada Fluminense. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos formados a partir da mistura das espécies *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea* e *Helianthus annuus* utilizadas para cobertura do solo (ECS), semeadas a lanço ou em sulcos, e consorciadas ou não ao milho (variedade BRS Caatingueiro), além do monocultivo de milho. As avaliações constaram das taxas de cobertura do solo, dos teores de macronutrientes essenciais e das produtividades de fitomassa fresca e seca de parte aérea das ECS, além da produtividade de grãos de milho. Depreendeu-se a partir dos resultados, que a mistura de ECS cobriu o solo com maior velocidade do que a vegetação espontânea presente em uma área mantida em pousio. Os arranjos espaciais adotados por ocasião da semeadura, a lanço ou em sulcos, não foram determinantes de diferenças quanto às variáveis fitotécnicas produtividade de fitomassa fresca e seca, bem como das quantidades acumuladas de nutrientes na parte aérea das ECS. A produtividade de grãos de milho não é influenciada pela presença da mistura contendo as espécies de cobertura de solo, independentemente do arranjo espacial adotado na semeadura, quando comparada à alcançada com o monocultivo do milho. As quantidades produzidas e acumuladas de N, P, K, Ca e Mg na fitomassa das ECS revelam o potencial, respectivamente, de geração de palhada para proteção do solo e de ciclagem de nutrientes disponibilizados para cultivos em sucessão maiores do que no monocultivo do milho.

# SUMÁRIO

Introdução .....	6
Materiais e Métodos .....	7
Caracterização da Área .....	7
Planejamento Experimental .....	8
Implantação e condução do experimento .....	9
Avaliações .....	11
Procedimentos Estatísticos .....	12
Resultados e Discussão .....	12
Taxas de cobertura do solo .....	12
Produtividade de fitomassa fresca e seca e composição elementar da parte aérea das espécies de cobertura do solo .....	15
Influência das espécies de cobertura do solo na reinfestação de espécies espontâneas.....	21
Conclusões .....	25
Referências	



# INTRODUÇÃO

O *modus operandi* da agricultura orgânica se baseia nos princípios da agroecologia, agregando fundamentos científicos aos sistemas orgânicos de produção e oferecendo caminhos alternativos ao modo convencional para um futuro durável da agricultura, sobretudo, para as unidades agrícolas de base familiar, em aderência aos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”- ODS (ONU Brasil, 2015). Dessa forma, pressupõe-se que o conceito de sustentabilidade deve estar integrado ao manejo agrícola de forma indissociada, alinhando as dimensões ecológicas, socioculturais e econômicas.

Destarte, o manejo do solo com vistas à manutenção da capacidade produtiva ou a implementar práticas regenerativas, no que se refere ao manejo do contínuo solo-planta, procura vincular as práticas às técnicas de conservação dos recursos naturais, favorecendo a sinergia dos processos biológicos. A utilização de espécies para cobertura de solo (ECS) e adubação verde é uma prática de manejo agrícola essencialmente conservacionista, que busca, por meio de rotações, sucessões ou consorciações com cultivos de interesse comercial, promover benefícios ao sistema produtivo (Guerra et al., 2014; Goulart et al., 2021), por meio de espécies com alta capacidade de cobertura de terreno e que produzam quantidades expressivas de fitomassa, favorecendo a proteção e contribuindo para a manutenção e melhoria das características biológicas, físicas e químicas do solo (Abranches et al., 2021).

Espécies da família botânica *Fabaceae* (leguminosas) são opções de destaque para adubação verde, pelo fato de formarem associações simbióticas mutualistas com bactérias diazotróficas, o que resulta na incorporação de nitrogênio (N) ao sistema de produção, se revelando, entre outros aspectos, uma estratégia poupadora de insumos sintéticos, particularmente os fertilizantes nitrogenados (Sant'anna et al., 2018), e mesmo de fontes orgânicas como os estercos e os farelos vegetais. Não obstante, espécies de outras famílias botânicas são também empregadas com sucesso na prática da adubação verde ofertando outros benefícios aos agrossistemas (Wutke et al., 2023).

Entre os arranjos populacionais possíveis para o uso de ECS e adubação verde, misturas ou “coquetéis” com diferentes espécies são mencionados e consistem da combinação de plantas de famílias botânicas distintas cultivadas na forma de consórcio (Brandão et al., 2017). Entretanto, ainda há poucos trabalhos científicos verificando a contribuição diferencial desse tipo de estratégia no cultivo de ECS. O conceito que permeia essa técnica é de que as plantas das diferentes famílias consortes apresentam características morfológicas e funcionais, bem como formam associações com organismos edáficos, que estimulam de forma diversa e complementar a ocupação de microhabitats no solo, de forma a suplantarem o caráter

monocultural da prática da adubação verde.

Nesse sentido, o cultivo de uma mistura de ECS pode, hipoteticamente, trazer variados benefícios, como: exploração diferenciada de camadas do solo; formação de associações mutualistas distintas com microrganismos e favorecimento da diversidade de grupos funcionais de organismos do solo; capacidade diferenciada de ciclagem de elementos nutrientes e, conseqüentemente, quantidades acumuladas distintas de nutrientes na fitomassa; taxas de decomposição dos resíduos vegetais distintas com impacto na proteção física do solo e na reinfestação de espécies vegetais de ocorrência espontânea (Almeida et al., 2007). Portanto, formular, caracterizar e quantificar o benefício de arranjos com misturas de ECS se reveste de etapa de estudo primordial antecedendo à disseminação junto aos agricultores.

Diante do exposto, a hipótese formulada neste trabalho é que o emprego de uma mistura de plantas de cobertura de solo, semeadas em sulcos ou a lanço, consorciada ao milho promove a cobertura do solo e não prejudica a produtividade de grãos deste cereal. Neste sentido, objetivou-se avaliar o desempenho fitotécnico de espécies utilizadas para cobertura do solo e adubação verde, semeadas em mistura com distintos arranjos espaciais de plantio, consorciadas ou não ao milho e submetidos ao manejo orgânico.

## MATERIAL E MÉTODOS

### • Caracterização da Área

O presente trabalho foi conduzido no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), comumente chamado de 'Fazendinha Agroecológica Km 47', no município de Seropédica, região da Baixada Fluminense, RJ. A 'Fazendinha' é um espaço dedicado ao ensino, à pesquisa e a construção social de conhecimentos em agroecologia e produção orgânica, planejada tendo como base a integração entre a produção vegetal e animal, envolvendo plena diversificação de cultivos e criações (Almeida et al., 2003; Neves et al., 2005). Este espaço físico situa-se a uma altitude média de 33 metros, com uma área de aproximadamente 80 hectares (Dias, 2007). O clima é caracterizado como quente e úmido e classificado, segundo Köppen, como Aw, com o predomínio de altas temperaturas no verão e amenas no inverno. Durante o período experimental a temperatura média foi de 27 °C e a taxa de precipitação pluviométrica foi de cerca de 250 mm.

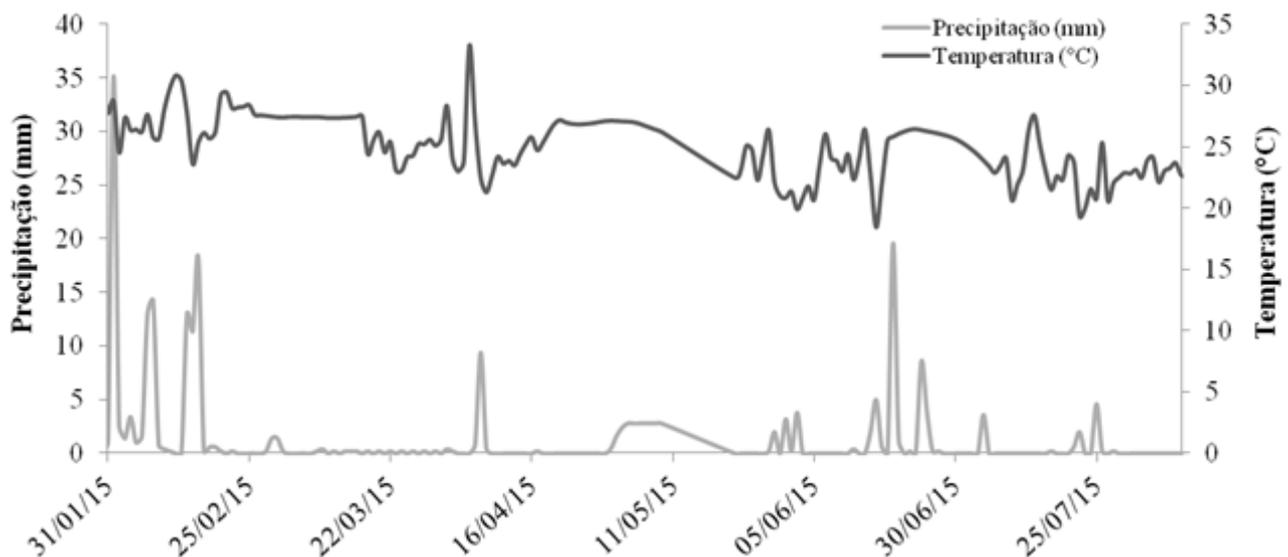
O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (Santos et al., 2018), cuja análise química de amostras de terra, retiradas na camada de 0- 20 cm, foi realizada conforme procedimentos preconizados por Nogueira e Souza (2005) revelando os seguintes resultados: pH (H<sub>2</sub>O) = 6,15; Al<sup>+++</sup> = 0,00 cmol<sub>c</sub>

$\text{dm}^3$ ;  $\text{Ca}^{++} = 2,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{++} = 0,96 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+ = 72 \text{ mg dm}^{-3}$  e P disponível =  $49 \text{ mg dm}^{-3}$ .

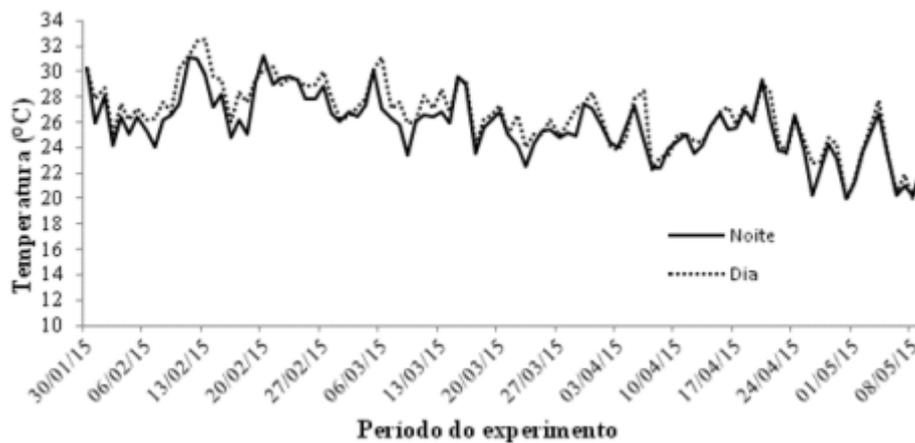
- **Planejamento Experimental**

Inicialmente, foram definidas as espécies que comporiam a mistura de ECS, definindo-se estratégias para a semeadura a partir de dois arranjos espaciais de plantio, contemplando ou não cultivos consorciados ao milho. O trabalho foi implantado em uma área total de cerca de  $536 \text{ m}^2$ , sendo a dimensão de cada parcela correspondente a  $18 \text{ m}^2$  ( $4,0 \times 4,5 \text{ m}$ ). O Delineamento estatístico adotado constou de cinco tratamentos distribuídos em blocos casualizados completos com quatro repetições, totalizando vinte e quatro parcelas.

A área experimental foi irrigada por aspersão, de acordo com as condições climáticas durante o período de condução do experimento. Os dados meteorológicos relativos à temperatura média do ar, à taxa de precipitação pluviométrica e as temperaturas diurnas e noturnas máximas durante o período experimental foram coletados com o auxílio da Rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir da Estação Ecologia Agrícola localizada no município de Seropédica, RJ, cujas coordenadas são  $22^\circ 45' 13'' \text{ S}$  e  $43^\circ 40' 23'' \text{ W}$ , na altitude de  $34,0 \text{ m}$  (**Figuras 1 e 2**).



**Figura 1.** Valores de temperatura média e precipitação pluviométrica no período de condução do experimento. Dados obtidos da Estação Ecologia Agrícola, Seropédica - RJ (INMET, 2015).



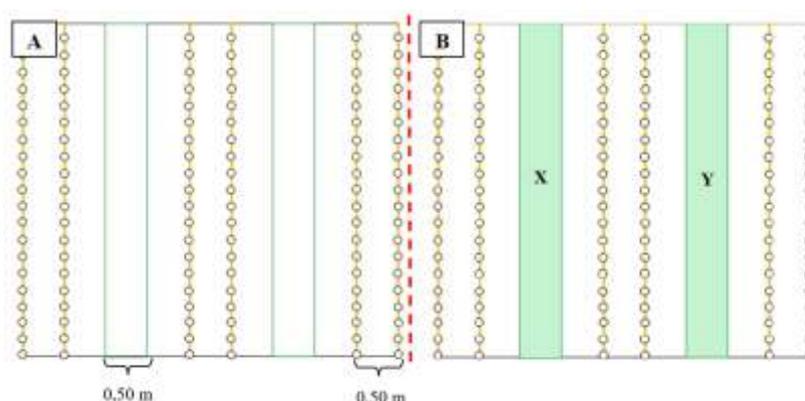
**Figura 2.** Valores de temperatura diurna e noturna máximas no período de condução do experimento. Dados coletados da Estação Ecologia Agrícola, Seropédica – RJ (INMET, 2015).

O trabalho experimental foi conduzido entre o período de 30 de janeiro a 09 de maio de 2015, quando foram colhidos os grãos do milho e feito o corte das ECS e do milho. A mistura das espécies de cobertura foi formada de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e girassol (*Helianthus annuus*). Os cinco tratamentos constaram de: ECS semeadas a lanço; ECS semeadas em sulcos; ECS semeadas em sulcos consorciadas ao milho; ECS semeadas a lanço consorciadas ao milho; monocultivo de milho.

- **Implantação e condução do trabalho experimental**

O preparo do solo foi feito por meio das operações mecanizadas de gradagem e abertura de sulcos de plantio. O milho foi semeado no sistema de fileiras duplas, espaçadas de 0,50 m entre si e distante de 1,50 m entre cada conjunto de fileiras duplas. A população de milho após o desbaste foi de cinco plantas por metro linear, o que equivaleu a uma população de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A mistura das ECS foi semeada obedecendo a dois arranjos espaciais, tanto no consórcio com o milho, ocupando as entrelinhas, quanto no cultivo sem o milho. As semeaduras foram realizadas em linhas no sulco de plantio e a lanço (Figura 3), a depender do tratamento.



**Figura 3.** Desenho esquemático das parcelas experimentais exemplificando o plantio da mistura de adubos verdes semeada nos sulcos (A) e semeada a lanço (B) entre linhas de milho semeado em fileiras duplas. As letras X e Y representam a área onde a mistura foi semeada a lanço. A linha tracejada separa as parcelas (A) e (B).

No plantio realizado em linhas, o espaçamento utilizado compreendeu 0,50 m entre os sulcos. Tanto a semeadura da mistura a lanço quanto em sulcos, adotou-se a densidade de 10 g de sementes  $m^{-2}$ , equivalente a  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ . Dez dias após a germinação realizou-se o desbaste das espécies mantendo-se a mesma proporção de indivíduos. Desta forma, a densidade aproximada foi mantida em sete plantas  $m^{-2}$  por espécie presente na mistura. Por ocasião da semeadura, tomou-se o cuidado quanto à distribuição das sementes tendo em vista as distintas massas de cada espécie, de forma que o feijão-de-porco foi distribuído primeiramente, sendo as sementes cobertas manualmente com o auxílio de sacho. Posteriormente, procedeu-se à semeadura do girassol, seguido da crotalária. Para os cálculos da proporção equivalente do número de indivíduos da mistura, as estimativas foram baseadas na massa de 100 sementes de cada espécie.

Realizou-se a adubação orgânica apenas do milho, sete dias antecedendo à semeadura. O fertilizante utilizado foi o composto farelado fermentado do tipo “bokashi” (teor de N total de  $35 \text{ g kg}^{-1}$ ), confeccionado a partir de uma mistura de farelo de trigo e farelo de mamona (60:40 % p/p) inoculada com solução de microrganismos, conforme descrito por Siqueira e Siqueira (2013), de origem comercial (Embiotic<sup>®</sup>). Esta mistura foi acondicionada e compactada em galões plásticos com capacidade para  $100 \text{ dm}^3$ , sendo fechados de forma hermética. A dose empregada foi de  $200 \text{ g m}^{-1}$  linear, porém, após a correção da massa relativa ao teor de umidade, a quantidade aplicada equivaleu a  $286 \text{ g m}^{-1}$  linear do composto fermentado.

Os tratos culturais adotados foram realizados respeitando-se as normas técnicas relativas à legislação brasileira da produção orgânica. O controle de plantas espontâneas foi efetuado apenas nas linhas onde o milho foi cultivado, por meio de capina manual, sendo a primeira operação feita aos treze dias após a semeadura. O controle fitossanitário foi necessário para o controle de lagartas do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*), utilizando-se produto comercial formulado com *Bacillus thuringiensis*, na concentração de 5%, empregando-se dose equivalente a  $200 \text{ L ha}^{-1}$ . A aplicação foi localizada nas folhas não totalmente expandidas (“cartucho”).

A colheita do milho se deu aos 99 dias após a semeadura, tendo em vista que a variedade utilizada é de ciclo superprecoce. Quatro dias após a colheita, tanto as plantas de milho quanto as plantas de cobertura do solo foram trituradas com o auxílio de um triturador vegetal (Triton<sup>®</sup>) acoplado ao trator. Os restos vegetais

triturados foram mantidos sobre a superfície do solo.

### Avaliações

O acompanhamento do crescimento das plantas até a cobertura total do solo foi feito por meio da tomada de imagens fotográficas ao 01, 07, 12, 17, 20, 28, 35, 41 e 47 dias após a semeadura (DAS). As imagens foram tomadas perpendicularmente ao plano do solo, à altura do peito, abrangendo uma área delimitada por um quadro confeccionado com polivinil carbonato com dimensões de 0,5 x 1,0 m (0,5 m<sup>2</sup>) e, no horário compreendido entre 7h30 e 9h30, de forma a atenuar os efeitos decorrentes do sombreamento.

Após a tomada das imagens no campo, determinou-se a taxa de cobertura do solo proporcionada pela mistura de plantas de cobertura (feijão-de-porco, crotalária juncea e girassol) com o auxílio do algoritmo “Serobin”, desenvolvido por Varella et al. (2002). Esta sequência foi executada por meio do programa computacional MATLAB (Cruz et al., 2008), tendo como princípio a função binária baseada na função discriminante de Fisher. Anteriormente ao processamento das imagens com o auxílio do programa “Serobin”, foi necessário recortar as imagens eliminando o quadro de polivinil carbonato que delimitava a área coberta pelas plantas.

Posteriormente ao processamento das imagens, geraram-se imagens gráficas formadas de curvas compreendendo às taxas de cobertura do solo determinadas pelos tratamentos. As curvas foram ajustadas de acordo com a função Logística [ $A / (1 + B^{-C \times DAS})$ ] (programa SAEG), por apresentar melhor distribuição dos dados observados, tendo como base o maior grau de significância dos coeficientes e da função.

A determinação da produtividade de fitomassa de parte aérea das ECS se deu por ocasião da colheita do milho. A quantificação foi feita por meio da coleta de duas subamostras da parte aérea das plantas na área útil da parcela, com o auxílio de um quadro com área interna de 0,5 m<sup>2</sup> (0,5 x 1,0 m). As amostras de fitomassa aérea foram pesadas anteriormente e, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, permanecendo até alcançar massa constante. Após a secagem e pesagem do material seco, as amostras foram levadas para a trituração, feita em moinho de faca tipo Willey. As amostras foram então armazenadas em recipientes plásticos e, posteriormente, encaminhadas à análise química laboratorial para determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), de acordo com os métodos descritos por Nogueira e Souza (2005).

Na fase de maturidade fisiológica do milho, foram coletadas cinco plantas de milho perfazendo área de 0,5 m<sup>2</sup> (0,5 x 1,0 m) na região central de cada tratamento para se quantificar a produção de fitomassa aérea e verificar os teores de nutrientes

(N, P, K, Ca e Mg), isto logo após a colheita das espigas. Seguiu-se a mesma metodologia para auferir a fitomassa de parte aérea e o teor nutricional das ECS. Nas espigas, determinou-se a produtividade de grãos,

A fitomassa da parte aérea das espécies espontâneas foi coletada na mesma ocasião da tomada das imagens fotográficas, utilizando-se o mesmo quadro de 0,25 m<sup>2</sup>. No momento da coleta da fitomassa, foi realizada a identificação das espécies espontâneas, e posterior cálculo da frequência de ocorrência de acordo com a fórmula:  $F = \frac{\text{n}^\circ \text{ de parcelas ocupadas}}{\text{n}^\circ \text{ total de parcelas}}$ , apresentadas por Greig-Smith (1983). As amostras de fitomassa aérea foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65 °C permanecendo até alcançar massa constante para a determinação da matéria seca.

#### · **Procedimentos Estatísticos**

Foi realizada a análise de variância dos dados coletados com auxílio do teste F e a probabilidade adotada para a significância foi definida no nível de 5%. Após a verificação da significância, as médias dos tratamentos para cada variável determinada foram comparadas com auxílio do teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). As análises estatísticas foram processadas por meio do software ASSISTAT (7.7 beta, versão 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### · **Taxas de cobertura do solo**

Com a finalidade de avaliar o comportamento das espécies de cobertura do solo (ECS) em diferentes arranjos e sementeiras, tendo como controle o pousio, foi feito o acompanhamento da cobertura vegetal. A Fig. 4 apresenta as curvas das taxas de cobertura do solo até os 47 dias após a sementeira (DAS), visto que a partir deste momento, a tomada das imagens fotográficas ficou dificultada pela altura alcançada pelas plantas. As imagens tomadas após este período, então, não seriam fiéis à realidade observada, podendo assim distorcer os resultados finais. Os dados da taxa de cobertura foram ajustados pela função Logística. de 34,0 m (Fig.1 e 2).

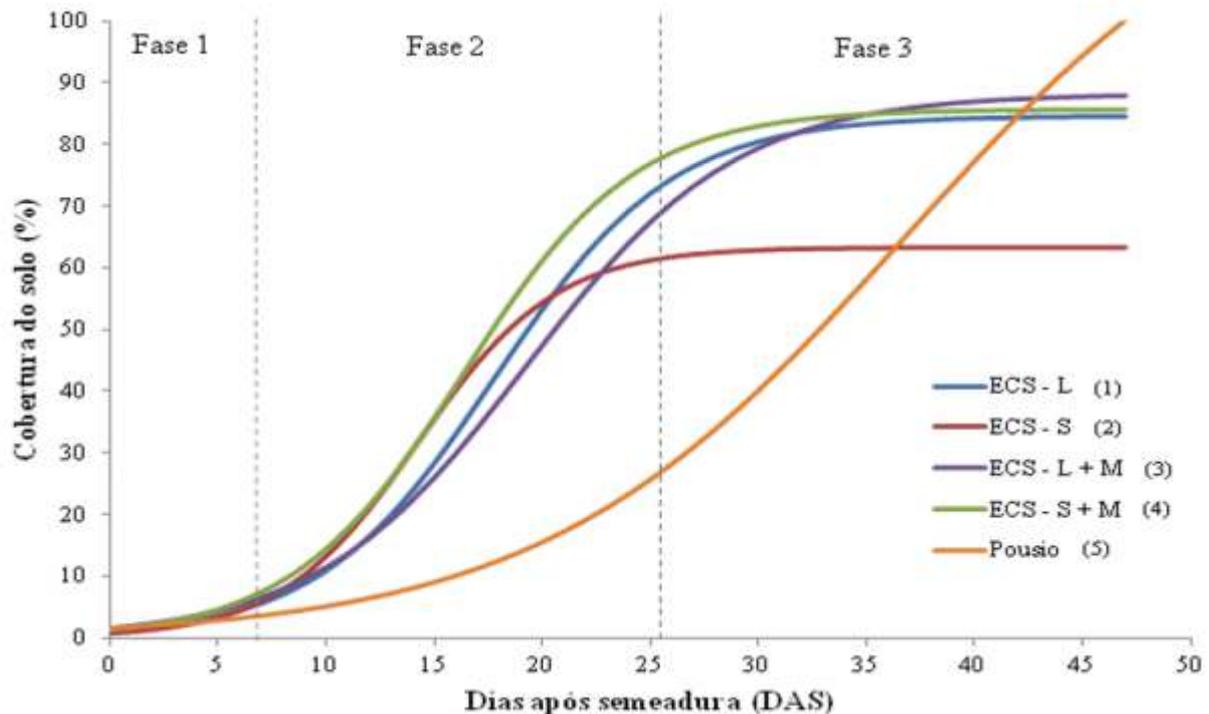


Figura 4. Taxas de cobertura de solo das ECS semeadas em mistura com diferentes arranjos de plantio, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, Seropédica, RJ, 2015. L=lanço; S=sulcos; M=milho.

A determinação da proporção de área coberta de terreno pelas ECS permitiu estimar o crescimento dividindo-o em três fases (Figura 4): Fase 1: considerada pela menor velocidade na cobertura do solo, pelo desenvolvimento inicial lento, denominada como fase Lag; Fase 2: caracterizada como período de maior desenvolvimento e velocidade na cobertura do solo pelas espécies, denominada fase de crescimento exponencial ou fase Log; Fase 3: momento de estabilização no desenvolvimento das espécies, considerada fase estacionária (Alvarenga et al., 1995).

Como o momento crítico quanto à competição com a vegetação de ocorrência espontânea e a susceptibilidade à erosão está associada à fase inicial do desenvolvimento das culturas, torna-se importante, então, considerar e determinar o tempo necessário para atingir 50% de cobertura do solo ( $t_{1/2}$ ) (Pereira, 2007). A partir dos parâmetros das equações ajustadas para cobertura do solo (Tabela 1), verificou-se que os quatro tratamentos que continham as ECS apresentaram maiores velocidades na cobertura do solo em contraste com o pousio. Nota-se em ordem crescente quanto aos valores de  $t_{1/2}$  os tratamentos ECS - S + M; ECS - S; ECS - L; ECS - L + M e o pousio, apresentando valores, respectivamente, de 18, 19, 20, 21 e 32 dias após semeadura.

As diferenças de tempo necessário para atingir 50% de cobertura do solo, um valor médio de aproximadamente 13 dias entre os tratamentos contendo as ECS e o pousio

(Tabela 1), são de grande relevância pelo fato de as plantas se encontrarem na fase inicial de estabelecimento e de maior competição com a vegetação espontânea. Roman Júnior et al. (2023) relatam que a velocidade com que a cobertura do solo se dá, tem grande influência no processo erosivo, visto que no período inicial de crescimento das espécies o solo se encontra mais suscetível as intempéries que provocam tal processo.

**Tabela 1.** Parâmetros estimados a partir da função logística para as taxas de cobertura de solo proporcionadas pelas ECS semeadas em mistura, em diferentes arranjos de plantio, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, Seropédica, RJ, 2015.

Tratamento <sup>2</sup>	Parâmetros função logística <sup>1</sup>				
	A	B	C	R <sup>2</sup>	t ½ (dias) <sup>3</sup>
ECS – L	0,84679	76,42826	0,24337	0,96	20
ECS – S	0,63179	87,72021	0,31415	0,84	19
ECS - L + M	0,88118	51,58984	0,20487	0,94	21
ECS - S + M	0,85606	59,58295	0,25022	0,93	18
Pousio	1,30000	79,11462	0,11884	0,96	32

<sup>1</sup> Taxa de cobertura (%) =  $A / (1 + B^{-C \times DAS})$ , <sup>2</sup> ECS= espécie de cobertura de solo, L= lanço, S= sulcos; M= milho; <sup>3</sup> t ½ = tempo necessário para atingir 50% de cobertura do solo.

O manejo mais recomendado para a proteção e a conservação do solo, como relatado por Alvarenga et al. (1995) é manter a superfície do solo coberta, seja por meio de coberturas vivas, ou mortas de origem vegetal ou sintética. Estes autores avaliando ECS individualmente, entre elas o feijão-de-porco e a crotalária, relataram que o feijão-de-porco foi a espécie que mais se destacou, cobrindo 35% do terreno aos dez dias após a emergência.

Resultados apresentados por Finholdt et al. (2009) revelaram que a crotalária juncea apresentou 77,5% de taxa de cobertura do solo aos 45 DAS. Meschede et al. (2007), por meio de observação visual, destacaram que a taxa de cobertura de solo da crotalária juncea alcançou 96,62%, aos 90 DAS. Sodrê Filho et al. (2004) detectaram taxas de cobertura de solo, aos 30 DAS, de girassol e de crotalária juncea, respectivamente, de 16 e 28%. Duarte Júnior (2006) avaliando diferentes ECS cultivadas para formação de palhada para o plantio direto na região Norte Fluminense relatou taxas de cobertura do solo, aos 35 dias após a emergência, de 87, 75 e 15%, respectivamente, para crotalária juncea, feijão-de-porco e vegetação espontânea. Este autor discute que as expressivas taxas de cobertura do solo promovidas pelas fabáceas se devem ao fato de a semeadura ser realizada no período de novembro a março, obedecendo o zoneamento agrícola regional.

Em trabalho conduzido com duas fabáceas herbáceas perenes, galáxia e cudzu tropical, semeadas em dois espaçamentos entre sulcos de plantio (25 e 50 cm) e quatro densidades de plantas (5, 10, 15 e 20 plantas m<sup>-1</sup> linear), Perin et al. (2004b) concluíram que a combinação mais adequada para obter a plena cobertura do terreno foi no espaçamento de 25 cm entre sulcos e na densidade de 10 plantas m<sup>-1</sup> linear; nesta combinação, os autores destacaram que estas espécies alcançaram 50% de cobertura, respectivamente, aos 62 e 68 dias. Tendo em vista o

fato do estudo de Perin et al. (2004b) ter sido conduzido com espécies perenes, isso explica a menor velocidade de cobertura do solo do que as espécies anuais avaliadas no presente estudo.

- **Produtividade de fitomassa fresca e seca e composição elementar da parte aérea das espécies de cobertura do solo**

A determinação da produtividade da fitomassa da parte aérea das ECS se deu aos 99 dias após a semeadura (Tabela 2). De modo geral, as produtividades de fitomassa fresca e seca dos tratamentos que compunham as ECS avaliadas para cada espécie e no que se refere ao somatório (total) da mistura, não foram influenciadas pelas formas como foram semeadas (a lanço ou em sulcos) e nem pela presença do milho em consórcio, exceto quanto ao girassol. Todavia, observou-se que os valores de produtividade de fitomassa aérea do milho no cultivo consorciado foi menor do que no monocultivo.

Torna-se interessante destacar que as ECS em consórcio, mesmo apresentando metade da população quando cultivadas sem o milho, não foram verificadas diferenças quanto à produtividade de fitomassa seca do feijão-de-porco e da crotalária juncea. Este resultado não era esperado e uma hipótese para explicar o fenômeno é o fato do milho, cuja semeadura foi feita em sistema de fileiras duplas espaçadas entre si de 1,5 m ter conferido condições ambientais mais favoráveis ao crescimento das duas fabáceas estudadas. Quanto ao girassol, notou-se uma queda na produtividade na presença do milho, porém apenas quando a semeadura foi feita em sulcos. Em relação ao milho, no cultivado consorciado, notou-se que os valores de produtividade de fitomassa fresca e seca foram menores do que no monocultivo.

Evidenciou-se desta forma que o desempenho desta variedade de milho, no que se refere à produtividade de fitomassa de parte aérea, no cultivo consorciado foi negativamente influenciada pelas ECS, provavelmente em decorrência da competição, cujo fator determinante não foi presentemente determinado face às características e objetivos do desenho experimental adotado. No milho em monocultivo, observou-se que a produtividade de fitomassa seca foi maior em até 2,9 Mg ha<sup>-1</sup>, quando comparada a este cereal nos consórcios com as ECS, equivalendo a uma redução média nos consórcios de 52%. No entanto, deve-se destacar que as produtividades totais de fitomassa seca dos cultivos consorciados foi maior do que no monocultivo do milho.

**Tabela 2.** Produtividade de fitomassa fresca e seca de parte aérea individual e total das ECS semeadas em mistura, em diferentes arranjos de plantio, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, Seropédica, RJ, 2015.

Tratamento <sup>1</sup>	Produtividade fitomassa parte aérea fresca (Mg ha <sup>-1</sup> )				
	Feijão de porco	C. juncea	Girassol	Milho	Total
ECS – L	14,1 A <sup>2</sup>	18,5 A	0,6 A		33,1 A
ECS – S	19,6 A	18,3 A	0,8 A		38,6 A
ECS - L + M	16,1 A	13,8 A	0,8 A	7,2 B	37,8 A
ECS - S + M	16,6 A	13,1 A	0,2 B	6,3 B	36,2 A

<b>Monocultivo milho</b>				12,7 A	12,7 B
CV (%)	15	25	19	18	15
<b>Produtividade fitomassa parte aérea seca (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>					
<b>Tratamento</b>	<b>Feijão-de-porco</b>	<b>C. juncea</b>	<b>Girassol</b>	<b>Milho</b>	<b>Total</b>
ECS - L	3,9 A	6,6 A	0,5 A		11,1 A
ECS - S	5,2 A	7,2 A	0,6 A		13,0 A
ECS - L + M	4,4 A	5,3 A	0,7 A	3,1 B	13,4 A
ECS - S + M	4,2 A	4,5 A	0,2 B	2,8 B	11,7 A
<b>Monocultivo milho</b>				5,7 A	5,7 B
CV (%)	16	23	21	27	16

<sup>1</sup>ECS= espécie de cobertura de solo; L= lanço; S= sulcos; M= milho. <sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A produtividade de fitomassa seca das espécies estudadas não chegou as produtividades citadas por Wutke et al. (2014) através de uma compilação de vários trabalhos científicos realizados particularmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Para feijão-de-porco, crotalária juncea, girassol e milho cultivados em monocultivo foram encontrados valores, respectivamente, de 5-8; 10-15; 2-12 e 6 Mg ha<sup>-1</sup>. Pereira e Lobato (1991) citado por Burle et al. (2006), relataram que o feijão-de-porco, nas condições do bioma Cerrado, quando semeado no final da estação chuvosa (fevereiro), em associação com o milho, obteve produtividade média de 2,8 Mg ha<sup>-1</sup>. Estes autores acrescentam ainda que devido a habilidade competitiva do feijão-de-porco, a produtividade de matéria seca é pouco afetada quando cultivado no final do período chuvoso.

Por outro lado, a crotalária juncea é sensível a variações do fotoperíodo, o que resulta em produtividades de fitomassa maiores na semeadura de outubro (Oliveira et al., 2016), novembro e dezembro (Goulart et al., 2021). Pereira (2007), realizando o cultivo de crotalária juncea no período de primavera-verão na região da Baixada e no Centro Sul Fluminense, detectou produtividades de, respectivamente, 17,6 Mg ha<sup>-1</sup> e 13,3 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de parte aérea. O mesmo autor cultivando no outono-inverno nas condições da Baixada Fluminense relatou valores de 5,8 Mg ha<sup>-1</sup> de produtividade de fitomassa seca de crotalária juncea.

No que diz respeito ao desenvolvimento do girassol, em todos os tratamentos, deve-se relatar que esta espécie mostrou crescimento aquém do esperado, o que resultou na baixa produtividade de fitomassa de parte aérea. Em adendo, detectou-se ataque de *Chlosyne lacinia saundersii* (lagarta do girassol), que também contribuiu para o baixo rendimento de fitomassa observado para esta ECS. Gazzola et al. (2012) salienta que o girassol é insensível ao fotoperíodo; no entanto, algumas variedades podem se comportar como plantas de dias curtos e outras de dias longos e, ainda outras, neutras ou indiferentes. No caso da variedade utilizada, Cadorin (2010) concluiu que este genótipo é influenciado pelas épocas de plantio, sendo recomendada a fase das águas (meses de outubro a dezembro), ao passo que, épocas de

semeadura mais tardias acarretam no menor desenvolvimento das plantas.

Em relação à variedade milho utilizada, BRS Caatingueiro, as informações disponíveis sobre o desempenho fitotécnico na região sudeste, em especial na região da Baixada Fluminense são escassas. Por outro lado, Brito et al. (2012) realizando um estudo sobre a influência do preparo do solo no desempenho desta variedade de milho no semiárido nordestino, relatam um valor de produtividade média de matéria seca de parte aérea de  $0,34 \text{ Mg ha}^{-1}$ , adotando a mesma população utilizada no presente trabalho.

Os aspectos agrometeorológicos como a radiação solar, a taxa de precipitação pluviométrica e a temperatura do ar são variáveis que influenciam tanto a produção de grãos, quanto de fitomassa de parte aérea da cultura do milho (Cruz et al., 2011). Temperaturas do ar diurnas, em torno de  $25^\circ$  a  $30^\circ \text{C}$ , e noturnas entre  $16^\circ \text{C}$  e  $19^\circ \text{C}$  são consideradas ideais para a cultura. Temperaturas além destes limites podem alterar o ciclo e causar perda de rendimento. Em adendo, temperaturas noturnas altas podem comprometer a produtividade de grãos, visto que as plantas passam a apresentar altas taxas de respiração, o que acarreta no consumo de parte dos fotoassimilados acumulados durante o dia metabolizados na fotossíntese (Cruz et al., 2011).

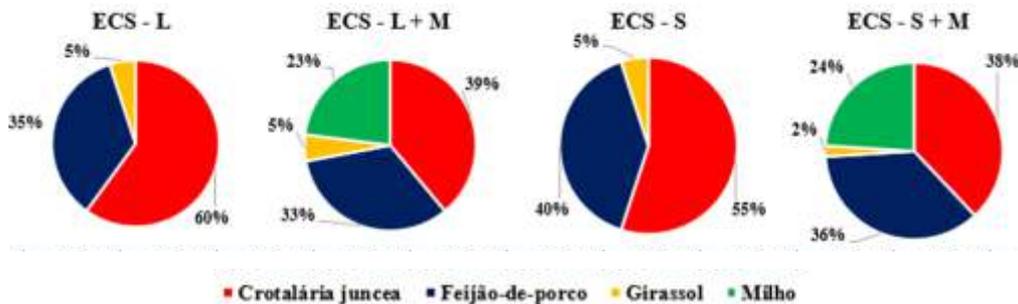
Os valores das temperaturas médias diurnas e noturnas durante o período de condução do trabalho experimental encontram-se na Figura 5. Nota-se uma estreita variação entre as temperaturas médias durante o período diurno e noturno, constatando-se também altos valores de temperatura noturna. Analisando-se os 100 dias de período experimental, ocorreram cerca de 80 dias com temperaturas médias noturnas superiores a  $24^\circ \text{C}$ , e em 10 dias ocorreram temperaturas médias diurnas superiores a  $30^\circ \text{C}$ . Tais fenômenos de caráter agrometeorológico auxiliam no entendimento dos rendimentos de grãos de milho observados neste trabalho.

O milho pode ser recomendado para a utilização como ECS por sua aptidão para produzir quantidades apreciáveis de fitomassa de parte aérea e capacidade de ciclagem de nutrientes, particularmente de K, além de os grãos contribuírem para autonomia da dieta e incrementarem a renda monetária do agricultor. No presente trabalho não foi detectada diferença quanto à produtividade de grãos entre os tratamentos estudados alcançando-se valor médio de  $1,67 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Cumpre também salientar o papel da palhada do milho para o equilíbrio da relação carbono/nitrogênio (C/N) do material vegetal depositado na superfície do solo após a roçada dos consórcios com as ECS.

Tendo em vista que a palhada das poáceas apresenta geralmente maior relação C/N do que das fabáceas, esta relação nas palhadas originadas dos consórcios com a presença do milho terá misturas de tecidos vegetais com baixa e alta relação. Considerando que palhadas com alta relação C/N apresentam menor velocidade de decomposição e, portanto, contribuem para ampliar o tempo de permanência da palhada cobrindo o terreno e, paralelamente, disponibilizam a maioria dos nutrientes essenciais mais lentamente e (Silveira et al., 2020), a presença do milho, bem como a do girassol nos consórcios avaliados neste trabalho

possivelmente favorecerão a proteção do solo.

As contribuições relativas das ECS no que concerne a produtividade de fitomassa de parte aérea encontram-se ilustradas na figura 5.



**Figura 5.** Produtividade de fitomassa seca acumulada das espécies de cobertura do solo e do milho em termos percentuais de cada tratamento, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, Seropédica, RJ, 2015. ECS = espécie de cobertura do solo; L=lanço; S=sulcos; M= milho.

Observa-se que os rendimentos relativos das ECS que compõem as misturas, na ausência do milho, são indicativos da preponderância da crotalária juncea em relação às outras duas espécies e do feijão-de-porco em relação ao girassol, o que evidencia a maior habilidade competitiva da crotalária nas condições edafoclimáticas deste estudo (Figura 5). Em contrapartida, na presença do milho pode-se observar a queda relativa da contribuição da crotalária, porém, a inserção do milho na lógica de um sistema de manejo da adubação verde contribui de forma efetiva, como já destacado, com a introdução de palhada após a roçada das espécies com alta relação C/N, além de possibilitar auferir renda monetária associada à produção de grãos.

Deve-se salientar que a presença de milho nos consórcios, independentemente de a semeadura da mistura das ECS ser a lanço ou em sulcos, provocou redução relativa na produtividade de fitomassa seca de parte aérea de crotalária juncea, contudo, sem influenciar a produtividade absoluta desta fabácea (Tabela 2). Quanto as outras duas espécies (feijão-de-porco e girassol), as variações proporcionais foram relativamente pequenas por ocasião da inclusão do milho no consórcio (Figura 5). No que diz respeito ao feijão-de-porco, um aspecto notado no campo foi o fato de esta espécie ter alterado o hábito de crescimento devido, possivelmente, à competição por luz, apresentando caules volúveis, o que possibilitou aproveitar as plantas de milho como tutores.

Assim, pode-se destacar dos resultados supracitados que a produtividade de fitomassa fresca e seca não foi afetada em virtude da estratégia de espacialização da semeadura das ECS, e nem foi influenciada pela presença do milho cultivado em consórcio. Outro importante aspecto da utilização das ECS, além do aporte de matéria orgânica na forma de fitomassa, é a capacidade de ciclagem de nutrientes. A fitomassa dessas espécies pode apresentar elevados teores de nutrientes, sobretudo de N, mas também de outros elementos essenciais. A disponibilização desses elementos nutrientes em determinado sistema de produção beneficia as culturas comerciais cultivadas em sucessão ou, simultaneamente, a depender do manejo das

ECS, também em consórcio.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados, respectivamente, os teores e as quantidades acumuladas dos macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) analisados neste trabalho, sendo determinados por ocasião da coleta da parte aérea das ECS e da colheita de grãos de milho. Em relação aos teores presentes na parte aérea das diferentes espécies, os valores de N, P e K encontram-se, via de regra, dentro das faixas reportadas na literatura (Calegari et al., 1992a; Carvalho et al., 1999; Mascarenhas; Wutke, 2014), exceto no caso do girassol em que se detectaram teores mais baixos de N e P nos tratamentos ECS - L e ECS - S + M. No que se refere ao K, valor menor foi encontrado no tratamento ECS - S. Quanto ao Ca e Mg, todos os tratamentos apresentaram valores abaixo dos apresentados na literatura supracitada. Na parte aérea do milho observaram-se valores de N, P e K abaixo dos teores reportados na literatura (Calegari et al., 1992a; Carvalho et al., 1999; Mascarenhas; Wutke, 2014).

Importante salientar que no caso das leguminosas (feijão-de-porco e crotalária juncea) particularmente os teores de N foram elevados, sendo, como destacado na literatura, que alta proporção deste elemento presente no tecido vegetal é derivada da atmosfera, como consequência do processo de fixação biológica do N<sub>2</sub> (FBN). Sant'anna et al. (2018) reportaram que a FBN pode ser responsável por até aproximadamente 85% do N total acumulado nas leguminosas utilizadas para adubação verde, principalmente em solos com baixos teores de N disponível.

Contudo, Perin et al. (2004a) relataram que a proporção do N presente na fitomassa de crotalária juncea derivado da FBN alcançou um valor inferior, de cerca de 60% do N total acumulado, similarmente ao observado por Resende (2000) e Paulino (2008). Ao passo que, valores mais elevados foram detectados por Pereira (2007), em cultivo conduzido nas condições da Baixada Fluminense no período de outono-inverno, alcançando 89 % do N total presente na parte aérea de crotalária juncea.

Tratamento <sup>1</sup>	Espécies de cobertura de solo			
	Feijão-de-porco	Crotalária	Girassol	Milho
	Teor nutriente -----g kg <sup>-1</sup> -----			
	Nitrogênio (N)			
ECS - L	38,70 A <sup>2</sup>	28,45 A	9,55 B	
ECS - S	39,35 A	29,85 A	15,00 A	
ECS - L + M	34,35 A	33,05 A	13,55 A	1,16
ECS - S + M	43,20 A	29,95 A	8,05 B	1,29
Monocultivo	---	---	---	1,19
CV (%)	8	13	18	14
	Fósforo (P)			
ECS - L	2,42 A	2,77 A	1,32 B	
ECS - S	2,27 A	2,42 A	2,76 A	
ECS - L + M	2,13 A	2,51 A	1,76 B	1,00
ECS - S + M	2,42 A	2,48 A	0,62 C	1,06
Monocultivo	---	---	---	1,14
CV (%)	15	12	30	32

<b>Potássio (K)</b>				
ECS – L	26,77 A	13,01 A	32,17 A	
ECS – S	24,25 A	12,77 A	18,89 A	
ECS - L + M	19,67 B	11,74 A	26,09 A	14,39
ECS - S + M	20,71 B	13,46 A	25,13 A	10,95
Monocultivo	---	---	---	12,93
CV (%)	13	19	25	15
<b>Cálcio (Ca)</b>				
ECS – L	21,65 A	9,06 A	10,24 A	
ECS – S	19,17 A	10,95 A	7,47 A	
ECS - L + M	20,86 A	14,48 A	10,13 A	4,41
ECS - S + M	24,41 A	11,49 A	4,38 B	5,26
Monocultivo	---	---	---	3,24
CV (%)	20	21	29	28
<b>Magnésio (Mg)</b>				
ECS – L	2,77 A	3,29 A	4,76 A	
ECS – S	2,99 A	2,80 A	1,85 B	
ECS - L + M	3,61 A	3,45 A	5,01 A	2,16
ECS - S + M	3,49 A	2,70 A	2,71 B	1,64
Monocultivo	---	---	---	2,03
CV (%)	20	24	25	15

<sup>1</sup>ECS= espécie de cobertura de solo; L= lanço; S= sulcos; M= milho. <sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Quantidades acumuladas de N, P, K, Ca e Mg na parte área das espécies de cobertura de solo e do milho em cada tratamento, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, Seropédica, RJ, 2015.

Tratamento <sup>1</sup>	Espécies de cobertura de solo				
	Feijão-de-porco	Crotalária	Girassol	Milho	Total
	Quantidade acumulada nutriente kg ha <sup>-1</sup>				
<b>Nitrogênio (N)</b>					
ECS – L	154,04 A <sup>2</sup>	186,72 A	5,37 B		346,12 A
ECS – S	202,87 A	206,89 A	9,40 A		419,16 A
ECS - L + M	155,95 A	175,53 A	8,14 A	36,60 B	376,22 A
ECS - S + M	178,00 A	135,09 A	1,48 C	36,40 B	350,97 A
Monocultivo	---	---	---	61,30 A	61,30 B
CV (%)	16	29	30	30	18
<b>Fósforo (P)</b>					
ECS – L	9,37 A	17,80 A	0,73 C		27,89 A
ECS – S	11,53 A	18,28 A	1,73 A		31,54 A
ECS - L + M	9,38 A	13,28 B	1,09 B	3,10	26,85 A
ECS - S + M	10,40 A	11,16 B	0,09 D	3,32	24,97 A
Monocultivo	---	---	---	5,85	5,85 B
CV (%)	21	24	32	50	17
<b>Potássio (K)</b>					
ECS – L	104,03 B	86,24 A	17,09 A		207,36 A
ECS – S	130,44 A	91,60 A	11,84 A		233,88 A
ECS - L + M	89,63 B	60,58 A	21,21 A	44,29 B	215,70 A
ECS - S + M	86,82 B	63,57 A	4,49 A	32,37 B	187,24 A
Monocultivo	---	---	---	75,29 A	75,29 B
CV (%)	17	29	52	35	18
<b>Cálcio (Ca)</b>					
ECS – L	91,48 A	58,81 A	5,58 A		155,87 A
ECS – S	108,58 A	80,10 A	4,68 A		193,36 A

ECS - L + M	92,15 A	71,95 A	6,03 A	12,91 B	183,04 A
ECS - S + M	97,25 A	51,62 A	0,77 B	12,39 B	162,02 A
Monocultivo	---	---	---	20,08 A	20,08 B
CV (%)	27	30	44	22	22
<b>Magnésio (Mg)</b>					
ECS - L	11,43 A	21,31 A	2,82 A		35,56 A
ECS - S	16,47 A	19,82 A	1,16 B		37,45 A
ECS - L + M	14,73 A	20,35 A	3,28 A	6,54 B	44,90 A
ECS - S + M	14,42 A	12,75 A	0,53 B	5,34 B	33,05 A
Monocultivo	---	---	---	11,61 A	11,61 B
CV (%)	20	27	49	30	20

<sup>1</sup>ECS= espécie de cobertura de solo; L= lanço; S= sulcos; M= milho. <sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação às quantidades totais acumuladas de nutrientes na fitomassa aérea, observaram-se tendências semelhantes para todos os macronutrientes essenciais determinados em que o tratamento representado pelo monocultivo de milho resultou menores valores de quantidades acumuladas de N, P, K, Ca e Mg do que nos tratamentos formados pelas ECS, tanto na presença quanto na ausência do consórcio com o milho. Apenas no tratamento ECS - S, a quantidade de K na parte aérea do feijão-de-porco foi maior do que nesta espécie nos demais tratamentos com ECS. Em relação aos demais nutrientes quantificados não foram observadas tais diferenças.

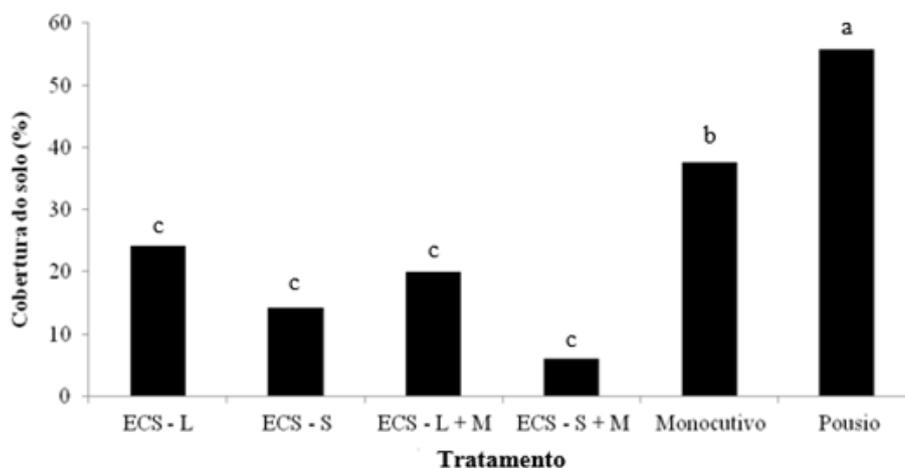
A análise da fitomassa de crotalária juncea não revelou diferenças quanto aos nutrientes N, K, Ca e Mg acumulados na parte aérea, distintamente do observado em relação ao P, entre os cultivos oriundos das sementeiras da ECS em sulcos ou a lanço. Por outro lado, no girassol observou-se um padrão diferente, em que a acumulação de N foi maior nos tratamentos ECS - S e ECS - L + M. Seguindo estes em ordem decrescente foram os ECS - L e ECS - S + M, respectivamente. Com o P, deu-se maior acúmulo com no ECS - S, seguido de ECS - L + M, ECS - L e ECS - S + M. Para o elemento K, as médias dos acúmulos não demonstraram diferenças estatísticas. Analisando as quantidades de Ca, todos os tratamentos apresentaram acúmulos estatisticamente superiores ao ECS - S + M. Em relação ao Mg, os tratamentos ECS - L e ECS - L + M obtiveram médias superiores comparativamente aos ECS - S e ECS - S + M. Para a cultura do milho, foram observadas diferenças estatísticas no N, K, Ca e Mg, onde os maiores resultados foram observados no monocultivo. No caso do P, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

- **Influência das espécies de cobertura do solo na reinfestação de espécies de ocorrência espontânea**

ECS utilizadas com a finalidade de melhorar os atributos químicos e físicos do solo também apresentam alta capacidade de redução da infestação de ervas espontâneas (Monquero; Hirata, 2014), mesmo após o corte e a formação de cobertura morta sobre o solo. Tal controle pode se dar tanto a partir do efeito físico pela restrição à passagem de luz, quanto em decorrência de efeitos aleloquímicos e biológicos (Pitteli; Pitteli, 2004).

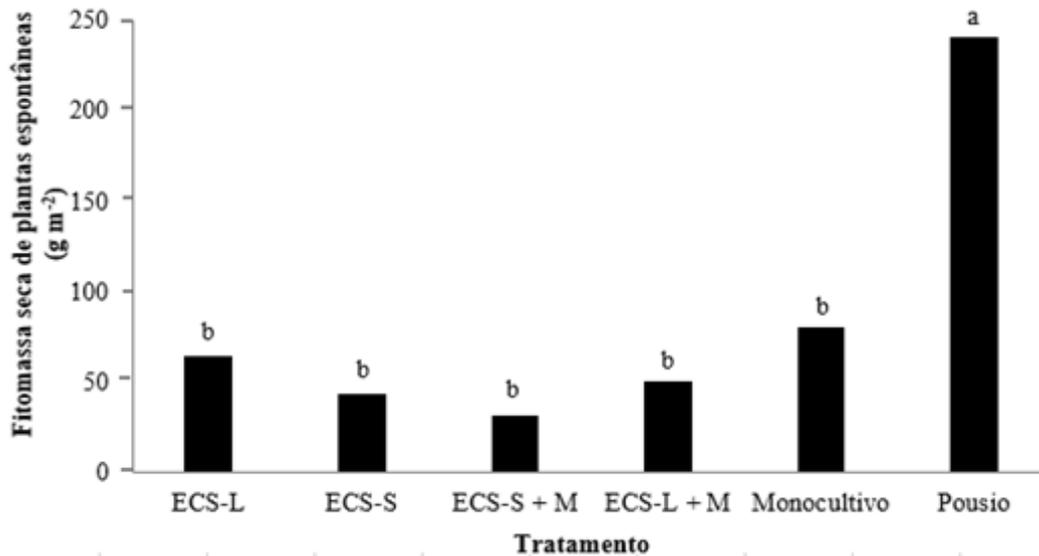
Os valores relativos à proporção de área de terreno coberta pelas espécies que formam a comunidade de plantas de ocorrência espontânea, aos 18 dias após o corte das ECS encontram-se apresentados na Figura 6. Neste período, observaram-se diferenças expressivas em decorrência de os tratamentos que compunham os pré-cultivos com as ECS, independentemente de as misturas serem semeadas a lanço ou em sulcos de plantio, e consorciadas ou não ao milho BRS Caatingueiro.

Pode-se observar que nos tratamentos que continham as ECS a reinfestação exercida pelas espécies que compunham a comunidade de plantas espontâneas cobriram menor superfície de área de terreno do que no monocultivo do milho e com maior expressão na área mantida sob pousio. Este resultado denota a relevância do uso de ECS quanto à reinfestação de espécies que compõem a comunidade de plantas espontâneas, o que é uma forma indireta de agregar benefícios ao agricultor. Cumpre informar que a composição da comunidade infestante foi formada de nove espécies de oito famílias botânicas, a saber: chorão (*Acalypha poiretii*), tiririca (*Cyperus* sp), caruru (*Amaranthus deflexus*), capim colônio (*Panicum maximum*), beldroega (*Portulaca oleracea*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), falsa serralha (*Emilia sonchifolia*), quebra-pedra (*Phyllanthus corcovadensis*) e corda de viola (*Ipomoea acuminata*).



**Figura 6.** Área de terreno coberta pelas espécies representantes da vegetação espontânea após o cultivo e roçada das ECS e do milho, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, Seropédica, RJ, 2015. ECS= espécie de cobertura de solo; L= lanço; S= sulcos; M= milho. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A reinfestação das plantas de ocorrência espontânea após a operação de preparo do solo e o cultivo das ECS, estimada tendo como base o vigor da comunidade formada pelas espécies e expressada a partir da produtividade total de fitomassa seca total da parte aérea da comunidade em coleta realizada aos 18 DAS após o corte das ECS encontra-se na Figura 7.



**Figura 7.** Produtividade total de fitomassa seca da parte aérea das espécies de ocorrência espontânea aos 18 dias após o corte das ECS, nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense, Seropédica, RJ, 2015. ECS= espécie de cobertura de solo; L= lanço; S= sulcos; M= milho. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Detectaram-se quedas expressivas nas quantidades produzidas de fitomassa de parte aérea da comunidade formada pelas espécies de ocorrência espontânea, tanto nos tratamentos formados pelas ECS, quanto no monocultivo do milho, quando comparados à área mantida em pousio. Possivelmente, as diferenças se devem as rápidas taxas de cobertura do solo promovidas pelas ECS (Figura 3) atuando, preponderantemente como barreira física à emergência das plântulas da comunidade de ervas espontâneas, embora efeitos alelopáticos também possam estar associados à inibição da emergência (Constantin, 2001, Santos et al., 2008). No monocultivo de milho, pode-se também destacar que a capina realizada na entrelinha deste cereal deve também ter contribuído para o resultado observado.

Em grande medida, as ECS promovem modificações nos valores de luz incidente, de temperatura e de umidade do solo, afetando as taxas de germinação do banco de sementes (Constantin, 2001). Em adendo, há evidências que o feijão-de-porco apresenta efeito alelopático sobre espécies do gênero *Cyperus* (tiririca) (Calegari et al., 1992a; Wutke et al. 2014). Correa et al. (2014) relatou redução relativa das espécies espontâneas de *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa* e *Digitaria* sp., quando o feijão-de-porco foi cultivado em consórcio com o milho. Souza Filho (2002), concluiu em seu estudo que as sementes e as raízes são as principais fontes de substâncias com efeitos alelopáticos no feijão de porco.

Em contrapartida, Araújo et al. (2007), avaliando a supressão de plantas invasoras por quatro fabáceas herbáceas (mucuna preta, guandu, calopogônio e feijão-de-porco) nas ruas de um sistema de aleias formado de sombreiros (*Clitoria fairchildiana*), relataram que não foram detectadas diferenças na densidade, número

e diversidade de espécies, bem como na produção de fitomassa aérea das espécies invasoras emergidas nos tratamentos com leguminosas, e nem em relação ao controle. Ainda assim, os autores preconizam para sistemas agroecológicos o uso de rotações envolvendo leguminosas, sendo o feijão-de-porco e o guandu mais indicados por tolerarem à seca.

Calegari et al. (1992a) relatam que a *Crotalaria juncea* é uma espécie que apresenta efeito alelopático e/ou supressor expressivo de plantas espontâneas. A principal vantagem desta espécie é apresentar crescimento inicial rápido que resulta em uma rápida cobertura do terreno com efeito supressor das invasoras, além disso, é eficiente no controle de fitonematoides (Jordán, 1955 apud Monegat, 1991; Burle et al., 2006). Meschede et al. (2007), avaliando o efeito supressor de diferentes espécies para cobertura do solo (crotalária, milho, sorgo, milho, mamona) concluíram que as culturas de milho, sorgo e crotalária apresentaram melhores resultados quanto à eficiência no que se refere à cobertura do solo e a supressão de plantas espontâneas.

A utilização do girassol como planta de cobertura do solo em práticas de rotação de culturas e sucessão já é reportada no Brasil há tempos, no entanto, há pouca bibliografia especializada se referindo ao seu potencial na supressão do desenvolvimento de plantas espontâneas (Silva et al. 2011). Calegari et al. (1992a) relata sobre o desenvolvimento inicial lento e a respeito do poder alelopático a invasoras. Silva et al. (2011) avaliando o potencial supressivo de diferentes genótipos e palha de girassol sobre o desenvolvimento de picão preto (*Bidens pilosa*) chegou à conclusão de que a palha de alguns genótipos influencia na velocidade de emergência, além de inibir o crescimento da parte aérea e do sistema radicular da espontânea testada.

Morris e Parrish (1992) também observaram efeitos da palhada do girassol na emergência do trigo cultivado em sucessão. Oliveira (2014) observou em condições de bioensaios de germinação efeito alelopático do girassol sobre a cultura da alface. Corsato et al. (2010) realizando um estudo em casa de vegetação com a aplicação do extrato aquoso das folhas de girassol verificaram o potencial de inibição da palhada do girassol sobre o desenvolvimento de *Bidens pilosa*.

Quanto ao milho, encontram-se informações a respeito de seu efeito alelopático e supressor de plantas espontâneas, bem como de espécies de interesse econômico (França, 2007). Oliveira et al. (2001) constataram o efeito supressor sobre a emergência de plantas invasoras ao adicionarem diferentes quantidades de palhada deste cereal mantidas sobre o terreno, quantificando que a cada tonelada de palhada adicionada aproximadamente 4,0% de redução na ocorrência das plantas espontâneas. Assim sendo, destaca-se que a utilização da mistura das ECS e do milho consorciados também representa benefício relativo à contenção das espécies

representantes da comunidade de plantas de ocorrência espontânea no que se refere a desenhos com cultivos sucessionais potenciais. Contudo, neste trabalho não foi possível avaliar a persistência do referido efeito.

## Conclusões

As espécies de cobertura, feijão-de-porco, crotalária juncea e girassol, semeadas em mistura no período de verão, apresentam taxas de cobertura de solo, independentemente de o plantio ser feito a lanço ou em sulcos, estimadas em função do tempo transcorrido até que 50 % da superfície esteja coberta, do que a população reinfestante da vegetação de ocorrência espontânea que compõe a área mantida em pousio após a operação de preparo do solo nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

As produtividades de fitomassa fresca e seca da parte aérea e as quantidades acumuladas de nutrientes essenciais das espécies de cobertura de solo semeadas no período de verão em misturas formadas pelo feijão-de-porco, crotalária juncea e girassol, independentemente de o plantio ser feito a lanço ou em sulcos, são maiores do que do milho BRS Caatingueiro em monocultivo. Em adendo, o modo de semeadura, a lanço ou em sulcos de plantio, das misturas destas espécies não influencia as variáveis supracitadas, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Nas misturas das espécies de cobertura de solo formadas de feijão-de-porco, crotalária juncea e girassol, independentemente de o plantio ser feito a lanço ou em sulcos no período de verão, a proporção de fitomassa seca de parte aérea produzida pela crotalária é maior do que das demais espécies, sobretudo na ausência do milho BRS Caatingueiro cultivado consorciado, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

A reinfestação das espécies representantes da vegetação espontânea após a operação de preparo de solo é reduzida após o cultivo das misturas de espécies de cobertura de solo formadas pelo feijão-de-porco, crotalária juncea e girassol, independentemente de o plantio ser feito a lanço ou em sulcos no período de verão, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

As produtividades de grãos de milho BRS Caatingueiro, submetido ao manejo orgânico e cultivado em consórcio, não é influenciada pela presença da mistura contendo as espécies de cobertura de solo.

## Referências

ABRANCHES, M. O.; SILVA, G. A. M.; SANTOS, L. C.; PEREIRA, L. F.; FREITAS, G. B. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. *Research, Society and Development*, v.10, n.7, p.e7410716351-e7410716351, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16351>

ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D; GUERRA, J. G. M. Sistema integrado de produção agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 37 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 169).

ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A. Adubação verde. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. de; RESENDE, F. V. (Eds.). Produção orgânica de hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, 308 p.

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*, v.30, p.175-185, 1995.

ARAÚJO, J. C., MOURA, E. G., AGUIAR, A. C. F. e MENDONÇA, V. C. M Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.25, n.2, p.267-275, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000200005>.

BRANDÃO, S. da S.; GIONGO, V.; OLSZEWSKI, N.; SALVIANO, A. M. Coquetéis vegetais e sistemas de manejo alterando a qualidade do solo e produtividade da mangueira. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.10, n.4, p.1079-1089, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v10.4.p1079-1089>.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, A. S. & PEREIRA, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. *Revista Engenharia Agrícola*, v.32, n.1, p.102-109, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162012000100011>.

BURLE, M. L.; CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, p.71-142, 2006.

CADORIN, A. M. R. Desempenho do girassol em diferentes épocas de semeadura na região noroeste do rio grande do sul. 2010. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S. & AMADO, T. J. C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, p.209-327, 1992a.

CARVALHO, A. M. de; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. da. Manejo de adubos verdes no cerrado. Planaltina, DF: Embrapa - CPAC, 1999. 28 p. (Embrapa - CPAC. Circular Técnica, 4).

CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JR., R. S. O.; CONSTANTIN, J. (Coords.). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba, RS: Editora Agropecuária, p.103-121, 2001.

CORREA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; LEMOS J. P.; CONCEIÇÃO, P. M. da. Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. Revista Brasileira de Agroecologia. v.9, n.2, p.160-172, 2014.

CORSATO J. M.; FORTES, A. M. T.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão preto. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.31, n.2, p.353-360, 2010.

CRUZ, E. S.; CARVALHO, D. F.; VARELLA, C. A. A.; SILVA, L. D. B.; SOUZA, W. J.; PINTO, F. A. C. Comparação de classificadores de imagens digitais na determinação da cobertura do solo. Engenharia Agrícola, v.28, n.2, p.237-244, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000200004>.

CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. Introdução. In: CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. (Ed.) Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 338 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

DIAS, J. E. Monitoramento do uso da terra e dos nutrientes do solo no sistema integrado de produção agroecológica utilizando geoprocessamento. 2007. 111 f. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GAZZOLA, A.; FERREIRA J. R.; C. T. G.; CUNHA.; D. A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G. D.; PRIMIANO, I. V.; PESTANA, J.; D'ANDRÉA, M. S. C.; OLIVEIRA, M. S. A cultura do girassol. FEALQ, 2012, 69 p.

GOULART, J. M.; ROCHA, A. A.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S.; GUERRA, J. G. M. Agronomic performance of sweet potato crop in succession to leguminous plants in monocropping and intercropped with corn. Horticultura Brasileira, v.39, p.186-191, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210209>.

GREIG-SMITH, P. Quantitative Plant Ecology. 3. ed. Oxford: Blackwel, 1983. 359 p.

GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E da S.; LEAL, M. A. de A.; ABOUD, A. C. de S.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; NEVES, M. C. P.; RIBEIRO, R. de L. D. 2014. Adubação verde no cultivo de hortaliças. Pag. 241-267. In: LIMA FILHO, OF de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Eds). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília: Embrapa, 2014. v. 2.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Estação meteorológica de observação de superfície automática. 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 05 ago. 2015.

MASCARENHAS, H. A. A.; WUTKE, E. B. Adubação, nutrição e fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento dos adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v.2. p.191-224.

MESCHEDE, D. K.; FERREIRA, A. B.; RIBEIRO JÚNIOR., C.C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. Planta daninha, Viçosa: SBCS, v.25, n.3, p.465-471, 2007.

MONEGAT, C. Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó: Ed. do autor, 1991. 337 p.

MONQUERO, P. A.; HIRATA, A.C. S.; Manejo de plantas daninhas com adubação verde. In: Oscar Fontão de Lima Filho, Edmilson José Ambrosano; Fabrício Rossi; José Aparecido Donizeti Carlos. (Org.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 1 ed. Brasília: EMBRAPA, v.1, p.481-500, 2014.

MORRIS, P. J.; PARRISH, D. J. Effects of sunflower residues and tillage on winter wheat. Field Crops Research, Amsterdam, v.29, p.317-327, 1992.

NEVES, M. C. P.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, S. R. de.; RIBEIRO, R. L. D. Sistema integrado de produção agroecológica ou fazendinha agroecológica do Km 47. In: In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. (Ed.). Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.149-172.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

OLIVEIRA, J. da S. Potencial alelopático em girassol e em braquiária. 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado em recursos genéticos vegetais) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, 2014.

OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, J. C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, n.1, p.37-41. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100005>.

OLIVEIRA, M. W.; OLIVEIRA, T. B. A.; BEZERRA, J. D. C.; OLIVEIRA, A. S. Época da semeadura altera o crescimento e a produção de biomassa da crotalária juncea. I Congresso Internacional das Ciências Agrárias –COINTER. Recife –PE. Anais do I Congresso. 2016. CD.

ONU BRASIL. 2015. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Brasília. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 01 de agosto de 2021.

PAULINO, G. M. Potencial de leguminosas para adubação verde em consórcio com mangueira e gravioleira sob manejo orgânico. 2008. 125p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

PEREIRA, A. J. Caracterização agrônômica de espécies de Crotalária L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com C. juncea no cultivo orgânico de brássicas em sistema de plantio direto. Seropédica, RJ, 2007. 72 f. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

PEREIRA, J.; LOBATO, M. Efeito de adubo verdes, restos culturais e associação de cultivos em um Latossolo Vermelho Amarelo (LV) de Cerrado. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado 1985-1987, Planaltina, DF, p.109-110, 1991.

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, v.39, p.35-40, 2004a.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; ZONTA, E. Cobertura do solo e estoque de nutrientes de duas leguminosas perenes considerando espaçamentos e densidades de plantio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, p.207-213, 2004b.

PITELLI, R. A.; PITELLI, R. L. C. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.29-56, 2004.

RESENDE, A. S. A fixação biológica de nitrogênio (FBN) como suporte da produtividade e fertilidade nitrogenada dos solos na cultura de cana-de-açúcar: uso de adubos verdes. 2000. 123p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ROMAN JUNIOR, O. R.; GALVÃO, Y. R.; MARTORANO, L. G.; SANTOS, S. F.; LUCAS, F. A.; SILVA CASTRO, R. M.; NUNES, B. S. Eventos pluviais erosivos simulados sob diferentes coberturas do solo em Paragominas-Pará. *Peer Review*, v.5, n.11, p.1-17, 2023. DOI: <https://doi.org/10.53660/534.prw1515>.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 353 p.

SANTOS, C. A. B.; ESPINDOLA, J. A. A.; ROCHA, M. V. C. ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. Plantio direto de berinjela (*Solanum melongena*), sob manejo orgânico, em solo com cobertura viva permanente de gramínea e leguminosa. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2008. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 112).

SANT'ANNA, S. A. C.; MARTINS, M.; GOULART, J. M.; ARAÚJO, S. N.; ARAÚJO, E. S.; ZAMANC, M.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Biological nitrogen fixation and soil N<sub>2</sub> O emissions from legume residues in an Acrisol in SE Brazil. *Geoderma Regional*, v.15, e00196, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.e00196>.

SILVA, H. L.; TREZZI, M. M.; BUZZELLO, G. B.; PATEL, F.; MIOTTO JR., E.; DEBASTIANI, F. Potencial supressivo de genótipos e níveis de palha de girassol (*Helianthus annuus* L.) sobre o desenvolvimento de picão preto (*Bidens pilosa*). *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.17, n.1-4, p.07-14, 2011.

SILVEIRA, D. C.; FONTANELI, R. S.; REBESQUINI, R.; DALL'AGNOL, E.; PANISSON, F. T.; BOMBONATTO, M. C. P.; CEOLIN, M. E. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. *Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola*, Passo Fundo, v.29, n.173, p.18-23, 2020.

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. Bokashi: adubo orgânico fermentado. Manual técnico. Niterói: Programa Rio Rural, 2013.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M, de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília: Embrapa DF, v.39, n.4, p.227-337, 2004.

SOUZA FILHO, A. P. S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). *Planta Daninha*, Viçosa - MG, v.20, n.3, p.357-364, 2002.

VARELLA, C. A. A; PINTO, F. A. C; QUEIROZ, D. M.; SENA JÚNIOR, D. G. Determinação da cobertura do solo por análise de imagens e redes neurais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.2, p.225-229, 2002.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília: Embrapa, 2014, v.1, p.59-168.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P.; AMBROSANO, E. J.; ESTEVES, J. A .F. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 2.ed. Brasília: Embrapa, p.59-200, 2023.