

# ▶ ESPÉCIES VEGETAIS PARA COBERTURA DE SOLO: GUIA ILUSTRADO



TECNOLOGIAS DE CULTIVO VISANDO MANEJO AGROECOLÓGICO,  
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E ADUBAÇÃO VERDE







# **ESPÉCIES VEGETAIS PARA COBERTURA DE SOLO: GUIA ILUSTRADO**

Maria da Penha Angeletti  
Jacimar Luis de Souza  
Hélcio Costa  
Luiz Fernando Favarato  
Ernesto de Moraes Muzzi  
Evelson Sanche Muniz  
Lucinéia Laurett  
José Salazar Zanuncio Junior  
André Guarçoni

Vitória - ES  
2018

© 2018 - **Incaper**

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural  
Rua Afonso Sarlo, 160 - Bento Ferreira - Caixa Postal 391 - CEP 29052-010 - Vitória, ES  
Telefax. (27) 3636 9846  
www.incaper.es.gov.br - coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br

**Circular Técnica nº07-I**

ISSN 1519-0528

Editor: Incaper

Tiragem: 2.000

Março de 2018

**CONSELHO EDITORIAL**

Presidente - Mauro Rossoni Junior

Chefe do Departamento de Comunicação e Marketing - Celia Jaqueline Sanz Rodriguez

Chefe da Área de Pesquisa - Luiz Carlos Prezotti

Coordenação Editorial - Liliâm Maria Ventorim Ferrão

**MEMBROS:**

André Guarçoni Martins

Bevaldo Martins Pacheco

Cássio Vinícius de Souza

Cintia Aparecida Bremenkamp

Henrique Sá Paye

José Aires Ventura

Romário Gava Ferrão

Sheila Cristina Prucoli Posse

**PROJETO GRÁFICO, EDITORAÇÃO ELETRÔNICA, ARTE-FINALIZAÇÃO E CAPA:**

**DIAGRAMAÇÃO E CAPA:** Gráfica e Editora Itália Ltda.

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO:** Marcos Roberto da Costa

**FICHA CATALOGRÁFICA:** Merielem Frasson

**DIREITOS DE IMAGENS:** Arquivo pessoal dos autores

Incaper  
Biblioteca Rui Tendinha  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E773      Espécies vegetais para cobertura do solo : guia ilustrado  
              / Maria da Penha Angeletti ... [et al.]. – Vitória, ES : Incaper, 2018.  
              76 p. : il. color. – (Circular Técnica, 07-I. Incaper)

Irregular.  
ISSN 1516-0528

1. Sistema de cultivo. 2. Planta de cobertura. 3. Plantio direto. 4. Rotação de cultura. 5. Consorciação de cultura. I. Angeletti, Maria da Penha. II. Souza, Jacimar Luis de. III. Costa, Hélcio. IV. Favarato, Luiz Fernando. V. Muzzi, Ernesto de Moraes. VI. Evelson Sanche. VII. Laurett, Lucinéia. VIII. Zanuncio Junior, José Salazar. IX. Guarçoni, André. X. Título. XI. Série.

CDD 631.4



## APRESENTAÇÃO

Poucas são ainda as publicações da literatura técnico-científica agrônômica do Estado do Espírito Santo que fundamentam a prática de uma agricultura que associa o mínimo de distúrbio mecânico do solo e o manejo vegetativo – formação de cobertura de palha a partir de fitomassa produzida “*in loco*”, rotação de culturas, consórcios e cultivos intercalares.

Esses são pilares do uso conservador de recursos naturais (solo, água, biodiversidade), da recuperação ou regeneração do potencial produtivo das terras agricultáveis e da manutenção ou melhoria do potencial produtivo das culturas/atividades agropecuárias.

A obra ESPÉCIES VEGETAIS PARA COBERTURA DE SOLO: GUIA ILUSTRADO representa uma contribuição do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), de instituições financiadoras, instituições parceiras e colaboradores, para o desenvolvimento tecnológico sustentável da agricultura. Destina-se a ser uma ferramenta de planejamento visando manejo agroecológico, sistema de plantio direto e adubação verde

O conteúdo traz informações de cultivo para 22 espécies de plantas de cobertura, oportunizando aos leitores ferramentas de planejamento e execução de práticas de manejo para vencer o desafio de harmonizar AGRICULTURA - CUIDADO COM A VIDA - MEIO AMBIENTE, fundamental para o Estado do Espírito Santo como para todo o Brasil.

Mauro Rossoni Junior  
Diretor-Técnico do Incaper

Marcelo de Souza Coelho  
Diretor-Presidente do Incaper





## **AGRADECIMENTOS**

Aos pais e mestres que deram o seu melhor e nos educaram para valorizar os conhecimentos, as pessoas e a agricultura,

Ao Incaper, CNPq, MDA, Fapes pelo apoio e fomento à pesquisa e inovação tecnológica,

Às instituições que participaram nesse processo de construção de conhecimentos: Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares de Santa Maria de Jetibá - STRSMJ, Escola Família Agrícola São João do Garrafão (Santa Maria de Jetibá) - EFASJG, Centro de Educação Técnica Fé e Alegria (Laranja da Terra) - CETEFA, Escola Municipal Agrícola (Afonso Cláudio),

À Prefeitura Municipal de Domingos Martins, Prefeitura Municipal de Santa Maria de Jetibá e Prefeitura Municipal de Afonso Cláudio com suas Secretarias de Agricultura, Meio Ambiente e Educação, que viabilizaram a realização de experimentos e de experiências no período 2008 – 2012,

Aos agricultores familiares e organizações sociais da Agricultura Familiar,

A todos os que colaboraram na geração, disponibilização e aplicação de conhecimentos e saberes que resultaram nesta obra,

Nossos sinceros agradecimentos.





# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2 CONCEITUAÇÃO</b> .....	10
<b>3 ESPÉCIES, IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO</b> .....	12
3.1. IDENTIFICAÇÃO FENOTÍPICA DAS ESPÉCIES .....	13
3.1.1. Espécies de primavera-verão .....	17
3.1.2. Espécies de outono-inverno .....	23
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DAS ESPÉCIES .....	29
<b>4 RESULTADOS POTENCIAIS OBTIDOS COM O USO DE PLANTAS DE COBERTURA NA AGRICULTURA FAMILIAR</b> .....	36
<b>5 SERVIÇOS AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS PRESTADOS PELAS PLANTAS DE COBERTURA AOS AGROECOSSISTEMAS</b> .....	37
<b>6 ESCOLHA DAS ESPÉCIES ADEQUADAS À REALIDADE LOCAL</b> .....	52
<b>7 INSERINDO AS ESPÉCIES PARA COBERTURA DE SOLO NOS AGROECOSSISTEMAS PRODUTORES DE HORTALIÇAS E GRÃOS</b> .....	55
7.1. NA ROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS .....	55
7.1.1. Relato de rotações de culturas em sistema de manejo orgânico em região de temperaturas abaixo de 10°C no inverno .....	56
7.1.2. Rotações de culturas no manejo orgânico com temperaturas acima de 12°C no inverno .....	57
7.2. EM CONSÓRCIO COM ESPÉCIES COMERCIAIS .....	58
<b>8 INDICADORES PARA CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA</b> .....	58
<b>9 AUMENTANDO O PODER DA BIODIVERSIDADE: MISTURAS DE PLANTAS DE COBERTURA</b> .....	64
<b>10 EXPERIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DAS PLANTAS DE COBERTURA EM MANEJO DE AGROECOSSISTEMAS NO ESPÍRITO SANTO</b> .....	66
<b>11 REFERÊNCIAS</b> .....	72





# ESPÉCIES VEGETAIS PARA COBERTURA DE SOLO: GUIA ILUSTRADO

Maria da Penha Angeletti<sup>1</sup>  
Jacimar Luis de Souza<sup>2</sup>  
Hélcio Costa<sup>3</sup>  
Luiz Fernando Favarato<sup>4</sup>  
Ernesto de Moraes Muzzi<sup>5</sup>  
Evelson Sanche Muniz<sup>6</sup>  
Lucinéia Laurett<sup>7</sup>  
José Salazar Zanuncio Junior<sup>8</sup>  
André Guarçoni<sup>9</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

*Além da luta contra as pragas ou problemas do solo, o agroecologista procura restaurar a resiliência e a força do agroecossistema. (ALTIERI, 2004).*

Este documento disponibiliza informações tecnológicas de planejamento do uso de plantas de cobertura, com potencial para:

- ✓ Promover o entendimento de como as culturas de cobertura podem melhorar todo o agroecossistema de uma propriedade rural.
- ✓ Estimular a adoção de práticas de manejo vegetativo que tragam vida aos agrossistemas de agricultura convencional.

---

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, M.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper, penhangeletti@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper

<sup>5</sup> Técnico Agrícola, Extensionista do Incaper, Representante da Associação de Agricultores Orgânicos-Grupo Seriemá

<sup>6</sup> Assistente Social, Diretor-Secretário do STRSMJ

<sup>7</sup> Pedagoga, Diretora-Presidente do STRSMJ

<sup>8</sup> Zootecnista, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper

<sup>9</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper

- ✓ Promover ciclos e processos naturais na realidade agrícola atual, altamente mecanizada e dependente de insumos industriais e ou externos às propriedades familiares.
- ✓ Agregar tecnologias de uso de plantas de cobertura para formação de palha ou cobertura verde em áreas de produção agrícola de propriedades familiares.
- ✓ Compor sistemas de diversificação e manejo por meio de esquemas de rotação de culturas, sucessão de culturas e consórcio – em lavouras anuais – e por meio de consórcios em lavouras perenes.
- ✓ Estabelecer práticas vegetativas de manejo conservacionista de solo no Sistema Plantio Direto (SPD) ou Sistema Plantio Direto na Palha (SPDP).
- ✓ Estabelecer práticas vegetativas de manejo para recuperação de áreas degradadas.
- ✓ Viabilizar a incorporação de matéria orgânica ao solo, em áreas extensivas, a custos mais baixos do que aqueles das práticas de adubação com insumos orgânicos processados.
- ✓ Incorporar matéria orgânica no solo, em profundidade,
- ✓ Diversificar atividades comerciais das propriedades familiares com espécies de múltipla aptidão, como produção comercial de sementes, alimentação animal na forma de grãos e forragem, alimentação de espécies apícolas, uso paisagístico visando ao Agroturismo, etc.

**As indicações tecnológicas aqui apresentadas são de caráter universal, podendo ser aplicadas em sistemas de manejo agroecológico e convencional.**

## **2 CONCEITUAÇÃO**

No novo conceito de agricultura sustentável, agricultores precisam perceber a importância de valorizar a saúde geral do agroecossistema e de restabelecer relações biológicas que podem ocorrer naturalmente na unidade produtiva (SANTILLI; BUSTAMANTE; BARBIERI, 2015).

A produção sustentável deriva do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes. O agroecossistema é produtivo e saudável quando essas condições de crescimento, ricas e equilibradas, prevalecem, e quando as plantas conseguem tolerar estresses e adversidades (ALTIERI, 2004). Nesse contexto, a biodiversidade e o equilíbrio parecem estar associados e se complementarem.

Investindo na diversificação de culturas e na biodiversidade, é possível estabelecer e manter relações ecológicas que contribuam para o equilíbrio do solo, a reciclagem dos nutrientes e a potencialização dos componentes

benéficos dos agroecossistemas, como os genótipos vegetais, os polinizadores, predadores e parasitoides, herbívoros, minhocas, micro macro e mesofauna do solo (NICHOLLS; ALTIERI; PONTI, 2007). Aumentar a biodiversidade dos sistemas de cultivo com as plantas de cobertura, conservando ainda o solo coberto, irá manter ou elevar a estabilidade produtiva dos sistemas de produção.

Plantas de cobertura ou culturas de cobertura são termos recentes relacionados à Agricultura de Conservação, utilizados para designar diferentes espécies de adubos verdes em uso para a formação da camada de palha e cobertura do solo (CALEGARI, 2014) no SPD.

Segundo Soil Science Society of America (SSSA, 2008), culturas de cobertura são culturas de pequeno porte ou de cultivo intensivo que fornecem proteção do solo, proteção da sementeira e melhoramento do solo entre os períodos de produção agrícola normal ou entre árvores frutíferas em pomares e vinhas (espécies perenes). Quando são incorporadas ao solo, podem ser referidas como culturas de adubos verdes.

São plantas cultivadas em campos agrícolas, com a diferença de que não se faz colheita. Uma cultura de cobertura é geralmente uma gramínea ou leguminosa anual, bianual ou perene, ou a combinação de duas ou mais espécies cultivadas entre ciclos regulares de culturas comerciais.

Os termos plantas de cobertura/culturas de cobertura e adubos verdes são algumas vezes intercambiáveis sob a perspectiva dos agricultores e quando uma cultura de cobertura é incorporada ao solo, é referida como sendo adubo verde (NATHAN; REINBOTT, 2011).

As leguminosas (fabáceas) são mais divulgadas como adubos verdes, muito em decorrência da simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Diversas outras espécies como as gramíneas (poáceas), crucíferas e compostas, são denominadas mais frequentemente como plantas de cobertura do solo (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014).

O objetivo principal do cultivo de plantas de cobertura é formar uma camada estratificada de palha sobre o solo para receber as culturas econômicas em sequência. Elas são cultivadas em um ciclo de dois a três meses ao ano, alternado com dois ciclos de culturas econômicas. São também utilizadas em consórcio com lavouras anuais e perenes, nas ruas entre as linhas de plantio.

Elas são versáteis e facilmente adaptáveis à agricultura de manejo convencional, manejo agroecológico e produção integrada.

### **O segredo:**

**Reservar um período no ano para “devolver” à terra parte dos benefícios retirados com as produções agrícolas comerciais.**

O primeiro e o maior passo que precisa ser dado é a mudança de mentalidade:

- ✓ O cultivo de plantas de cobertura requer todas as condições de uma lavoura comercial, sem colheita e sem receita ao final do ciclo.
- ✓ É uma tecnologia de processos biológicos naturais que requerem tempo e observação cuidadosa para se realizar as práticas de manejo.
- ✓ Grande parte dos técnicos e agricultores desconhecem ou não confiam nos processos naturais e preferem usar tecnologias de produto que se compra pronto, fazendo-se uso imediato.

### 3 ESPÉCIES, IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Conforme Wutke, Calegari e Wildner (2014), a disponibilidade de várias espécies de plantas de cobertura, adaptadas a distintas condições agroclimáticas colaboram com a manutenção da biodiversidade e a diversificação de produtos agrícolas, com a diminuição dos custos, dos riscos ambientais e econômicos e com a manutenção efetiva da sustentabilidade, em qualquer atividade agrícola.

Um total de 22 espécies vegetais para cobertura de solo e adubação verde foram introduzidas e adaptadas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) em trabalhos de pesquisa científica e unidades de observação, na Região Serrana do Espírito Santo, como reportam Silva e Canavesi (2014) e Angeletti et al. (2017). Também foram realizadas ações de desenvolvimento para validação, aplicação, articulação social e promoção de tecnologias para cobertura do solo, na Região Serrana e Central Serrana do Espírito Santo, em parceria com atores locais da Agricultura Familiar, em um processo contínuo nos últimos 11 anos. Alguns resultados e aspectos das experiências tecnológicas são disponibilizados em Angeletti et al. (2016).

As espécies estudadas foram escolhidas pelos seus efeitos potenciais na formação de palha, no manejo de culturas olerícolas e grãos e também pelo seu potencial de multifuncionalidade, como reporta Bahiense et al. (2015).

O Quadro 1 disponibiliza informações sobre as espécies e cultivares introduzidas, adaptadas e validadas, algumas características de porte e de comportamento quanto a épocas de plantio. Para plantios de primavera-verão, a partir de setembro, as espécies são: *Crotalaria breviflora* D.C. (Syn. *C. divergens* Benth.); *Crotalaria juncea* L.; *Crotalaria ochroleuca* G. Don; *Crotalaria spectabilis* Roth (Syn. *C. sericea* Retz, *C. retzii* Hitch); [*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.]; *Helianthus annuus*; [*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.] (Syn. *C. flavus* D.C.; *C. indicus* Spreng.); [*Dolichos lablab* L., Syn. *Lablab purpureus* (PRAIN) Kumari; *Lablab vulgaris* Savi]; *Pennisetum glaucum*; *Zea mays*; *Mucuna deeringiana* var. anã; *Mucuna pruriens*, Syn. *Stizolobium niveum* Kuntze; *Mucuna pruriens*, Syn. *Stizolobium aterritimum* Piper and Tracey.

Para plantios no período de outono-inverno, foram introduzidas *Avena sativa*, *Avena strigosa*, *Lolium multiflorum*, *Secale cereale*, *Vicia sativa*, *Vicia*

*villosa*, *Pisum sativum* ssp. *Arvense*, *Raphanus sativus*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*.

Algumas espécies como milheto, girassol e nabo-forrageiro mostram-se adequadas para plantios de verão-outono, considerada época mais tardia para as plantas de primavera-verão e ao mesmo tempo época mais precoce para o nabo-forrageiro (a partir de março).

A diversidade de espécies e de famílias botânicas – Fabaceae (leguminosas), Poaceae (gramíneas), Asteraceae e Brassicaceae – oferece opções diferenciadas para o atendimento às necessidades de manejo de culturas e práticas vegetativas de manejo de solo nas propriedades familiares.

Conforme Wutke, Calegari e Wildner (2014), a disponibilidade de várias espécies adaptadas a distintas condições agroclimáticas colabora com a manutenção da biodiversidade e a diversificação de produtos agrícolas, com a diminuição dos custos, dos riscos ambientais e econômicos e com a manutenção efetiva da sustentabilidade, em qualquer atividade agrícola.

*“A rotação de culturas, incluindo diferentes espécies de plantas de cobertura adaptadas regionalmente, adequadamente distribuídas temporal e espacialmente, contribuirão sobremaneira para uma maior biodiversidade no meio ambiente e conseqüente maior equilíbrio do sistema como um todo” (CALEGARI, 2010).*

### 3.1 IDENTIFICAÇÃO FENOTÍPICAS DAS ESPÉCIES

A identificação das espécies é apresentada a seguir (Figuras 2 a 23), em ordem alfabética a partir do nome comum, sendo também apresentada a origem geográfica, segundo Wutke, Calegari e Wildner (2014), Netto et al. (2008) e De Mori, Nascimento Junior e Miranda (2013). As imagens, obtidas *in loco*, auxiliam na identificação de sementes, parte vegetativa, floração e frutificação.

**Quadro 1.** Característica das espécies e cultivares de plantas de cobertura introduzidas e validadas na Região Serrana e Central-Serrana do Espírito Santo. Incaper, 2018.

(continua)

Nome Comum	Família Botânica	Nome Científico	Cultivar	Hábito de Crescimento	Época de Plantio	
					Preferencial	Possível
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>						
Crotalária-breviflora	Fabaceae <sup>1</sup>	<i>Crotalaria breviflora</i> D.C. (Syn. <i>C. divergens</i> Benth.)	Comum	Ereto	Set. - Nov. <sup>2</sup>	Set. - Mar. <sup>2</sup>
Crotalária-juncea	Fabaceae	<i>Crotalaria juncea</i> L.	IAC KR1	Ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Crotalária-africana	Fabaceae	<i>Crotalaria ochroleuca</i> G. Don	Comum	Ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Crotalária-spectabilis	Fabaceae	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth (Syn. <i>C. sericea</i> Retz, <i>C. retzii</i> Hitch)	Comum	Ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Feijão-de-porco	Fabaceae	[ <i>Canavalia ensiformis</i> (L.) D.C.]	Comum	Ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Girassol	Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L.	Catissol 01	Ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Guandu-anão	Fabaceae	[ <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.] (Syn. <i>C. flavus</i> D.C.; <i>C. indicus</i> Spreng.)	IAPAR 43	Ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Lablab	Fabaceae	[ <i>Dolichos lablab</i> L., Syn. <i>Lablab purpureus</i> (Prain) Kumari; <i>Lablab vulgaris</i> Savj]	Rongai	Rasteiro trepador	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Milheto	Poaceae <sup>1</sup>	[ <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Brown]	BRS 1501	Touceira ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.

(continuação)

Nome Comum	Família Botânica	Nome Científico	Cultivar	Hábito de Crescimento	Época de Plantio	
					Preferencial	Possível
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>						
Milho	Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Ag 1051	Ereto	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Mucuna-anã	Fabaceae	<i>Mucuna deeringiana</i> var. <i>anã</i>	Comum	Semireto determinado	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Mucuna-cinza	Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i> , sin. <i>Stizolobium niveum</i> Kuntze	Comum	Indeterminado rasteiro, ramos trepadores	Set. - Nov.	Set. - Mar.
Mucuna-preta	Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i> , sin. <i>Stizolobium aeternum</i> piper and tracey	Comum	Indeterminado rasteiro	Set. - Nov.	Set. - Mar.
<b>OUTONO-INVIERNO</b>						
Aveia-branca	Poaceae	<i>Avena sativa</i> L.	IPR 126	Ereto	Abr. - Jun. <sup>2</sup>	Abr. - Ago. <sup>2</sup>
Aveia-preta	Poaceae	<i>Avena strigosa</i>	IAPAR 61	Ereto	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.
Azevém	Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Comum	Ereto	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.
Centeio	Poaceae	<i>Secale Cereale</i> L.	IPR 89	Ereto	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.
Ervilhaca-comum	Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L.	Comum	Decumbente trepador	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.

(conclusão)

Nome Comum	Família Botânica	Nome Científico	Cultivar	Hábito de Crescimento	Época de Plantio	
					Preferencial	Possível
Ervilhaca-peluda	Fabaceae	<i>Vicia villosa</i> Roth	Comum	Decumbente trepador	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.
Ervilha-forrageira	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i> ssp. <i>arvense</i>	IAPAR 83	Indeterminado trepador	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.
Nabo-forrageiro	Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiferus</i> Metzg	IPR 116	Ereto	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.
Tremoço-azul	Fabaceae	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	IPR 24	Arbustivo ereto	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.
Tremoço-branco	Fabaceae	<i>Lupinus albus</i> L.	Comum	Arbustivo ereto	Abr. - Jun.	Abr. - Ago.

**Fonte:** Angeletti et al. (2016); Angeletti et al. (2017); Bahiense et al. (2015); Wutke, Calegari e Wildner (2014); Calegari e Carlos (2014).

<sup>1</sup>Fabaceae = "leguminosa". Poaceae = "gramínea".

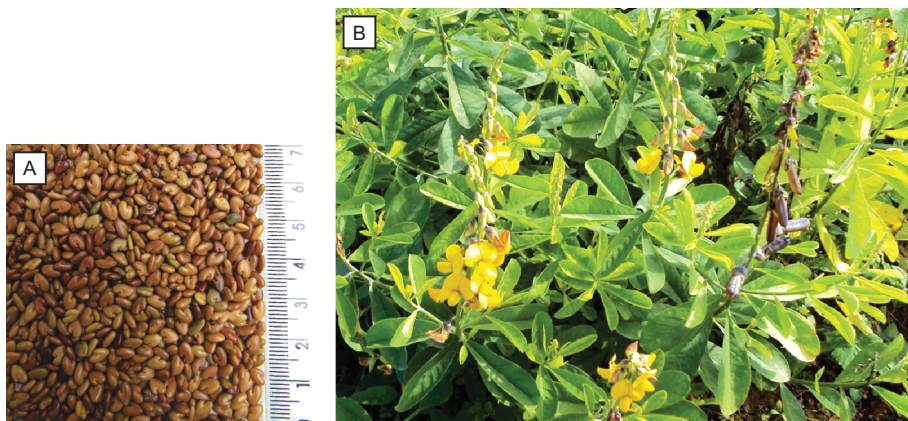
<sup>2</sup>Setembro – Novembro; Setembro; Abril – Junho; Abril – Agosto.



### 3.1.1 Espécies de primavera-verão

Nome comum: Crotalária-breviflora.

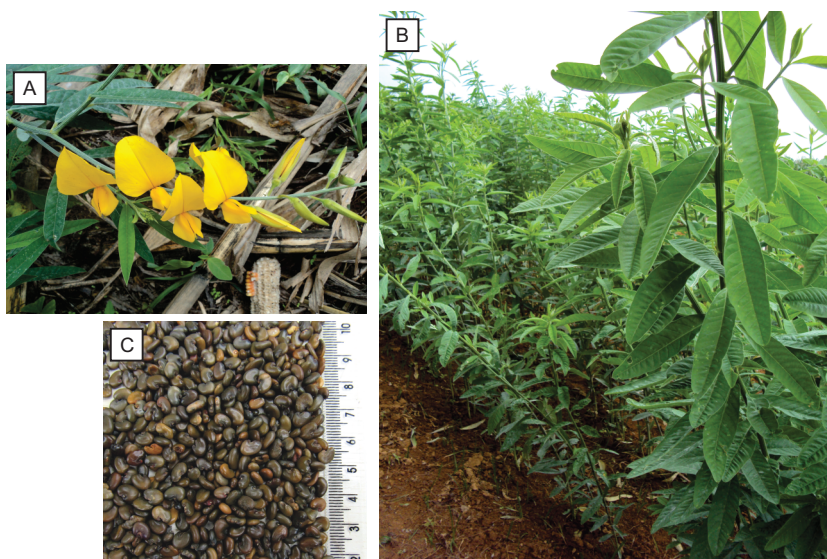
Origem: América do Sul e do Norte.



**Figura 1.** *Crotalaria breviflora* D.C. (Syn. *C. divergens* Benth). Sementes (A); e planta em estágio de florescimento, formação e enchimento de vagens (B).

Nome comum: Crotalária-juncea.

Origem: Índia e Ásia Tropical.



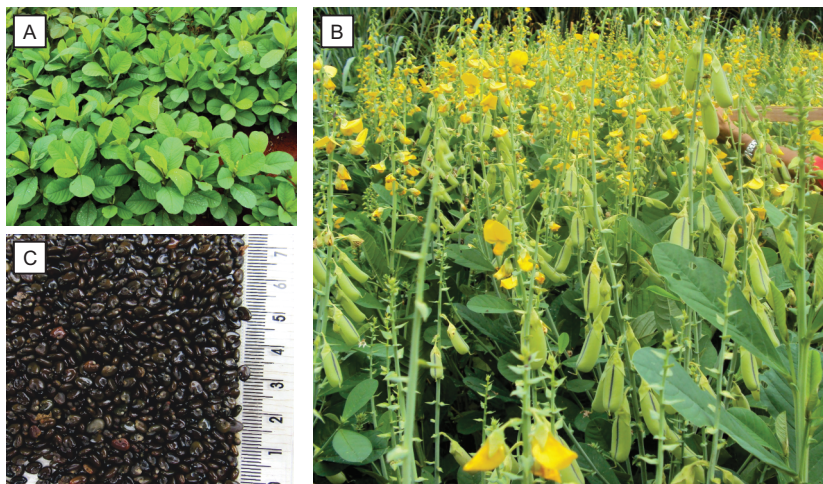
**Figura 2.** *Crotalaria juncea* L. Flores (A); plantas em estágio de desenvolvimento vegetativo (B); e sementes (C).

Nome comum: Crotalária-ochroleuca, crotalária-africana.  
Origem: África.



**Figura 3.** *Crotalaria ochroleuca* G. Don. Detalhes das flores, folhas e folíolos (A); plantas em início de florescimento (B); e sementes (C).

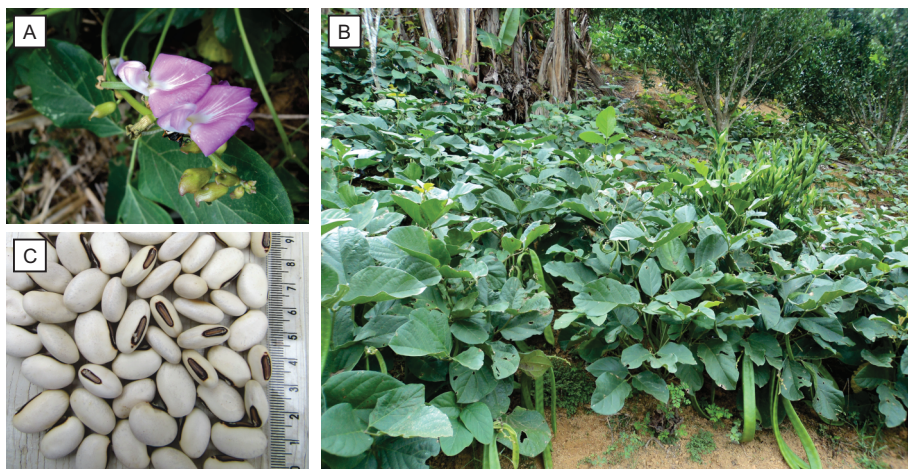
Nome comum: Crotalária-spectabilis, chocalho-de-cascavel.  
Origem: América do Sul (Brasil) e do Norte.



**Figura 4.** *Crotalaria spectabilis* Roth (Syn. *C. sericea* Retz, *C. retzii* Hitch. Plantas em início de crescimento vegetativo (A); campo de plantas adultas em florescimento, formação e enchimento de vagens (B); e sementes (C).

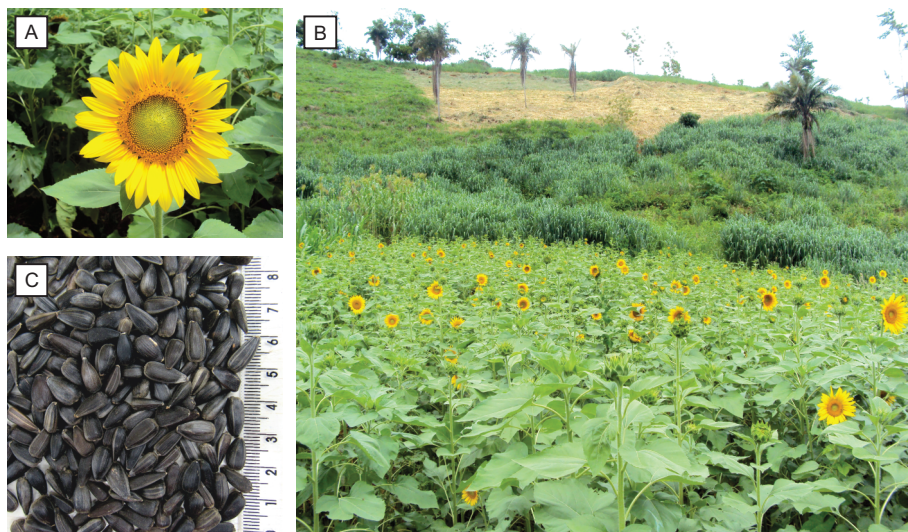


Nome comum: Feijão-de-porco.  
Origem: América Central.



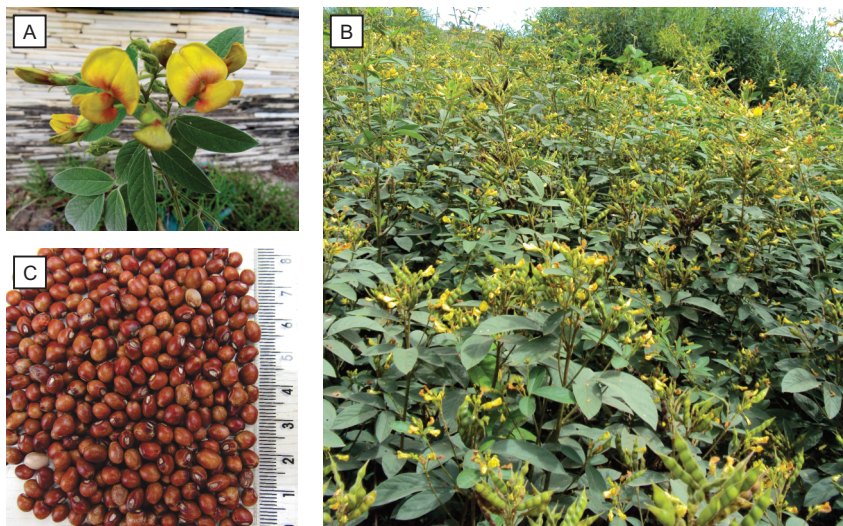
**Figura 5.** *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. Flores (A); plantas adultas em estágio de enchimento de vagens, em consórcio com citros (B); e sementes (C).

Nome comum: Girassol.  
Origem: América Central e do Norte.



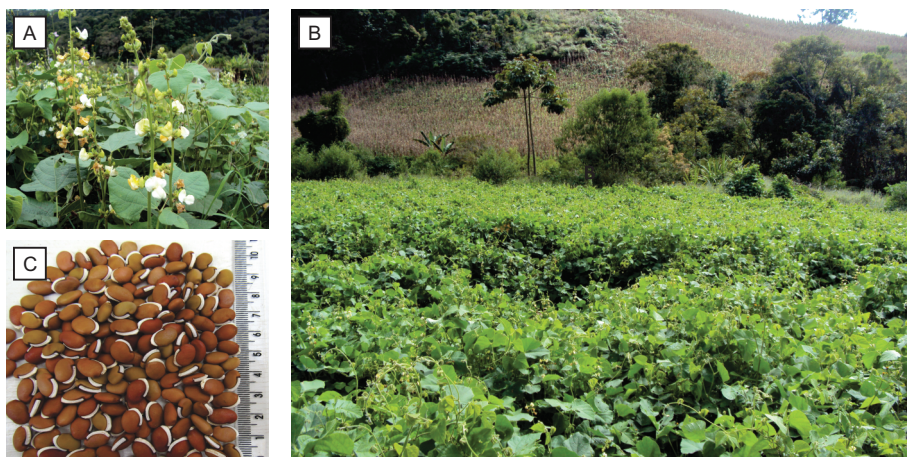
**Figura 6.** *Helianthus annuus* L. Flor (A); campo de plantas adultas em florescimento e formação de grãos (B); e sementes da cultivar Catissol (C).

Nome comum: Guandu-anão, feijão-guandu.  
Origem: Índia e África tropical ocidental.



**Figura 7.** *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (Syn. *C. flavus* D.C.; *C. indicus* Spreng.) Flores (A); plantas adultas em estágio de florescimento, formação e enchimento de vagens (B); e sementes (C).

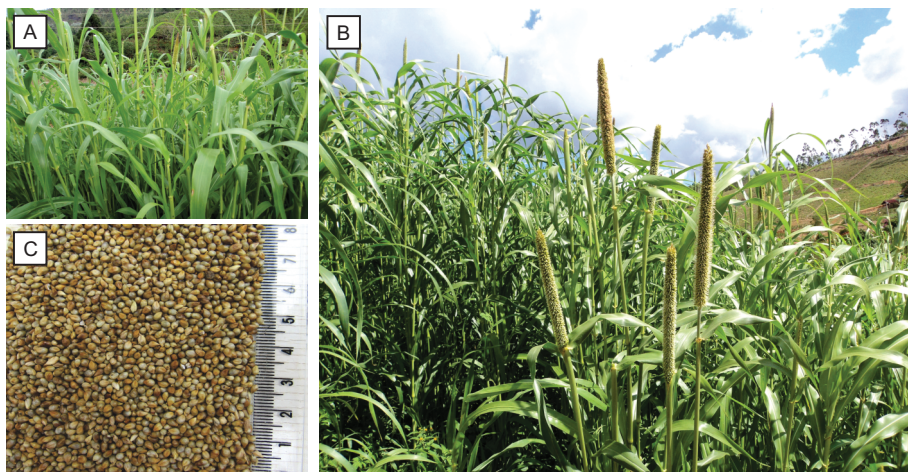
Nome comum: Lablab, labe-labe.  
Origem: África



**Figura 8.** *Dolichos lablab* L., Syn. *Lablab purpureus* (Prain) Kumari; *Lablab vulgaris* Savi. Florescimento e formação de vagens (A); campo de lablab antecessora ao inhame, para adubação verde (B); e sementes (C).

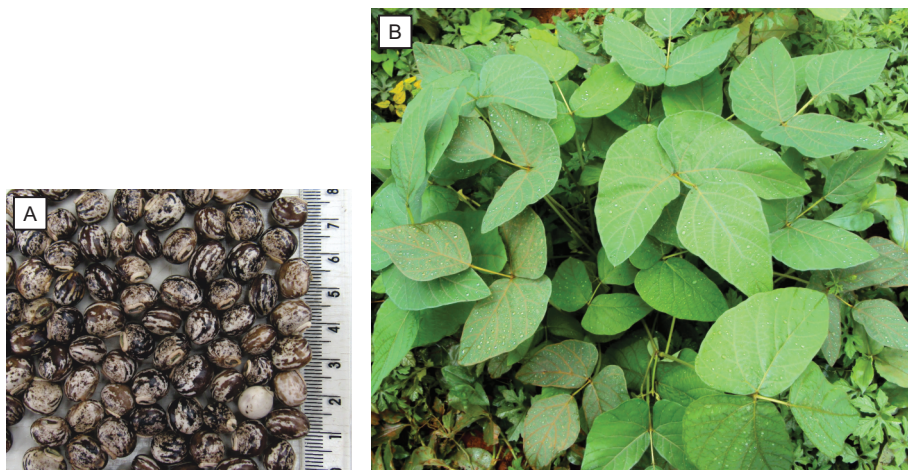


Nome comum: Milheto.  
Origem: África e Índia.



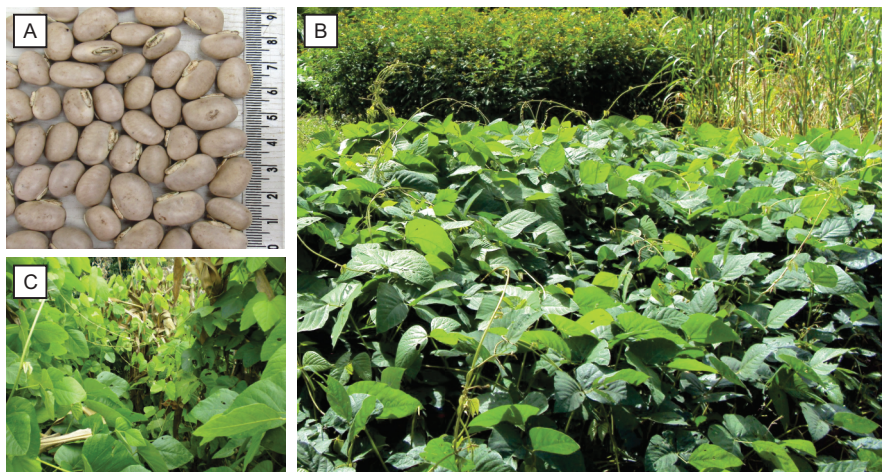
**Figura 9.** *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown. Biomassa de plantas aos 54 dias, em início de florescimento (A); campo de milheto em estágio de florescimento, em rotação com culturas olerícolas, para formação de palha no SPDP (B); e sementes (C).

Nome comum: Mucuna-anã.  
Origem: África.



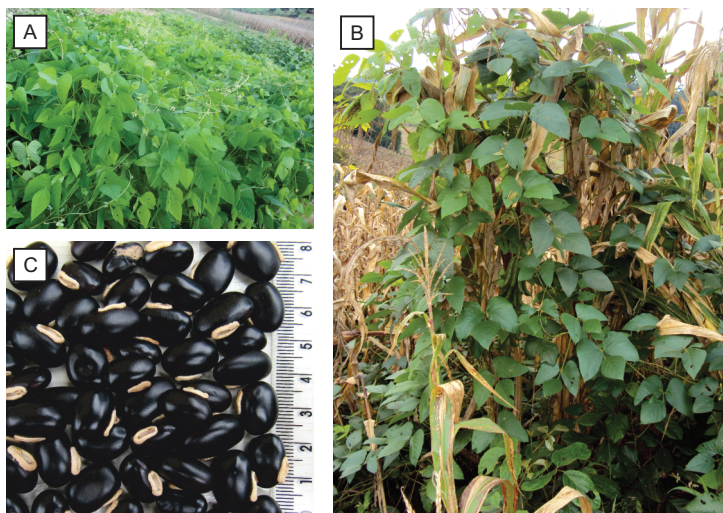
**Figura 10.** *Mucuna deeringiana* var. anã. Sementes (A); e planta em estágio inicial de crescimento vegetativo (B).

Nome comum: Mucuna-cinza.  
Origem: África.



**Figura 11.** *Mucuna pruriens*, Syn. *Stizolobium niveum* Kuntze. Sementes (A); biomassa de plantas aos quatro meses, fazendo cobertura total do solo (B); e em consórcio com o milho (C).

Nome comum: Mucuna-preta  
Origem: África.



**Figura 12.** *Mucuna pruriens*, Syn. *Stizolobium aterrimum* Piper and Tracey. Plantas aos 90 dias de ciclo, estágio de crescimento vegetativo, cobertura total do solo (A); em consórcio com milho (B); e sementes (C).



### 3.1.2 Espécies de outono-inverno

Nome comum: Aveia-branca.

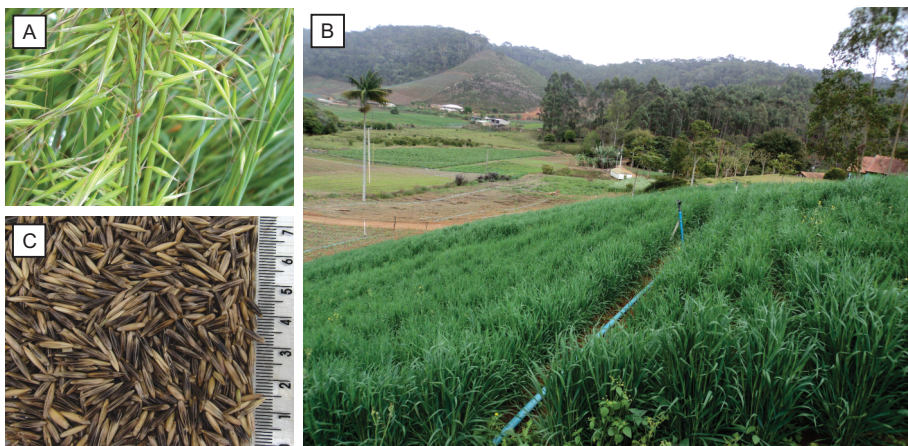
Origem: Ásia.



**Figura 13.** *Avena sativa* L. Inflorescência (A); em estágio de crescimento vegetativo (B); e sementes (C).

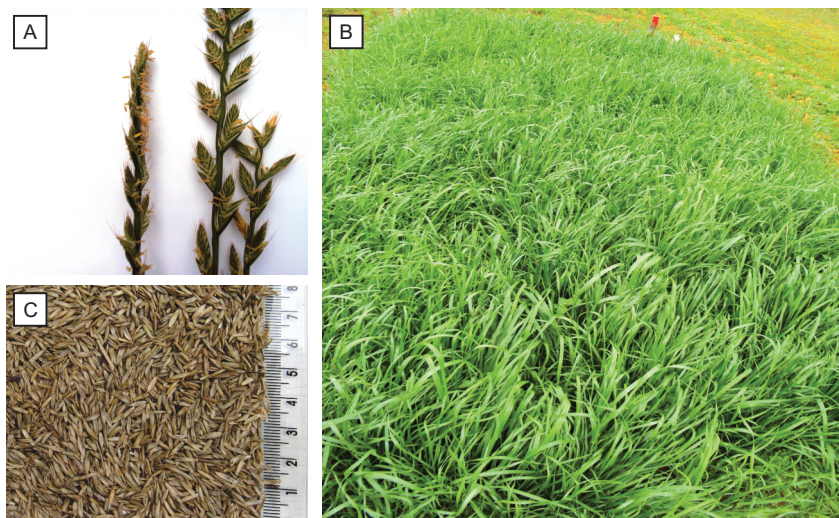
Nome comum: Aveia-preta.

Origem: Ásia.



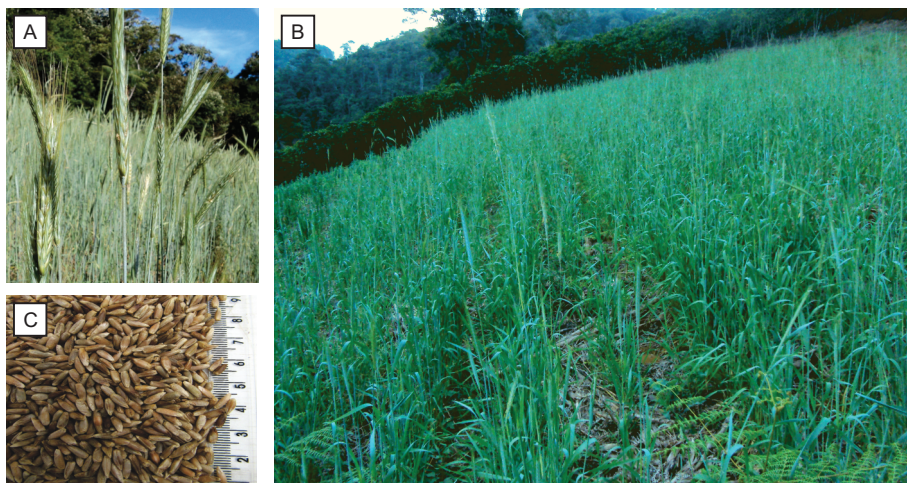
**Figura 14.** *Avena strigosa* Schreb. Inflorescência (A); campo em estágio de crescimento vegetativo como cultura antecessora de beterraba em SPDP; e sementes (C).

Nome comum: Azevém.  
Origem: Bacia do Mediterrâneo.



**Figura 15.** *Lolium multiflorum* Lam. Inflorescência (A); estágio de crescimento vegetativo (B); e sementes (C).

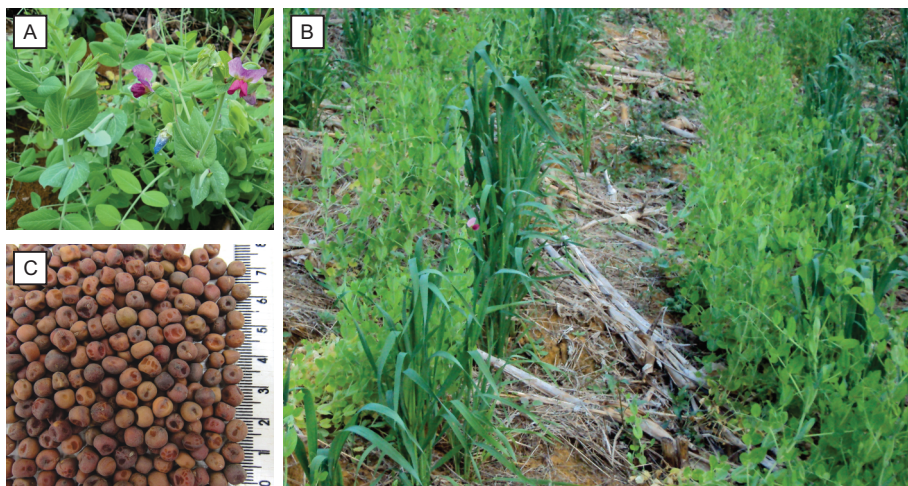
Nome comum: Centeio.  
Origem: Sudoeste da Ásia.



**Figura 16.** *Secale cereale* L. Centeio. Inflorescência tipo espiga (A); campo de centeio com plantas em estágio de florescimento, como rotação de culturas com hortaliças e grãos no SPDP (B); e sementes (C).

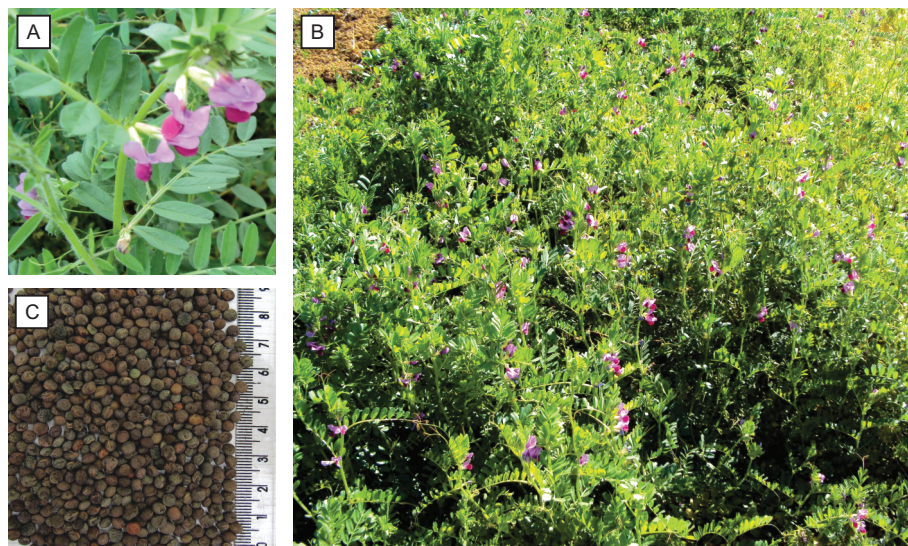


Nome comum: Ervilha-forrageira.  
Origem: Oriente Médio e Etiópia.



**Figura 17.** *Pisum sativum* ssp. Arvense. Flores (A); plantas em início de florescimento, em consórcio com aveia-preta, como rotação do SPD (B); e sementes (C).

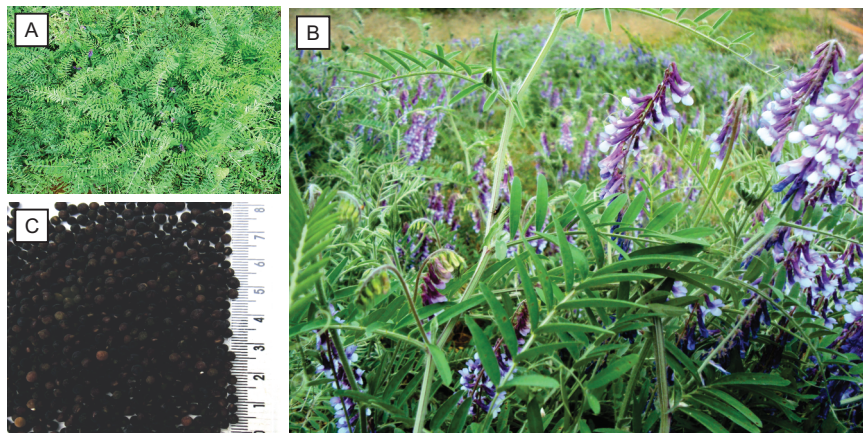
Nome comum: Ervilhaca-comum.  
Origem: Europa e regiões temperadas da América do Sul.



**Figura 18.** *Vicia sativa* L. Flores (A); biomassa de plantas em florescimento, fazendo cobertura verde do solo (B); e sementes (C).

Nome comum: Ervilhaca-peluda.

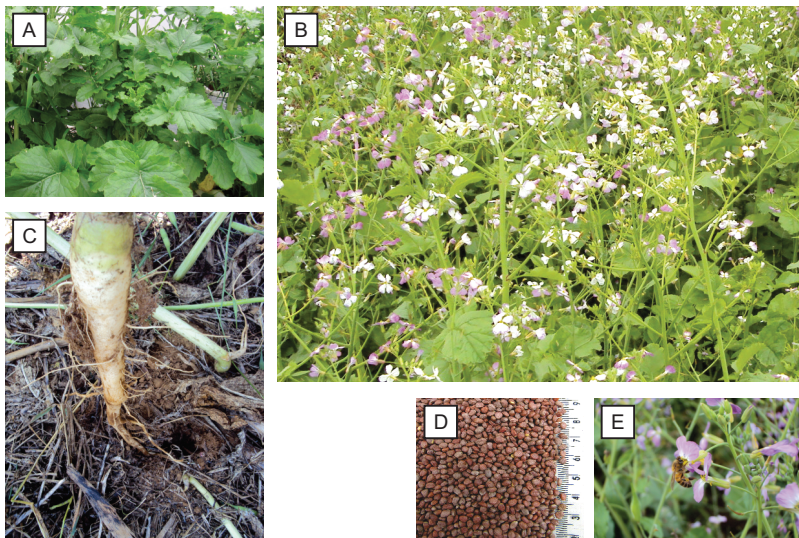
Origem: Europa e regiões temperadas da América do Sul.



**Figura 19.** *Vicia villosa* Roth. Biomassa de plantas em início de florescimento, formando “tapete verde” sobre o solo (A); detalhes do caule, folhas e flores de plantas adultas (B); e sementes (C).

Nome comum: Nabo-forrageiro

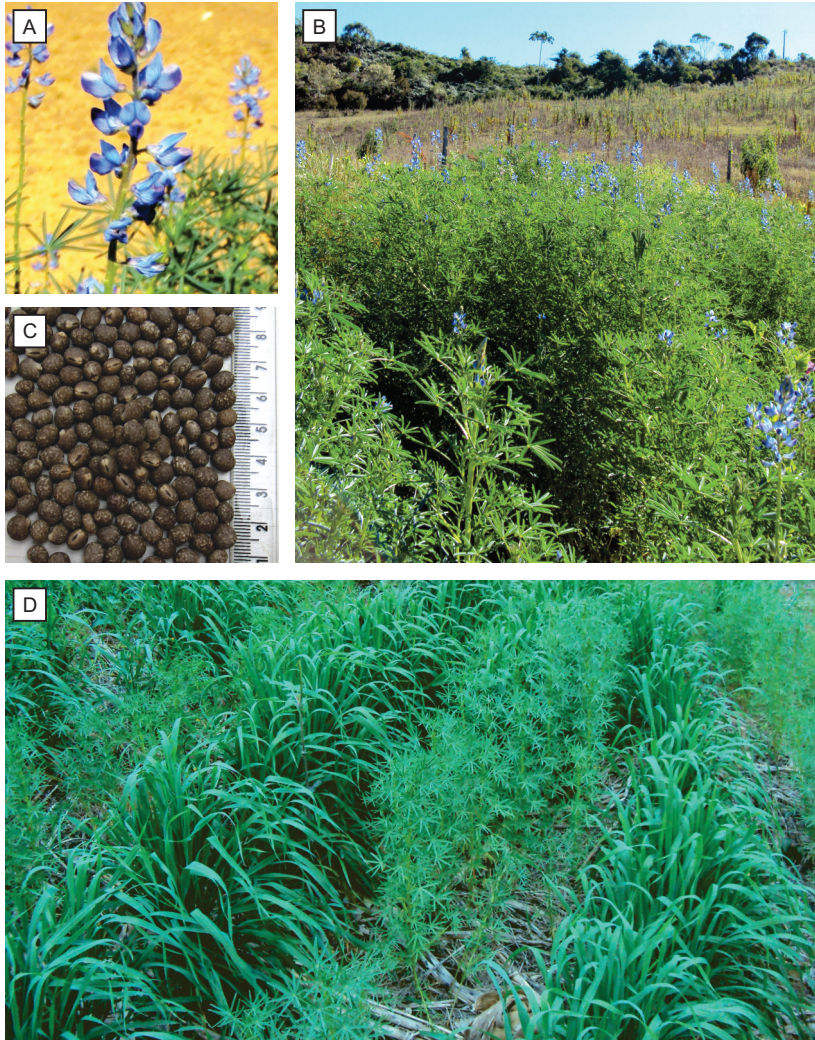
Origem: Ásia.



**Figura 20.** (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.). Folhas e caule de plantas em desenvolvimento (A); floração abundante (B); raiz descompactadora do solo (C); sementes (D); e flores muito atrativas para abelhas (E).

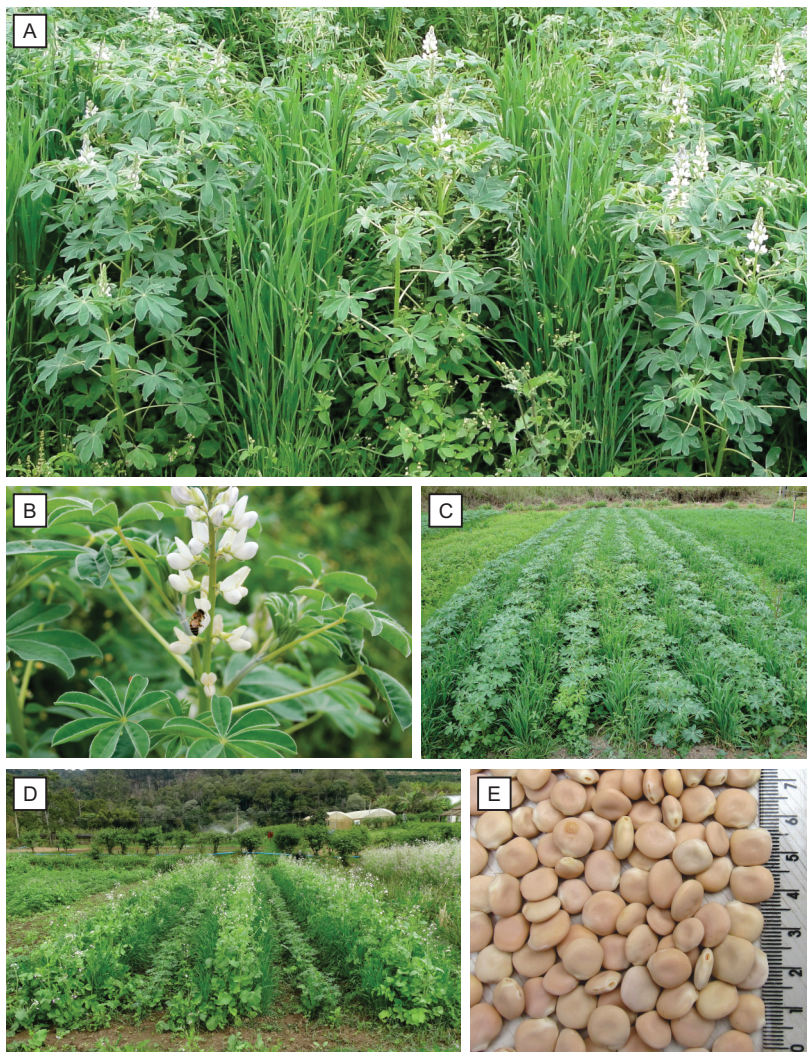


Nome comum: Tremoço-azul.  
Origem: Região do Mar Mediterrâneo.



**Figura 21.** *Lupinus angustifolius* L. Flores (A); plantas em estágio de florescimento, formação e enchimento de vagens (B); sementes (C); e detalhe de consórcio de tremoço-azul em estágio de crescimento vegetativo, com aveia-preta, no SPDP (D).

Nome comum: Tremoço-branco.  
Origem: Região do Mar Mediterrâneo.



**Figura 22.** *Lupinus albus* L. Plantas em estágio de início de florescimento e formação de vagens, em consórcio com aveia-preta, no SPD orgânico (A); detalhes das flores, muito atrativas para abelhas (B); plantas em estágio de crescimento vegetativo, em consórcio com aveia-preta, no SPD orgânico (C); consórcio tremoço-branco + aveia-preta + nabo-forrageiro em manejo orgânico (D); e sementes (E).



## 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DAS ESPÉCIES

A caracterização do comportamento das espécies quanto à capacidade de produzir biomassa vegetal é apresentada na Tabela 1, que representa a produção de massa de matéria seca obtida em trabalhos de pesquisa do Incaper, no Município de Domingos Martins, em 2010-2011, 2011-2012 e 2012. Também são apresentados os valores de massa de matéria seca obtidos em unidades de observação e em experiências tecnológicas de validação, realizadas em municípios da Região Serrana e Central Serrana do Espírito Santo.

A qualidade da biomassa vegetal produzida é apresentada na Tabela 2, por meio dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), com potencial de retornar ao solo, a partir da decomposição da camada de palhas/cobertura do solo ou da incorporação mecânica da biomassa ao solo.

Os efeitos positivos da utilização das espécies vegetais para cobertura de solo têm relação direta com a escolha correta das espécies, do manejo a ser adotado e da utilização dos indicadores técnicos de cultivo utilizados na introdução e adaptação das espécies.

Os benefícios das plantas de cobertura dependem da quantidade de biomassa que será manejada para formar a cobertura do solo e da qualidade da massa de matéria seca produzida, avaliada pelo teor de nutrientes acumulados na biomassa vegetal. De posse dessas informações para cada espécie, pode-se planejar o seu uso e verificar o potencial de intervenção positiva nos agroecossistemas.

Busca-se, em geral, a máxima produção de massa vegetal e a máxima fixação de nitrogênio. O ideal, na maioria das situações, é deixar a massa verde como cobertura sobre o solo para proteção e a ciclagem de nutrientes, que começa com a alimentação da mesofauna da camada superficial do solo (KHATHOUNIAN, 2001). Esse autor afirma também que a melhor estratégia para elevar o teor de carbono orgânico do solo é aumentar a quantidade de material orgânico depositado em superfície, aumentar a massa de raízes das plantas e não arar a terra.

Em relação à produção de matéria seca nos experimentos de primavera-verão, realizados no Espírito Santo, destacaram-se milho, crotalária-juncea, crotalária-ochroleuca e milheto com uma produção de 8,03; 7,51; 7,10 e 7,07 toneladas de massa de matéria seca por hectare, respectivamente, no experimento de 2010/2011 (Tabela 1). Em 2011-2012, os melhores resultados foram obtidos com crotalária- ochroleuca, crotalária-juncea, milho e milheto, com valores de 9,57; 9,36; 9,23 e 8,41 toneladas por hectare; destacando-se ainda o girassol, com 7,90 toneladas por hectare (Tabela 1) (ANGELETTI et al., 2017).

Esses resultados satisfazem o protocolo proposto por Canalli et al. (2010) para a validação e certificação da qualidade do SPD, no Brasil, que indica valores  $> 7$  t/ha/ano de produção de massa de matéria seca em região Subtropical (Sul e Planalto) como referência para a formação de cobertura de solo no SPD em ascensão. Os autores propõem valores  $> 8$ t/ha/ano de produção de massa de matéria seca para região Subtropical (em baixas altitudes e transição entre Sul e Cerrado). Para a região Tropical (Cerrado, Norte e Nordeste), a produção de massa de matéria seca proposta para formação de palha no SPD em ascensão é  $> 12$  t/ha/ano.

**Tabela 1.** Valores de massa de matéria seca (MS) de plantas de cobertura obtidos no Espírito Santo e em outras regiões do Brasil. Dados do ES: Incaper, 2018.

(continua)

ESPÉCIE	MS (t ha <sup>-1</sup> )				
	ESPÍRITO SANTO <sup>1</sup>		Experiências Ag. Familiar Regional <sup>2</sup>	SÃO PAULO <sup>3</sup>	SUL, SUDESTE E CENTRO-OESTE <sup>4</sup>
	Dom. Martins 2010-2011 <sup>2</sup>	Dom. Martins 2011-2012 <sup>2</sup>			
	<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>				
Crotalária-breviflora	-	3,44 e	-	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0
Crotalária-juncea	7,51 a*	9,36 a	6,12	15,0 - 20,0	10,0 - 15,0
Crotalária-ochroleuca	7,10 a	9,57 a	6,52	7,0 - 10,0	-
Crotalária-spectabilis	5,55 b	5,22 d	4,92	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0
Feijão-de-porco	4,42 c	4,47 d	4,21	3,0 - 6,0	5,8 - 8,0
Girassol	6,63 ab	7,90 bc	5,12	7,0 - 12,0	2,0 - 12,0
Guandu-anão	4,68 c	4,82 d	3,99	4,0 - 9,0	-
LabLab	3,81 cd	3,98 e	5,20	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0
Milheto	7,07 a	8,41 ab	6,34	8,0 - 10,0	8,0 - 21,0
Milho	8,03 a	9,23 ab	-	-	6,0
Mucuna-anã	3,15 d	3,66 e	3,56	2,0 - 8,0	2,0 - 4,0
Mucuna-cinza	4,32 c	4,24 d	4,62	2,0 - 8,0	5,0 - 8,0
Mucuna-preta	5,05 bc	4,20 de	4,86	2,0 - 8,0	6,0 - 9,0
CV (%)	20,79	11,67	-	-	-

(conclusão)

ESPÉCIE	MS (t ha <sup>-1</sup> )				SUL, SUDESTE E CENTRO-OESTE <sup>4</sup>
	ESPÍRITO SANTO <sup>1</sup>		SÃO PAULO <sup>3</sup>		
	Dom. Martins 2012 <sup>2</sup>	Experiências Ag. Familiar Regional <sup>2</sup>			
<b>OUTONO-INVERNO</b>					
Aveia-branca	7,62 a*	4,05	-		2,5 - 7,0
Aveia-preta	7,37 a	4,22	3,0 - 6,0		2,0 - 8,0
Azevém	4,37 c	3,52	3,0 - 6,0		2,0 - 6,0
Centeio	5,70 b	-	-		2,0 - 7,0
Ervilhaca-comum	3,41 d	-	4,0 - 6,0		2,0 - 10,0
Ervilhaca-peluda	3,75 d	-	-		3,0 - 5,0
Ervilha-forrageira	2,90 d	2,74	-		2,5 - 7,0
Nabo-forrageiro	3,55 d	3,24	2,0 - 5,0		2,0 - 9,0
Tremoço-azul	4,83 c	3,42	-		3,0 - 6,0
CV (%)	12,99				

**Fonte:** <sup>1</sup> Angeletti et al. (2016); Angeletti et al. (2017); <sup>3</sup> Carlos, Costa J. e Costa M. (2006); <sup>4</sup> Wutke, Categari e Wildner (2014).

<sup>2</sup> Valores obtidos a partir do corte de plantas em pleno florescimento.

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5%.



**Tabela 2.** Teores de nutrientes na fitomassa das plantas de cobertura. Incaper, 2018.

(continua)

ESPÉCIE	RESULTADOS DE PESQUISA REGIÃO SERRANA ESPÍRITO SANTO <sup>1</sup>						RESULTADOS REGIÕES SUL SUDESTE E CENTRO-OESTE DO BRASIL <sup>2</sup>				
	Massa de Matéria Seca (t ha <sup>-1</sup> )	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>											
Crotalária-breviflora	3,44	2,347	0,14	1,48	0,69	0,32	3,29	0,14	2,84	0,91	0,25
Crotalária-junceae	7,51 - 9,36	1,38	0,23	1,24	0,96	0,55	1,13 - 4,40	0,09 - 0,37	0,57 - 3,37	0,33 - 2,31	0,25 - 0,80
Crotalária-ochroleuca	7,10 - 9,57	2,705	0,187	1,62	1,868	0,408	2,86 <sup>3</sup>	0,16	1,62	0,77	0,28
Crotalária-spectabilis	5,22 - 5,55	2,038	0,171	2,22	0,925	0,45	1,97 - 3,30	0,07 - 0,25	0,79 - 1,78	0,43 - 1,85	0,37 - 0,50
Feijão-de-Porco	4,42 - 4,47	2,543	0,31	3,96	1,715	0,635	2,22 - 3,39	0,12 - 0,57	1,11 - 5,62	1,64 - 2,58	0,24 - 0,63
Girassol	6,63 - 7,90	1,674	0,177	2,21	1,316	0,445	1,02 - 1,80	0,15 - 0,24	2,40 - 2,78	1,55	0,62
Guandu-anão	4,68 - 4,82	1,84	0,27	2,95	0,84	0,37	1,32 - 3,35	0,09 - 0,25	0,47 - 2,84	0,57 - 1,79	0,19 - 0,49
Lablab	3,81 - 3,98	2,961	0,37	2,15	1,532	0,335	1,36 - 5,00	0,13 - 1,15	0,53 - 2,77	1,16 - 1,65	0,27 - 0,66
Milheto	7,07 - 8,41	1,38	0,115	2,98	1,08	0,51	0,34 - 3,40	0,13 - 0,29	1,05 - 3,80	0,13 - 0,37	0,13 - 0,50
Milho	8,03 - 9,23	0,774	0,127	1,10	0,295	0,247	2,70 - 3,50	0,20 - 0,40	1,70 - 3,50	0,25 - 0,80	0,15 - 0,50
Mucuna-anã	3,15 - 3,66	2,68	0,19	4,49	2,14	0,65	2,75 - 3,52	0,16 - 0,53	1,57 - 4,84	1,94 - 2,37	0,46 - 0,65
Mucuna-cinza	4,24 - 4,32	2,435	0,41	1,74	1,23	0,455	1,56 - 2,65	0,15 - 0,57	1,00 - 1,55	1,10	0,27
Mucuna-preta	4,02 - 5,05	2,623	0,33	1,67	1,35	0,38	1,97 - 3,08	0,11 - 0,61	0,78 - 2,05	0,87 - 1,28	0,27 - 0,35
<b>OUTONO-INVERNO</b>											
Aveia-branca	7,62	1,17	0,07	2,31	0,38	0,21	0,81	0,06	2,40	0,24	0,17

(conclusão)

ESPÉCIE	RESULTADOS DE PESQUISA REGIÃO SERRANA ESPÍRITO SANTO <sup>1</sup>						RESULTADOS REGIÕES SUL SUDESTE E CENTRO-OESTE DO BRASIL <sup>2</sup>				
	Massa de Matéria Seca (t ha <sup>-1</sup> )	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<b>OUTONO-INVVERNO</b>											
Aveia-preta	7,37	1,62	0,25	2,22	0,42	0,23	0,70 - 1,68	0,10 - 0,42	1,08 - 3,08	0,25 - 0,36	0,17 - 0,20
Azevém	4,37	1,15	0,12	2,81	0,42	0,25	1,16 - 1,34	0,07 - 0,10	2,12 - 2,60	0,41 - 0,44	0,22
Centeio	5,70	1,02	0,29	1,99	0,29	0,16	0,58 - 1,22	0,08 - 0,29	0,75 - 1,45	0,18	0,14
Ervilha-forrageira	2,90	2,6	0,44	1,69	0,74	0,23	2,09 - 2,89	0,12 - 0,20	1,50 - 2,17	0,70 - 0,85	0,20 - 0,32
Ervilhaca-comum	3,41	2,67	0,48	2,66	1,15	0,41	0,20 - 3,47	0,13 - 0,38	2,10 - 2,56	0,86	0,27
Ervilhaca-peluda	3,75	3,09	0,53	3,04	0,89	0,34	1,88 - 4,36	0,10 - 0,41	2,30 - 4,26	0,44 - 0,78	0,20 - 0,35
Nabo-forrageiro	3,55	2,54	0,51	3,9	2,44	0,73	0,92 - 2,96	0,18 - 0,33	2,02 - 3,90	2,15	0,95
Tremoço-azul	4,83	2,67	0,16	1,86	1,04	0,23	0,85 - 2,15	0,06 - 0,29	1,36 - 2,40	0,46	0,35
Tremoço-branco <sup>4</sup>	6,28	2,82	0,33	2,8	0,85	0,16	1,22 - 1,97	0,09 - 0,29	1,00 - 2,66	0,46 - 0,59	0,39

Fonte: <sup>1</sup>Angeletti et al. (2016); Angeletti et al. (2017); <sup>2</sup>Mascarenhas e Wutke (2014); <sup>3</sup>Ambrosano et al. (2013).

<sup>4</sup>Em cultivo orgânico na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper, Fazenda Experimental Mendes da Fonseca, Domingos Martins, Espírito Santo.

Os valores de massa de matéria seca de crotalária-breviflora, crotalária-spectabilis, girassol e guandu-anão são compatíveis com aqueles apresentados por Calegari e Carlos (2014). Por outro lado, os resultados obtidos com o feijão-de-porco, lablab, milho, mucuna-cinza e mucuna-preta foram menores, quando comparados com as quantidades de massa de matéria seca apresentadas por Wutke et al. (2009), para o Estado de S. Paulo, indicando a necessidade de intervenção no manejo ou processo produtivo para aumentar a produção de biomassa nessas espécies.

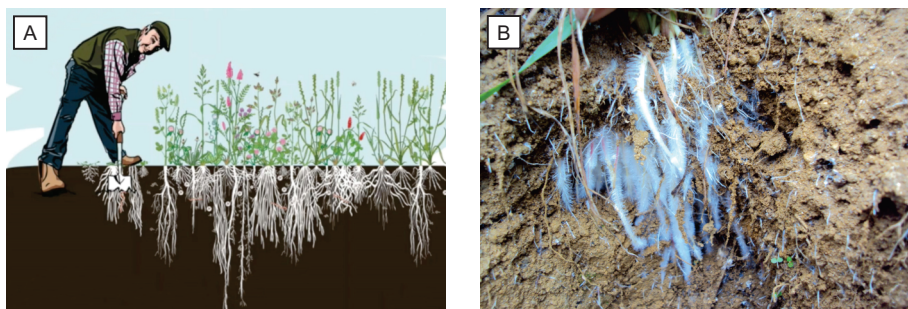
Entre as espécies de outono-inverno, destacaram-se aveia-branca, aveia-preta, centeio, tremoço-azul e azevém, com massa de matéria seca de 7,62; 7,37; 5,70; 4,83 e 4,37 t ha<sup>-1</sup>, com diferenças significativas entre si e valores compatíveis com os autores mencionados anteriormente.

Menores valores de massa de matéria seca foram obtidos com ervilhaca-peluda, nabo-forrageiro, ervilhaca-comum e ervilha-forrageira.

Nos sistemas agrícolas, os mecanismos biológicos são os mesmos dos sistemas naturais. Assim, as plantas de cobertura depositadas sobre o solo vão alimentar a vida (organismos da mesofauna da camada superficial) e dar início aos processos de ciclagem/decomposição da matéria orgânica, mineralização dos nutrientes acumulados na massa de matéria seca e na formação de húmus, pela ação da microfauna do solo (KHATOUNIAN, 2001).

Considerando a biomassa produzida pelas diferentes espécies de plantas de cobertura e os teores de nutrientes contidos no tecido foliar, é possível quantificar o montante de um determinado nutriente reciclado e/ou, no caso das leguminosas, fixado biologicamente, que irá retornar ao solo (CALEGARI, 2010).

Além da biomassa da parte aérea das plantas, a biomassa de raízes é muito importante para incorporação de matéria orgânica em profundidade (Figura 23).



**Figura 23.** A mistura de diferentes espécies de plantas de cobertura acima da superfície do solo cria uma biodiversidade de raízes/tecidos vegetais no solo, que vão atrair diferentes decompositores (A); e, em alinhamento com a Natureza, as plantas de cobertura permitem que haja no solo um sistema radicular vivo o tempo todo, entre as culturas comerciais (B).

**Fonte:** Foto (A) Wilkinson (2016).

A Tabela 2 apresenta os teores (% na matéria seca) de N, P, K, Ca e Mg que as 22 espécies estudadas possuem e podem deixar no horizonte superficial e que poderiam ser absorvidos pelas raízes das espécies comerciais cultivadas em sequência. Observa-se que os teores de nutrientes (% na matéria seca) obtidos em todas as espécies são compatíveis com os resultados de Mascarenhas e Wutke (2014).

A fixação de nitrogênio é feita pelas espécies da família Fabaceae (leguminosas) e, entre elas, os maiores teores de nitrogênio na matéria seca (acima de 2%) foram obtidos com lablab, crotalária-ochroleuca, mucunas anã, preta e cinza, feijão-de-porco, crotalária-breviflora e crotalária-spectabilis.

No outono-inverno, a ervilhaca-peluda, o nabo-forrageiro, a ervilhaca-comum e a ervilha-forrageira destacaram-se pelos teores de nitrogênio na matéria seca, as quais são espécies de grande potencial para compor misturas de plantas de cobertura com as espécies de maior produção de palha, associando suas qualidades. Observa-se que, mesmo não sendo uma leguminosa, o nabo-forrageiro se destaca pelo aporte de nitrogênio, como espécie que recicla o nitrogênio perdido na cultura anterior, como afirmam Carlos, Costa J. e Costa, M. (2006).

*Todas as espécies estudadas apresentaram comportamento compatível com a literatura científica e podem ser utilizadas para enriquecimento da biodiversidade de agroecossistemas da Região Serrana e Central Serrana do Espírito Santo. Para tanto, deve-se adequar a escolha das espécies aos diagnósticos das áreas e às peculiaridades de cada espécie (ANGELETTI et al., 2017).*

#### **4 RESULTADOS POTENCIAIS OBTIDOS COM O USO DE PLANTAS DE COBERTURA NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Os resultados práticos obtidos com a utilização de espécies vegetais para a formação de cobertura de solo dependem de um bom diagnóstico inicial, planejamento correto e adequada aplicação das tecnologias.

São em geral:

- ✓ Viabilidade em fazer adubação orgânica extensiva, em grandes áreas, de forma natural, com custos mais baixos do que o uso de insumos orgânicos processados.
- ✓ Facilitação na convivência e ou domínio dos efeitos negativos dos agentes climáticos.
- ✓ Aumento no aproveitamento das águas de chuvas e da água de irrigação.

- ✓ Melhoria na qualidade da água de rios e córregos devido ao controle da erosão.
- ✓ Aumentos de produtividade das culturas.
- ✓ Redução no uso de insumos externos à propriedade rural.
- ✓ Economia com fertilizantes industrializados.
- ✓ Redução dos custos de produção ao longo do tempo.
- ✓ Conforto para as pessoas e as plantas.
- ✓ Economia de mão de obra, de combustíveis fósseis, de energia, de irrigação e de máquinas.
- ✓ Redução na ocorrência de mato e de problemas fitossanitários.
- ✓ Estabilidade produtiva das culturas ao longo do tempo.

## **5 SERVIÇOS AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS PRESTADOS PELAS PLANTAS DE COBERTURA AOS AGROECOSSISTEMAS**

As plantas de cobertura associadas aos sistemas agrícolas existentes têm o potencial de melhorar os serviços do ecossistema como: (i) produção de alimentos, alimentação, produção de fibras e combustíveis; (ii) interferência positiva no ciclo da água, ciclo do carbono e na ciclagem natural de nutrientes; e (iii) melhoria da qualidade do solo, da água e do ar. Isso é particularmente importante diante dos desafios da agricultura atual, como elevados custos de produção, degradação ambiental, segurança alimentar e mudanças climáticas, de acordo com Blanco-Canqui et al. (2015).

Em geral:

- ✓ O primeiro e maior serviço é a produção de biomassa.

*“Nos sistemas agrícolas, os mecanismos biológicos são os mesmos dos sistemas naturais, mas o fluxo de biomassa é modificado pela gerência do agricultor, configurando novos padrões de ciclagem [...]. A ciclagem intencional resulta de decisões conscientes do agricultor visando ao aproveitamento do poder fertilizante da biomassa, por exemplo, [...], no cultivo de adubos verdes e plantas de cobertura. A ciclagem intencional evidencia um importante avanço do agricultor na compreensão do manejo da fertilidade do sistema, o que lhe permite avanços mais rápidos do que apenas com a ciclagem automática”. (KHATHOUNIAN, 2001).*

- ✓ Sequestro de carbono da atmosfera, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e trazendo melhoria da qualidade ambiental (AMADO et al., 2001).
- ✓ Melhoria na fertilidade do solo.

*Por meio da ciclagem de nutrientes no processo de decomposição da palha, trazendo aumentos de matéria orgânica e também, devido aos processos de fixação biológica de nitrogênio e formação de associações micorrízicas (FAGERIA, BALIGAR; BAILEY, 2005; CORREIA; DURIGAN, 2008; ROSA et al., 2017).*

- ✓ Redução da erosão, do arraste superficial de terras pela presença da cobertura no solo; redução do impacto da erosão sobre estradas vicinais e sobre córregos e rios.
- ✓ Melhoria nas características físicas do solo (ARGENTON et al., 2005; FAGERIA, BALIGAR; BAILEY, 2005), pelo efeito da matéria orgânica.
- ✓ Redução da contaminação de córregos e rios, e do lençol freático com resíduos minerais de adubação que, sem a cobertura de solo, seriam percolados no perfil do solo ou transportados pela ação das águas pluviais nos processos erosivos.
- ✓ Aumento da biodiversidade agrícola ou agrobiodiversidade ou biodiversidade funcional.

*A biodiversidade é uma característica natural dos ecossistemas ligada à conservação da vida no planeta Terra. Quando este conceito é aplicado na agricultura, pode se tornar uma poderosa estratégia de sustentabilidade. Os componentes da biodiversidade: genótipos vegetais, herbívoros, minhocas, micro, macro e mesofauna do solo (SANTILLI; BUSTAMANTE; BARBIERI, 2015).*

- ✓ Floração abundante de muitas espécies, a qual serve de atrativo para polinizadores, predadores e parasitoides (componentes da biodiversidade).
- ✓ Promoção de maior infiltração de água no solo.
- ✓ Efeito ambiental de recarga de aquíferos.

- ✓ Maior retenção de água no solo, o qual permanece úmido por mais tempo (solo com efeito de “caixa d’água” devido ao maior armazenamento de água da chuva e irrigação).

*Para agricultores familiares que não usam irrigação na produção de grãos, esse é um fator decisivo para aumentar a área de plantio e o potencial produtivo da propriedade devido ao aumento do período de semeadura, com relatos de até 15 dias.*

- ✓ Menor evaporação da água na superfície do solo devido à cobertura atuando como barreira física.
- ✓ Redução das temperaturas do solo em horários mais quentes do dia.
- ✓ Diminuição da termoperiodicidade, o que significa estabilidade para as plantas e regularidade na absorção de água.
- ✓ Mudanças biológicas no solo.

*A terra muda quando a matéria orgânica não é mais misturada ao solo com lâminas de aço, mas é incorporada por organismos de vários tamanhos. A matéria orgânica do solo é uma coleção complexa de plantas e animais vivos, mortos e decompostos. À medida que os resíduos da cultura se acumulam na superfície do solo, eles são adicionados ao complexo da matéria orgânica do solo pela ação de bactérias, fungos e organismos maiores. A ausência de mistura mecânica reduz a velocidade em que a matéria orgânica se decompõe. Durante um período de 3 a 5 anos, a fração biológica no solo se ajusta ao novo ambiente (HOETTE, 2015).*

- ✓ A biomassa de raízes gerada no local é fonte de matéria orgânica em profundidade no solo.
- ✓ Possibilidade de recuperação de áreas degradadas.
- ✓ Possibilidade de fitorremediação em solos contaminados por agrotóxicos ou com acúmulo de elementos químicos em níveis de toxidez.

*A fitorremediação é o uso de plantas/árvores para manejar elevados níveis de elementos e compostos químicos indesejáveis acumulados*

*nos solos, como poluentes. Requer a presença contínua de plantas em crescimento para explorar ativamente vestígios indesejados ou compostos do solo. Plantas de cobertura como azevém, aveia-preta e crotalária-junceia são relatadas como tendo capacidade fitorremediadora (FREIRE de MELO et al., 2009; STAPLETON; BAÑUELOS, 2009; MADALÃO et al., 2012).*

- ✓ Redução na ocorrência de plantas espontâneas/mato nas áreas agrícolas, por supressão - ausência de luz - efeito físico de abafamento e por alelopatia.
- ✓ Efeitos sobre patógenos de solo.

*As plantas de cobertura estimulam a multiplicação de macro, meso e microrganismos no solo, aumentando a biodiversidade e, em consequência, a ocorrência de inimigos naturais. Forma-se assim um SOLO SUPRESSIVO, no qual os patógenos estão presentes, porém sofrem a pressão de muitos outros microrganismos e formas de vida que competem por alimento, sendo também alterados outros mecanismos, como a dispersão das estruturas de propagação dos patógenos de solo (SCHILLINGER; PAULITZ, 2014; RISTAINO; PARRA; CAMPBELL, 1997; SIPILA; YRJALA; ALAKUKKU, 2012).*

Os benefícios das plantas de cobertura aumentam com o tempo de aplicação da prática, uma vez que as transformações geradas pelo processo são lentas em relação às práticas convencionais, mas cumulativas, o que estabelece caráter de sustentabilidade ao sistema implantado. O Quadro 2 apresenta detalhes do comportamento individualizado das 22 espécies vegetais para cobertura de solo, relatadas no Quadro 1.



**Quadro 2.** Comportamento agrônômico e serviços prestados aos agroecossistemas pelas plantas de cobertura de primavera-verão e outono-inverno. Incaper, 2018.

(continua)

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>	
Crotalaria-breviflora	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.                      Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.                      Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.                      Eficiente no controle de nematoides<sup>2</sup>. Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies: <i>Meloidogyne javanica</i>; <i>Meloidogyne incognita</i>; <i>Pratylenchus brachyurus</i>; <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.                      A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem o solo da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p>
Crotalaria-juncea	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.                      Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.                      Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.                      A floração abundante é muito atrativa e fornece pólen para insetos benéficos polinizadores.                      Traz resultados positivos no controle de tiririca.                      Promove o controle de plantas espontâneas/mato quando usada em consórcio com inhame, no plantio direto.                      Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies: <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.                      É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) para os nematoides das espécies: <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Meloidogyne incognita</i><sup>2</sup>.                      É boa hospedeira e aumenta a população do nematoide <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>.                      A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.                      Apresenta rapidez de cobertura do solo.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>	
Crotalária-ochroleuca	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.  Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.  Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.  A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.  Promove redução no número de plantas espontâneas.  Espécie rústica quanto a exigências em fertilidade do solo.  Boa para quebra-ventos e proteção de mudas contra insolação, na instalação de lavouras perenes.</p>
Crotalária-spectabilis	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.  Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.  Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.  Eficiente no controle de nematoides. Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies: <i>Meloidogyne javanica</i>; <i>Meloidogyne incognita</i>; <i>Pratylenchus brachyurus</i>; <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.  A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.  Promove a redução no número de plantas espontâneas.</p>
Feijão-de-porco	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.  Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.  Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.  Efeito inibidor sobre o desenvolvimento da tiririca devido à substância presente nas raízes noduladas.  A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.  Promove a redução no número de plantas espontâneas.  Apresenta rapidez de cobertura do solo. Tolerância a sombreamento parcial.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>	
Girassol	<p>A biomassa depositada sobre o solo forma cobertura mais estável, de maior relação C/N<sup>3</sup>. Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>. As flores são muito atrativas e fornecem pólen para insetos benéficos polinizadores. É uma opção de cultivo no verão-outono, com bons resultados. Não é hospedeira e, portanto, reduz a população de nematoides <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>. É boa hospedeira e aumenta a população de <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Meloidogyne javanica</i><sup>2</sup>. É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) ao nematoide <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>. A camada de palha formada na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos. Apresenta rapidez de cobertura de solo.</p>
Guandu-anão	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa. Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>. Atua como subsolador biológico pois o sistema radicular atua no rompimento de camadas compactadas de solo. Exsudações radiculares são responsáveis pela solubilização e disponibilização do fósforo combinado ao ferro. É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) para os nematoides <i>Meloidogyne javanica</i>; <i>Meloidogyne incognita</i>; <i>Pratylenchus brachyurus</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>. É boa hospedeira e aumenta a população do nematoide <i>Rotylenchulus reniformis</i><sup>2</sup>. A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos. As plantas apresentam sistema radicular vigoroso. Apresenta rapidez de cobertura do solo. Controle de plantas espontâneas. Boa para quebra-ventos e proteção de mudas contra insolação, na instalação de lavouras perenes.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>	
Lablab	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>De rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>É boa hospedeira de algumas espécies de nematoide.</p> <p>As plantas promovem excelente cobertura verde da superfície do solo, protegendo da insolação e do aquecimento, conservando a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas e evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta rapidez de cobertura do solo.</p> <p>Promove a supressão de plantas espontâneas com a biomassa abundante.</p>
Milheto	<p>A biomassa depositada sobre o solo forma cobertura mais estável, de maior relação C/N<sup>3</sup>.</p> <p>Espécie boa para produção de <i>mulch</i> vegetal para cobrir canteiros cultivados com olerícolas.</p> <p>É uma opção de cultivo no verão-outono, com bons resultados.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>A camada de palha de milho em canteiros para cultivo de alface promove redução da compactação da superfície do solo, redução do número de irrigações e controle de plantas espontâneas-mato.</p> <p>Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.</p> <p>É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) aos nematoides <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>.</p> <p>É boa hospedeira e aumenta a população do nematoide <i>Meloidogyne incognita</i><sup>2</sup>.</p> <p>A camada de palha formada na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Ciclo curto, aproveita pequenas “janelas” de tempo para rotação de culturas.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>	
Milho	<p>Função de cultura econômica e também para formação de palha no SPD.</p> <p>A biomassa depositada sobre o solo forma cobertura mais estável, de maior relação C/N<sup>3</sup>.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.</p> <p>É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) ao nematoide <i>Meloidogyne javanica</i><sup>2</sup>.</p> <p>É boa hospedeira e aumenta a população de <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>.</p> <p>A camada de palha formada na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p>
Mucuna-anã	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies: <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.</p> <p>É má hospedeira ou apresenta resposta variável para os nematoides das espécies: <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Meloidogyne incognita</i><sup>2</sup>.</p> <p>É boa hospedeira e aumenta a população do nematoide <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>.</p> <p>A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Crescimento inicial lento. Apresenta dormência de sementes.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>	
Mucuna-cinza	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Boa para recuperação de áreas degradadas.</p> <p>Promove o controle de <i>Bidens pilosa</i> L. (picão-preto), <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. (picão-branco) e <i>Cenchrus echinatus</i> (capim-carrapicho).</p> <p>Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies: <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.</p> <p>É má hospedeira ou apresenta resposta variável para os nematoides das espécies: <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Meloidogyne incognita</i><sup>2</sup>.</p> <p>É boa hospedeira e aumenta a população do nematoide <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>.</p> <p>A cobertura verde ou a camada de palha formada na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Crescimento inicial lento. Tolerância a sombreamento parcial. É uma opção de cultivo no verão-outono.</p>
Mucuna-preta	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Apresenta resultados positivos no controle de <i>Cyperus</i> sp. (tiririca).</p> <p>Boa para recuperação de áreas degradadas, formando densa e abundante cobertura de solo.</p> <p>Promove o controle de <i>Bidens pilosa</i> L. (picão-preto), <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. (picão-branco) e <i>Cenchrus echinatus</i> L. (capim-carrapicho).</p> <p>Supressão do crescimento de plantas espontâneas em geral.</p> <p>Não é hospedeira e reduz a população de nematoides das espécies: <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.</p> <p>É má hospedeira ou apresenta resposta variável para os nematoides das espécies: <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Meloidogyne incognita</i><sup>2</sup>.</p> <p>É boa hospedeira e aumenta a população do nematoide <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>.</p> <p>A cobertura verde ou a camada de palha formada na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos. Muito rústica e agressiva, apresenta dormência de sementes.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>OUTONO-INVERNO</b>	
Aveia-branca	<p>A biomassa depositada sobre o solo forma cobertura mais estável, de maior relação C/N<sup>3</sup>.  Promove o controle de <i>Bidens pilosa</i> L. (picão-preto).  Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.  Não é hospedeira e, portanto, reduz a população de nematoides <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.  É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) aos nematoides <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Meloidogyne javanica</i><sup>2</sup>.  É boa hospedeira e aumenta a população do nematoide <i>Pratylenchus brachiurus</i><sup>2</sup>.  A camada de palha formada na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.  Apresenta rapidez na cobertura do solo.</p>
Aveia-preta	<p>A biomassa depositada sobre o solo forma cobertura mais estável, de maior relação C/N<sup>3</sup>.  Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.  O cultivo em rotação de culturas melhora a sanidade do solo, reduz a ocorrência de patógenos.  Evita o desenvolvimento de <i>Urochloa plantaginea</i> (capim-marmelada).  Promove o controle de <i>Bidens pilosa</i> L. (picão-preto).  Não é hospedeira e, portanto, reduz a população de nematoides <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.  É boa hospedeira e aumenta a população de <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Meloidogyne javanica</i><sup>2</sup>.  É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) ao nematoide <i>Pratylenchus brachiurus</i><sup>2</sup>.  A camada de palha formada na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.  Apresenta rapidez na cobertura do solo.  Sistema radicular vigoroso.  Efeito alelopático sobre plantas espontâneas.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>OUTONO-INVERNO</b>	
Azevém-anual	<p>A biomassa depositada sobre o solo forma cobertura mais estável, de maior relação C/N<sup>3</sup>.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Apresenta efeito alelopático no controle de outras gramíneas.</p> <p>Atua no controle de <i>Sida rhombifolia</i> (guanxuma).</p> <p>A camada de palha formada na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Controle de plantas espontâneas residentes.</p>
Centeio	<p>A biomassa depositada sobre o solo forma cobertura mais estável, de maior relação C/N<sup>3</sup>.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Espécie rústica, tolerante a frio e a solos com pH baixo.</p> <p>O cultivo em rotação de culturas melhora a sanidade do solo, reduz a ocorrência de patógenos.</p> <p>Apresenta elevada capacidade de ciclagem de nutrientes, principalmente fósforo.</p> <p>Suas raízes profundas promovem o aprofundamento do perfil do solo.</p> <p>Apresenta efeito alelopático no controle de outras gramíneas.</p> <p>Evita o desenvolvimento de <i>Urochloa plantaginea</i> (capim-marmelada).</p> <p>A camada de palha formada na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta rapidez na cobertura do solo.</p> <p>Tolerante a temperaturas baixas.</p>



ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>OUTONO-INVERNO</b>	
Ervilha-forrageira	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio, após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta rapidez na cobertura do solo.</p>
Ervilhaca-comum	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Proporciona boa cobertura protetora do solo, verde e seca.</p> <p>Fácil ressemeadura natural.</p> <p>Eficiência na supressão de plantas espontâneas (mato).</p> <p>Florescimento no inverno e mesmo nos meses mais quentes na Região Serrana.</p> <p>Fornecimento de pólen para insetos polinizadores e predadores.</p> <p>Plantada antes do milho, é eficiente no controle de <i>Urochloa plantaginea</i> (capim-marmelada).</p> <p>Controle de <i>Bidens pilosa</i> L. (picão-preto).</p> <p>A cobertura verde ou a camada de palha formada na superfície protegem o solo da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta cobertura de solo muito eficiente no controle da erosão.</p> <p>Apresenta desenvolvimento inicial lento.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>OUTONO-INVIERNO</b>	
Ervilhaca-peluda	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Proporciona boa cobertura protetora do solo, verde e seca.</p> <p>Espécie de fácil ressemeadura natural, eficiente na supressão de plantas espontâneas (mato).</p> <p>Florescimento no inverno, época importante para fornecimento de pólen para insetos polinizadores e predadores.</p> <p>A cobertura verde ou a camada de palha formada na superfície protegem o solo da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta desenvolvimento inicial lento.</p>
Nabo-forrageiro	<p>Apresenta elevada capacidade de ciclagem de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo.</p> <p>A decomposição rápida da palha favorece a liberação de nitrogênio no solo beneficiando as culturas na sequência de rotação de culturas.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>Raízes vigorosas, subsolador biológico em cultivares com sistema radicular desenvolvido; promove efeitos físicos de descompactação do solo, formação de bioporos que auxiliam na captação de água das chuvas e aeração do solo.</p> <p>Florescimento no inverno, época importante para fornecimento de pólen para abelhas, insetos polinizadores e predadores.</p> <p>Opção de cultivo para verão-outono, plantios em março.</p> <p>Os restos culturais controlam plantas daninhas de folha larga.</p> <p>Efeito alelopático positivo no controle de <i>Euphorbia heterophylla</i> (amendoim-bravo), <i>Urochloa plantaginea</i> (capim-marmelada) e, <i>Digitaria horizontalis</i> (capim-colchão).</p> <p>Não é hospedeira e, portanto, reduz a população de nematoídeos <i>Rotylenchulus reniformis</i> e <i>Heterodera glycines</i><sup>2</sup>.</p> <p>É boa hospedeira e aumenta a população de <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Meloidogyne javanica</i><sup>2</sup>.</p> <p>É má hospedeira ou apresenta resposta variável (varia com a cultivar) ao nematoídeo <i>Pratylenchus brachyurus</i><sup>2</sup>.</p> <p>A cobertura verde na superfície do solo protege da insolação e do aquecimento, conserva a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta rapidez na cobertura do solo.</p>

ESPÉCIE	COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E SERVIÇOS AOS AGROECOSSISTEMAS
<b>OUTONO-INVERNO</b>	
Tremoço-azul	<p>Promove a fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>A cobertura verde ou a camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta rapidez na cobertura do solo.</p> <p>Sistema radicular vigoroso.</p>
Tremoço-branco	<p>Fixação biológica de nitrogênio atmosférico.</p> <p>Espécie de rápida decomposição e mineralização do nitrogênio após manejo da biomassa.</p> <p>Acumula nutrientes na massa de matéria seca, que são liberados ao solo no processo biológico de decomposição natural, após o manejo das plantas<sup>1</sup>.</p> <p>A cobertura verde ou camada de palha na superfície do solo protegem da insolação e do aquecimento, conservam a umidade na camada superior, onde se concentram as raízes das plantas, evitando estresses em resposta a eventos climáticos adversos.</p> <p>Apresenta rapidez na cobertura do solo.</p> <p>Sistema radicular vigoroso.</p>

**Fonte:** Elaborado pelos autores; <sup>2</sup>Inomoto e Asmus (2009);

<sup>4</sup>Teores de nutrientes na massa de matéria seca de plantas de cobertura são apresentados na Tabela 2;

<sup>3</sup>Quadro 3.

## 6 ESCOLHA DAS ESPÉCIES ADEQUADAS À REALIDADE LOCAL

A primeira meta a se alcançar nas práticas de manejo vegetativo com plantas de cobertura é a formação de uma camada inicial de palha.

*“A solução para melhor simular a natureza seria cultivar um conjunto de espécies com hábitos de crescimento e necessidades contrastantes, idealmente, de nichos complementares. A dificuldade reside justamente em identificar as complementariedades e encaixar o conjunto de espécies no sistema de rotação visado” (KHATOUNIAN, 2001).*

As espécies pesquisadas e descritas aqui foram escolhidas pelo seu potencial na formação de palhas e no manejo de culturas econômicas e pelo potencial de multifuncionalidade em atividades, como produção de sementes, alimentação animal, oferta de pólen na criação de abelhas, recuperação de áreas degradadas, função paisagística de embelezamento das propriedades como atrativo para o agroturismo (BAHIENSE et al., 2015).

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 ocorrem a partir do correto planejamento do cultivo, do manejo adequado das plantas de cobertura e da escolha criteriosa das espécies, de acordo com o diagnóstico inicial realizado.

Planeja-se a utilização de espécies para cobertura de solo e adubação verde de acordo com o resultado a que se quer alcançar, a época do ano, a região climática e as características de cada espécie, partindo-se, sempre, de um diagnóstico inicial das áreas de cultivo e das necessidades e interesses dos agricultores.

A seguir são apresentados os critérios adotados para escolha de espécies e definição de esquemas de rotação de culturas (ANGELETTI et al., 2016):

### 1 REALIDADE SÓCIO-ECONÔMICO-CULTURAL E INTERESSE DOS AGRICULTORES

Conhecer o sistema de produção e identificar os objetivos pretendidos pelos agricultores, dentro de sua realidade sócio-econômico-cultural é o passo inicial para pensar na aplicação das tecnologias.

### 2 DIAGNÓSTICO INICIAL DA ÁREA

Itens a serem observados:

- ✓ Análises químicas do solo;

- ✓ Abertura de pequena trincheira para observação do solo na subsuperfície:
  - Ocorrência de camada adensada/compactada natural ou por mecanização intensiva (“pé de grade”);
  - Profundidade de raízes;
  - Mudança de direção da raiz principal;
  - Presença de dejetos de organismos de solo, bioporos, buracos de minhoca e outros indicadores;
- ✓ Identificação da ocorrência de pragas e doenças das culturas nas áreas de interesse e no entorno como base para a seleção das espécies a serem utilizadas nas áreas;
- ✓ Ocorrência de plantas espontâneas (mato), principais espécies, limitações e manejo adotado, como base para definição das práticas de manejo inicial e cultural de controle da infestação.

### 3 CARACTERÍSTICAS CULTURAIS DOS AGRICULTORES NO USO DO SOLO

- ✓ Como é o uso da terra? Operações de preparo do solo? Características conservacionistas?
- ✓ Tem preocupação com o uso da terra e os efeitos no meio ambiente / sustentabilidade?

### 4 CONDIÇÕES DE CLIMA

- ✓ Região climática;
- ✓ Potencial de uso de espécies de primavera-verão;
- ✓ Potencial de uso de espécies de outono-inverno.

### 5 INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL

- ✓ Máquinas e implementos, equipamentos, etc.

### 6 VOCAÇÃO DAS ÁREAS

- ✓ De acordo com as potencialidades de uso da terra e as leis ambientais.

### 7 CARACTERÍSTICAS E BENEFÍCIOS DAS PLANTAS DE COBERTURA / ADUBOS VERDES

- ✓ Espécies com maior facilidade de adoção devido a tamanho de sementes;
- ✓ Facilidade de multiplicação e armazenamento das sementes;
- ✓ Disponibilidade de sementes e de fácil manejo;

- ✓ Facilidade de plantio, estabelecimento de população adequada de plantas;
- ✓ Recursos disponíveis para o manejo das espécies de cobertura / adubos verdes;
- ✓ Espécies para atender às necessidades/resolver os problemas identificados no diagnóstico inicial;
- ✓ Espécies para formação de palha; espécies para enriquecimento do solo;
- ✓ Espécies para **vitalizar** o solo;
- ✓ Etc...

A monocultura de plantas de cobertura (adubos verdes) pode trazer problemas ao agrossistema, semelhante ao que ocorre com a monocultura de espécies econômicas.

A compreensão sistêmica do processo envolvido e a integração das informações apresentadas certamente irão facilitar a escolha das espécies de primavera-verão e de outono-inverno a serem utilizadas no manejo vegetativo de agroecossistemas.

#### POTENCIAL DE MULTIFUNCIONALIDADE

É interessante escolher as espécies também pelo seu potencial de multifuncionalidade na propriedade rural, em atividades econômicas como:

- ✓ Produção de sementes;
- ✓ Alimentação animal;
- ✓ Oferta de pólen na criação de abelhas e alimentação de predadores;
- ✓ Recuperação de áreas degradadas;
- ✓ Função paisagística de embelezamento das propriedades como atrativo para Agroturismo e como cobertura de cortes de terrenos em morros que, além de provocar escorrimento superficial de terra, criam impacto visual negativo nas propriedades rurais, como relata Bahiense et al. (2015).

#### 8 OPERACIONALIDADE

O preparo inicial das áreas depende dos problemas e potenciais identificados. Geralmente, os primeiros desafios são a correção do solo, o manejo do mato e a quebra de camadas compactadas identificadas no diagnóstico.

Sugere-se, no caso do SPDP, estabelecer uma área inicial de, no máximo, 10% das áreas produtivas da propriedade até que se domine as peculiaridades das novas tecnologias que o compõem.

Iniciar por áreas improdutivas que precisam ser recuperadas e incorporadas ao processo produtivo é um meio interessante de conquistar a adesão de agricultores.

## **7 INSERINDO AS ESPÉCIES PARA COBERTURA DE SOLO NOS AGROECOSSISTEMAS PRODUTORES DE HORTALIÇAS E GRÃOS**

*[...] o uso de plantas de cobertura, e rotação de culturas tem um sentido fundamental, que é contribuir para um maior equilíbrio entre as relações solo-água-planta (ambiente como um todo) e uma consequente produção Sustentável de alimentos, fibras e energia em Harmonia com a Natureza (CALEGARI, 2010).*

### **7.1 NAROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS**

A rotação de culturas é um dos princípios do Sistema Plantio Direto na Palha, sendo considerada a “alma” do sistema.

Sugere-se que seja realizado um ciclo de cultivo anual com plantas de cobertura e dois ciclos de lavouras comerciais. O número de cultivos comerciais depende da duração do ciclo das espécies de interesse econômico e poderá ser maior do que dois, no caso de olerícolas.

A duração do ciclo das plantas de cobertura vai depender do tempo disponível (“janela” de rotação) para serem cultivadas. No geral, não deve ser menor do que 60 dias e nem superior a 90 dias, para não comprometer a rentabilidade econômica da propriedade.

Nessa modalidade, a planta de cobertura ocupa toda a área durante o tempo reservado para o estabelecimento de seus efeitos. Assim, as plantas produzem as maiores quantidades de biomassa e promovem um forte abafamento do mato. É também indicada antes do plantio de lavouras perenes ou para recuperar um solo muito degradado, fortemente erodido ou compactado (GUERREIRO, 2003).

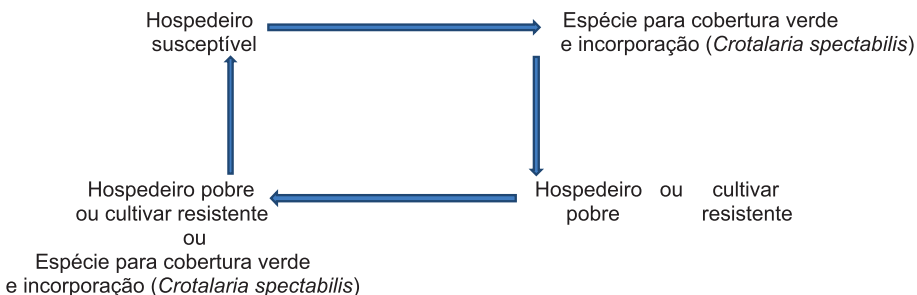
A maioria das espécies deve ser manejada em época de pleno florescimento. As flores das plantas de cobertura funcionam como atrativos para insetos polinizadores, o que é muito importante para as espécies olerícolas de polinização cruzada, como aquelas da família Cucurbitaceae.

O uso da rotação de culturas econômicas com plantas de cobertura/adubos verdes no manejo de nematoides e de doenças de solo apresenta bons resultados na agricultura de manejo convencional e também nas áreas cultivadas no SPDP. A partir da incorporação de matéria orgânica ao



solo para favorecer o desenvolvimento da biodiversidade de microrganismos (inimigos naturais de patógenos), forma-se um solo supressivo. Informações sobre algumas espécies de plantas de cobertura e seu comportamento no manejo de nematoides são apresentadas no Quadro 2.

Em áreas infestadas com nematoides do gênero *Meloydogine*, em culturas como tomate, quiabo e pepino, em que a população pode aumentar muito de um ciclo para o outro, sugere-se o esquema de sucessão, que combina cobertura vegetal com espécie antagonista ou hospedeiro pobre ou cultivares resistentes (Figura 24).



**Figura 24.** Esquema de manejo de nematoides por meio de sucessão de espécie antagonista, hospedeiro pobre ou cultivares resistentes.

**Fonte:** Adaptado de Angeletti e Fonseca (1987).

Há recomendações de que a área total explorada com hortaliças deva ter sempre a quarta parte plantada com milho ou com uma cultura saneadora (milheto, aveia-preta, aveia-branca, centeio, etc.), mudando-se a cada ano esse setor da área total. Se o solo estiver infestado com patógenos, como medida de correção, 3/4 da área deve ser cultivada com cultura saneadora e 1/4 com hortaliças.

No caso de áreas de produção comercial de olerícolas no sistema plantio direto (SPDP) há recomendações práticas de que a área total seja dividida em três ou quatro talhões, em que as rotações de culturas possam ser realizadas adequadamente, onde a mesma cultura volte a se repetir na mesma área após período de dois anos.

### 7.1.1 Relato de rotações de culturas em sistema de manejo orgânico em região de temperaturas abaixo de 10 °C no inverno

Santos (2003) relata experiência prática em propriedade rural de Ibiúna, São Paulo, altitude de 950 metros, região produtora de olerícolas. O planejamento da produção está baseado numa sequência de alface

americana > brócolis-de-cabeça-única > milho-verde (na primavera) e depois ervilhaca consorciada com aveia-preta. Dependendo da época do ano e da fertilidade do solo do talhão, pode ser plantado um lote de tomate, mandioquinha salsa ou batata-inglesa.

*Nos talhões em que a colheita de brócolis termina entre abril e julho, faz-se a semeadura da ervilhaca/aveia-preta, nas entrelinhas de brócolis (na fase final do ciclo). Quando a colheita termina, a adubação verde já está com mais de 30 dias, a aveia cresce primeiro, depois a ervilhaca é deixada até encerrar o ciclo. Este sistema tem permitido a redução da compra de insumos de fora da propriedade, como adubos orgânicos, cama-de-frango, compostos e farelos para produção de adubos orgânicos. Ao mesmo tempo, a melhoria do solo e do domínio técnico das culturas têm permitido ganhos crescentes de produtividade e qualidade, tanto para alface-americana quanto para brócolis, milho-verde, tomate e mandioquinha-salsa (SANTOS, 2003).*

Com as temperaturas mínimas de inverno inferiores a 10 °C, tem sido possível cultivar olerícolas o ano todo, ao longo dos anos, sem riscos cumulativos de explosão de pragas; as condições climáticas produzem uma redução natural das populações de insetos causadores de dano.

### **7.1.2 Rotações de culturas no manejo orgânico, com temperaturas acima de 12 °C no inverno**

Ainda de acordo com Santos (2003), em regiões de inverno em que as temperaturas mínimas são maiores de 12 °C, a atividade biológica se mantém intensa o tempo todo, viabilizando tanto a produção de hortaliças de fruto como cucurbitáceas e solanáceas durante o inverno quanto a manutenção de um estoque viável de insetos-pragas dessas culturas, para o próximo verão.

Se for feito um planejamento da produção de hortaliças que se estenda a partir da primavera até o verão, no outono seguinte, é provável que haja populações de insetos mais elevadas que no ano anterior e, na sequência, ao final da primavera a população de insetos poderá ser tão alta que poderá causar grandes danos e perdas econômicas.

Em propriedades orgânicas das regiões baixas e quentes em que as temperaturas de inverno são maiores de 12 °C, é necessário criar estratégias para manter baixa, a população de insetos potencialmente causadores de danos econômicos, de um ano para o outro.

Nesse caso, deixar de plantar culturas susceptíveis a pragas não é suficiente. É necessário ocupar o solo com o cultivo de espécies vegetais não hospedeiras e que não deem espaço para o desenvolvimento de plantas espontâneas que sejam hospedeiras alternativas de pragas e viroses.

Em propriedade orgânica na região de Campinas, adota-se um plano de rotação de culturas comerciais com adubos verdes de verão e de inverno incluindo espécies fixadoras de nitrogênio com espécies para produção de biomassa, em rotação com abobrinha-italiana, vagem-rasteira, pimentão-verde, cebola, pepino-caipira, em campo aberto. Em estufa, são cultivados tomate-cereja, tomate em penca, pepino-japonês, pimentão colorido e melão. As espécies de verão cultivadas como não hospedeiras são milho-verde e *Crotalaria juncea*. Durante o inverno, são incluídas outras espécies não hospedeiras, como milheto e aveia-preta.

## 7.2 EM CONSÓRCIO COM ESPÉCIES COMERCIAIS

As plantas de cobertura são cultivadas em consórcio com a cultura econômica, seja ela anual, seja perene.

O consórcio deve ser bem-planejado para não haver competição por água, luz e nutrientes, além de estimular a diversidade de espécies e famílias botânicas. Hábitos de crescimento e profundidade de raízes também devem ser considerados no planejamento, entre outros, para que a cultura principal se beneficie da presença das plantas de cobertura, pela proteção do solo, disponibilização de nutrientes, abafamento do mato, redução da temperatura do solo, favorecimento da atividade biológica e do desenvolvimento das plantas comerciais (GUERREIRO, 2003).

## 8 INDICADORES PARA CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA

A Tabela 3 contém os indicadores técnicos de espaçamento, densidade de semeadura, gasto de sementes, profundidade de plantio e massa de 100 sementes, para embasar o planejamento e o cultivo das 22 espécies de plantas de cobertura apresentadas no Quadro 1. No Quadro 3, são apresentadas características de comportamento das espécies de primavera-verão e outono-inverno.

**Tabela 3.** Indicadores técnicos utilizados na introdução, adaptação e cultivo de plantas para cobertura de solo e adubação verde na Região Serrana do ES. Dados do ES: Incaper, 2018.

(continua)

ESPÉCIE	ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS <sup>1</sup>		DENSIDADE DE SEMEADURA <sup>1</sup>		GASTO DE SEMENTES <sup>1</sup>		PROFUNDIDADE DE PLANTIO <sup>1</sup>	MASSA DE 100 SEMENTES <sup>2</sup>
	(cm)	Em linhas (n° sem./m linear)	A lanço (n° sem./m quadrado)	Semeadura em linhas (Kg/ha)	Semeadura a lanço (Kg/ha)			
		PRIMAVERA-VERÃO						
Crotalária-breviflora	50	33	75 a 80	12	15	2 a 3	2,07	
Crotalária-juncea	50	25	55 a 60	25	30	2 a 3	4,88	
Crotalária-ochroleuca	50	43	100 a 120	06	08	2 a 3	0,58	
Crotalária-spectabilis	50	33	80 a 85	12	15	2 a 3	1,78	
Feijão-de-porco	50	05	10 a 12	100	120	2 a 5	114,55	
Girassol	80	07	20 a 25	12	15	2 a 3	7,76	
Guandu-anão	50	23	55 a 60	100	120	2 a 3	9,03	
Lablab	50	11	25 a 30	50	60	2 a 3	24,93	
Milheto	25	53	240 a 250	12	15	2 a 3	0,58	
Milho	80 - 100	05	10 a 12	20	30	3 a 5	34,06	
Mucuna-anã	50	07	14 a 16	100	100	2 a 5	59,52	
Mucuna-cinza	50	04	08 a 10	90	90	2 a 5	93,07	
Mucuna-preta	50	04	08 a 10	80	80	2 a 5	64,95	

(conclusão)

ESPÉCIE	ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS <sup>1</sup>		DENSIDADE DE SEMEADURA <sup>1</sup>		GASTO DE SEMENTES <sup>1</sup>		PROFUNDIDADE DE PLANTIO <sup>1</sup>	MASSA DE 100 SEMENTES <sup>2</sup>
	(cm)	Em linhas (n° sem./m linear)	A lança (n° sem./m quadrado)	Semeadura em linhas (Kg/ha)	Semeadura a lança (Kg/ha)	(cm)		
<b>OUTONO-INVERNO</b>								
Aveia-preta	25	65	300 a 320	55	65	2 a 3	1,54	
Aveia-branca	25	55	250 a 350	55	65	2 a 3	2,02	
Azevém	25	01(g/ml) <sup>3</sup>	1200 a 1300	20	25	1 a 2	0,17	
Centeio	25	80 a 90	250 a 350	60	80	2 a 3	2,03	
Ervilha-forrageira	50	15 a 20	38 a 50	35	45	2 a 3	12,25	
Ervilhaca-comum	50	30	90 a 100	30	40	2 a 3	3,81	
Ervilhaca-peluda	50	30	90 a 100	25	30	2 a 3	2,42	
Nabo-forrageiro	25	25	120 a 140	12	15	1 a 2	1,21	
Tremoço-azul	60 - 80	08 a 10	18 a 20	50	60	2 a 3	15,08	
Tremoço-branco	60 - 80	08 a 10	18 a 20	50	60	2 a 3	32,00	

**Fonte:** <sup>1</sup> Categori (2002); Wildner (2003); Carlos, Costa J. e Costa M. (2006); Wuitke et al. (2009).

<sup>2</sup> Dados de pesquisa Incaper, média de três amostras de sementes comerciais de anos diferenciados.

<sup>3</sup> Gramas de sementes por metro linear de sulco.



**Quadro 3.** Características de comportamento de espécies de primavera-verão e outono-inverno.

(continua)

ESPÉCIE	FLORAÇÃO (Nº DIAS) <sup>1</sup>	CRESCIMENTO INICIAL <sup>1</sup>	TOLERÂNCIA À SECA <sup>2</sup>	REBROTA <sup>1</sup>	QUALIDADES ADAPTATIVAS E RESSEMEADURA NATURAL	RELAÇÃO C/N <sup>1</sup>
Crotalária-breviflora	90 - 100	Rápido	RTS	Insuficiente a Suficiente	Ressemeadura insuficiente	14 - 18
Crotalária-junceae	90 - 120	Muito rápido	RTS	Boa	Ressemeadura insuficiente Rapidez de cobertura do solo	17 - 19
Crotalária-ochroleuca	120 - 150	Mediano	Sensível no início. Tolera seca após estabelecida	Insuficiente	Agressiva, rústica, adapta-se a solos de baixa fertilidade Ressemeadura insuficiente	15
Crotalária-spectabilis	90 - 100	Mediano	NTS	Insuficiente	Ressemeadura insuficiente Rusticidade	18
Feijão-de-porco	90 - 100	Rápido	TS	Suficiente	Rústico Precocidade, rapidez de cobertura de solo	10 - 16
Girassol	60 - 90	Rápido	TS	Insuficiente	Ressemeadura insuficiente	22 - 33
Guandu-anão	90 - 120	Mediano	TS	Boa	Ressemeadura insuficiente Rusticidade	15 - 22
Lablab <sup>3</sup>	120 - 150	Rápido	RTS	Insuficiente a Suficiente	Ressemeadura suficiente Rusticidade, rapidez de cobertura do solo	18
Milheto	60 - 90	Rápido	TS	Boa	Ressemeadura insuficiente Rusticidade, precocidade	30 - 43

(continua)

ESPÉCIE	FLORAÇÃO (Nº DIAS) <sup>1</sup>	CRESCIMENTO INICIAL <sup>1</sup>	TOLERÂNCIA À SECA <sup>2</sup>	REBROTA <sup>1</sup>	QUALIDADES ADAPTATIVAS E RESSEMEADURA NATURAL	RELAÇÃO C/N <sup>1</sup>
<b>PRIMAVERA-VERÃO</b>						
Mucuna-anã	90 - 120	Mediano	RTS	Suficiente	Ressemeadura suficiente Rusticidade, precocidade, rapidez na cobertura do solo	12 - 20
Mucuna-cinza <sup>3</sup>	120 - 150	Rápido	TS	Suficiente	Ressemeadura suficiente Rusticidade, rapidez na cobertura do solo	10 - 22
Mucuna-preta <sup>3</sup>	150 - 180	Rápido	TS	Suficiente	Agressiva, rústica, rapidez na cobertura do solo Ressemeadura suficiente	12 - 21
<b>OUTONO-INVÉRNO</b>						
Aveia-branca	120	Rápido	SI	Boa	Ressemeadura insuficiente, rapidez de cobertura do solo	33 - 47
Aveia-preta	70 - 150	Rápido	TS em áreas de plântio direto	Boa	Rústica, rapidez de cobertura do solo Ressemeadura insuficiente	21 - 42
Azevém	150 - 180	Mais lento	SI	Boa	Ressemeadura forte Rusticidade, agressividade	36
Centeio	90 - 110	Rápido	TS	Boa	Tolerante a solos ácidos e com alumínio Rusticidade, precocidade, Rapidez de cobertura do solo Ressemeadura insuficiente	19 - 42
Ervilhaca-comum	120 - 150	Lento	NTS	Boa	Boa ressemeadura	10 - 24

(conclusão)

ESPÉCIE	FLORAÇÃO (Nº DIAS) <sup>1</sup>	CRESCIMENTO INICIAL <sup>1</sup>	TOLERÂNCIA À SECA <sup>2</sup>	REBROTA <sup>1</sup>	QUALIDADES ADAPTATIVAS E RESSEMEADURA NATURAL	RELAÇÃO C/N <sup>1</sup>
<b>OUTONO-INVERNO</b>						
Ervilhaca-peluda	140 - 160	Lento	NTS	Boa	Rústica Boa ressemeadura	16
Ervilha-forrageira	80 - 110	Muito rápido	NTS	Suficiente	Ressemeadura insuficiente Rapidez de cobertura do solo	12 - 21
Nabo-forrageiro <sup>3</sup>	60 - 90	Muito rápido	Tolerante à seca em área de plantio direto	Boa	Boa ressemeadura Rusticidade, precocidade Rapidez de cobertura do solo	10 - 34
Tremoço-azul	100 - 120	Rápido	ND	Insuficiente	Ressemeadura insuficiente Rusticidade, rapidez de cobertura do solo	16,6 - 19,4
Tremoço-branco	100 - 120	Rápido	ND	Insuficiente	Ressemeadura insuficiente Rapidez de cobertura do solo	14 - 23

**Fonte:** <sup>1</sup>Ambrosano et al. (2013); Calegari, (2002); Carlos, Costa J. e Costa M. (2006); Wildner (2003); Wutke et al. (2009); Wutke, Calegari e Wildner (2014); Souza et al. (2014).

<sup>2</sup>TS – Tolerante à seca. NTS – Não tolerante à seca. RTS – Relativamente tolerante à seca; ND – informação não disponível.

<sup>3</sup>Exige cuidados com a ressemeadura natural após floração e formação de sementes, para não haver infestação na cultura seguinte.

Não existe uma planta 'milagrosa', e sim um grande número de espécies que apresentam comportamentos e potenciais de uso diferenciados, para abordar os problemas diagnosticados. Observa-se comportamento diferenciado entre as espécies (Quadro 3). Com relação ao número de dias para a floração, as espécies mais precoces são girassol, milho e nabo-forrageiro, variando de 60 a 90 dias. Quanto ao crescimento inicial, há espécies com desenvolvimento muito rápido, rápido, mediano, lento e mais lento. As informações disponíveis sobre tolerância à seca, rebrota, qualidades adaptativas, ressemeadura natural ajudam a definir as estratégias de misturas de plantas, entre outros aspectos tecnológicos.

A Relação C/N também é apresentada no Quadro 3, a partir da qual pode-se planejar as espécies quando se quer formar, por exemplo, uma cobertura de palha mais estável, escolhendo-se os materiais com maior relação C/N. Por outro lado, quando se quer enriquecer o solo na rotação de culturas para o plantio subsequente, deve-se escolher as relações mais baixas, com carbono mais baixo e nitrogênio mais alto, em que os tecidos vegetais são de mais fácil decomposição facilitando a disponibilização de nutrientes.

## **9 AUMENTANDO O PODER DA BIODIVERSIDADE: MISTURAS DE PLANTAS DE COBERTURA**

Para formação de uma boa cobertura de solo é importante misturar as espécies, visando aos múltiplos benefícios, incluindo leguminosas (fabáceas) e gramíneas (poáceas) e outras famílias, em misturas ou coquetéis de plantas de cobertura.

Pode-se, por exemplo, planejar uma mistura para inicialmente estimular a vitalidade do solo – o desenvolvimento da vida do solo – através das leguminosas e brássicas, de rápida decomposição, estimulando a multiplicação inicial rápida de organismos do solo, combinadas com gramíneas e girassol, espécies de maior relação Carbono/Nitrogênio que vão garantir uma cobertura mais duradoura do solo, que, por sua vez, vai manter a umidade e permitir a permanência da vida do solo.

A formação de coquetéis, misturas, consórcios de espécies para cobertura de solo e adubação verde apresenta vantagens em relação ao cultivo das espécies, individualmente.

Procura-se imitar o pousio natural. É feita uma mistura de sementes com espécies de diferentes famílias botânicas, visando a aumentar a biodiversidade e a complementaridade de ações a partir das características individuais. Os benefícios obtidos com as plantas de uma família são complementados pelos benefícios das espécies de famílias diversas.

Como exemplo, é apresentado a seguir um consórcio muito usado no SPDP, com espécies de outono-inverno:

### Aveia-preta + Nabo-forrageiro + Ervilha-forrageira

Associa-se os benefícios da formação de palha mais estável (aveia-peta) com o benefício da descompactação do solo, formação de bioporos para infiltração de água no solo e produção de pólen para alimentação de abelhas e inimigos naturais (nabo forrageiro) e a fixação biológica de nitrogênio (pela ervilha-forrageira).

O Quadro 4 contém Indicações para compor um coquetel com 12 espécies, a partir de experiências e resultados da Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD) e Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD).

**Quadro 4.** Coquetel criado na Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica e Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural – IBD Botucatu.

Família	Nome Científico	Nome Comum	kg/ha
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Milho (porte alto)	24
Fabaceae	<i>Stizolobium aterrimum</i>	Mucuna-preta	16
Fabaceae	<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão-de-porco	16
Fabaceae	<i>Dolichos lab-lab</i>	Lablab	12
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i>	Guandu	10
Asteraceae	<i>Helianthus annus</i>	Girassol	8
Fabaceae	<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalária	5
Polygonaceae	<i>Ricinus communis</i>	Mamona	5
Fabaceae	<i>Vigna unguiculata</i>	Caupi	4
Poaceae	<i>Panicum miliaceum</i>	Painço	4
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	2
Fabaceae	<i>Tephrosia cândida</i>	Tefrósia	1
<b>Espécies Opcionais</b>			
Fabaceae	<i>Canavalia brasiliensis</i>	Feijão-bravo-do-Ceará	8
Fabaceae	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	Crotalária-africana	5
Fabaceae	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogônio	4
Poaceae	<i>Sorgum vulgare</i>	Sorgo-forrageiro	4
Fabaceae	<i>Crotalaria anagyroides</i>	Crotalária-anagiroides	3
Poaceae	<i>Pennisetum typhoideum</i>	Milheto	2
Polygonaceae	<i>Fogopyrum esculentum</i>	Trigo-sarraceno	2

**Fonte:** Lima (2002); Wildner (2003); Carlos, Costa J. e Costa M. (2006).

O uso do coquetel é sugerido para recuperação de áreas degradadas. No entanto, segundo relatos de agricultores, é também eficiente na produção de biomassa para incorporação ao solo antes do preparo de canteiros para produção de hortaliças em cultivo biodinâmico, por até três ciclos contínuos.

Experiência de adaptação desse coquetel para produção de biomassa na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper resultou na formação de 8,1 t/ha de massa seca, com 80 dias de ciclo.

## 10 EXPERIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DAS PLANTAS DE COBERTURA EM MANEJO DE AGROECOSSISTEMAS NO ESPÍRITO SANTO

O potencial diversificado de uso das plantas de cobertura/adubos verdes, comprovado em experiências de validação, é apresentado nas Figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 e 36, de acordo com Muniz et al. (2017).



**Figura 25.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto, mostrando campo cultivado com aveia-preta e ervilha-forrageira, como rotação de culturas de cobertura de inverno.

**Fonte:** Muniz et al. (2017).





**Figura 26.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto, mostrando rotação de culturas econômicas no SPDP.

Fonte: Muniz et al. (2017).



**Figura 27.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto, mostrando na prática a retenção de água em solo cultivado com feijão em SPDP.

Fonte: Muniz et al. (2017).



**Figura 28.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto, mostrando rotação de culturas de outono-inverno com mix de nabo-forrageiro, aveia-preta e tremoço-branco.

**Fonte:** Muniz et al. (2017).



**Figura 29.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto.

**Fonte:** Muniz et al. (2017).





**Figura 30.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto, mostrando área em SPDP com rotação de verão, milho + crotalaria-juncea.

Fonte: Muniz et al. (2017).



**Figura 31.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto, mostrando rotação de culturas de verão para formação de palha, com cultura econômica (milho) + planta de cobertura (feijão-de-porco).

Fonte: Muniz et al. (2017).



**Figura 32.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto.

Fonte: Muniz et al. (2017).



**Figura 33.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto, mostrando a criatividade de agricultor familiar na abertura de covas para o plantio de beterraba e repolho em SPDP.

Fonte: Muniz et al. (2017).





**Figura 34.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto.

**Fonte:** Muniz et al. (2017).



**Figura 35.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto.

**Fonte:** Muniz et al. (2017).



**Figura 36.** Ilustração de Calendário Temático Sistema Plantio Direto.

**Fonte:** Muniz et al. (2017).

## 11 REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2004. 120p.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 189-197, 2001. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1802/180218347021/>>. Acesso em: dez. 2017.

AMBROSANO, E.J.; CANTARELLA, H.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; SILVA, E. C. da; AMBROSANO, G. M. B.; DIAS, F. L. F.; TRIVELI, P. C. O.; MURAOKA, T. Desempenho de adubos verdes e da primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivados consorciadamente. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Passo Fundo, v. 8, n. 3, 2013.

ANGELETTI, M. da P.; FONSECA, A. F. A. da. **Instruções técnicas para o cultivo comercial de hortaliças em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa, 1987. 67p. (Circular Técnica, 11).

ANGELETTI, M. da P.; SOUZA, J. L. De; COSTA, H.; SOUZA, G. S. de; EWALD, M. C.; BREMEMKAMP, C.; MUNIZ, E. S.; BAHIENSE, D. V. Utilização de espécies vegetais como cobertura de solo no sistema plantio direto e como adubação verde na Região Serrana do ES. **Revista Científica Intelecto**, Venda Nova, v. 1, n. 2, dez. 2016.



ANGELETTI, M. da P.; SOUZA, J. L. de; COSTA, H.; DE PAULA, E.; MUNIZ, E. S.; LAURETT, L.; GONÇALVES, H. C. Plantas para cobertura de solo e manejo da biodiversidade em agroecossistemas da agricultura familiar no Espírito Santo. **Cadernos de Agroecologia**, Passo Fundo. v.13, 2017. (No Prelo).

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. do P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 425-435, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v29n3/25743.pdf>>. Acesso em: dez. 2017.

BABIENSE, D. V.; SOUZA, J. L. de; FAVARATO, L. F.; OLIVEIRA, J. M. S.; ANGELETTI, M. P. Coleção de plantas de cobertura para uso no sistema plantio direto na palha e no aumento da biodiversidade de agrossistemas. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 15., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR, 9. , ENCONTRO NACIONAL DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 5., 2015. **Anais...** São José dos Campos: Ciência, Luz e Tecnologias, 2015. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2015/anais/arquivos/RE\\_0563\\_0504\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2015/anais/arquivos/RE_0563_0504_01.pdf)>. Acesso em: jul. 2017.

BLANCO-CANQUI, H.; SHAVER, T. M.; LINDQUIST, J. L.; SHAPIRO, C. A.; ELMORE, R. W.; FRANCIS, C. A.; HERGERT, G. W. Cover crops and ecosystem services: insights from studies in temperate soils. **Agronomy Journal**, v. 107, p. 2449-2474, 2015. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1835&context=agronomyf>>. Acesso em: dez. 2017.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. **Agroecologia Hoje**. Botucatu, v. 2, n. 14, p. 14-19, 2002.

CALEGARI, A. Rotação de culturas / culturas de cobertura. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 12., 2010. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2010. p. 165-172.

CALEGARI, A. Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 507p. 1v.

CALEGARI, A.; CARLOS, J. A. D. Recomendações de plantio e informações sobre o uso de espécies para adubação verde no Brasil. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 478p. 2v.

CANALI, L. B.; SÁ, J. C. de M.; SANTOS, J. B. dos; FERREIRA, A. O.; BRIEDIS, C.; TIVET, F. Proposta de um protocolo para a validação e certificação da qualidade do SPDP relacionada à redução das emissões de CO<sub>2</sub>. In: CANALLI, L.B. ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. 12., **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2010. p. 85-94.

CARLOS, J. A. D.; COSTA, J. A. da; COSTA, M. B. da. **Adubação verde**: do conceito à prática. Piracicaba: ESALQ, 2006. 32p. (Série Produtor Rural, 30).

CLARCK, A. **Managing cover crops profitability**. Beltsville: Sustainable Agriculture Research and Education (SARE), 2008. 248 p.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto (SPD). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 20-31, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/2177/WOS000266649000003.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em: dez. 2017.

De MORI, C.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MIRANDA, M. Z. de. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura do centeio**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2013. 26p. (Documento 142). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/969149/1/2013documentosonline142.pdf>>. Acesso em jul. 2017.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; BAILEY, B. A. Role of Cover Crops in Improving Soil and Row Crop Productivity. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 36, n. 19, p. 2733-2757, 2005. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=35779&content=PDF>>. Acesso em: dez. 2017.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G. J. de; MORAIS, A. R. de; ALMEIDA, K. de; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.

FREIRE de MELO, R.; DIAS, L. E.; VARGAS de MELLO, J. W.; ALVES DE OLIVEIRA, J. Potencial de quatro espécies herbáceas forrageiras na fitorremediação de solo contaminado por arsênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 455-466, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1802/180214232023/>>. Acesso em: dez. 2017.

GASSEN, D.; GASSEN, F. **Plantio Direto**: o caminho do futuro. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996, 207 p.

GUERREIRO, C. P. V. Diferentes métodos de adubação verde. In: ENCONTRO BIOMASSA: ADUBOS ORGÂNICOS E MANEJO DA BIOMASSA, 1 e 2., 2002, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA, 2003. p. 47-50.

HOETTE, G. D. **Missouri no-till planting systems**. Missouri University Extension, 1993 a 2015. Disponível em: <<https://extension2.missouri.edu/m164> e <https://extension2.missouri.edu/publications/copy/>>. Acesso em: nov. 2017.

HOMMA, S. K. Fertilizantes orgânicos e manejo da biomassa em horticultura. In: ENCONTRO BIOMASSA: ADUBOS ORGÂNICOS E MANEJO DA BIOMASSA, 1 e 2., Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA, 2003. p. 97-101.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, L. Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematoides. **Visão Agrícola**. Piracicaba, v. 9, p. 112-116, 2009.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu, 345p. 2001.

LANDIS, D. A. Designing agricultural landscapes for biodiversity – based ecosystem services. **Basic and Applied Ecology**, n. 18, p. 1-12, 2017.

LIMA, P. C. Leguminosas para cafeicultura orgânica: coquetel de adubos verdes. **Agroecologia Hoje**, v. 2, n.14. p. 24-25, 2002.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CHAGAS, K.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PROCÓPIO, S. O. Uso de leguminosas na fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 390-396, 2012. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/2530/253025284001/>>. Acesso em: dez. 2017.

MADEIRA, N. R. Inovações tecnológicas no cultivo de hortaliças em sistema plantio direto. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2, p. 4024-4032, 2009.

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. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 507p. 1 v.

MINAMI, W. S.; BRANCO, R. B. F.; SUGUINO, E.; BLAT, S. F.; BOLONHEZI, D. Estabelecimento da vegetação espontânea em sistema de plantio direto do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 1344-1347, 2009.

MUNIZ, E. S.; ANGELETTI, M. da P.; SOUZA, G. S.; SOUZA, J. L.; LAURETT, L.; OLIVEIRA, G.M. Calendário 2017. **Série Calendário Temático**, Santa Maria de Jetibá, ES: STRSMJ/Incapar, 2017. 12p.

NATHAN, M.; REINBOTT, T. **Cover crops and green manure crops**. University of Missouri: Integrated Pest Management, 2011. Disponível em: <<https://ipm.missouri.edu/meg/2011/8/Cover-Crops-and-Green-Manure-Crops/>>. Acesso em: ago. 2017.

NETTO, D. A. M.; OLIVEIRA, A. C. de; SANTOS, F. G. dos; TEIXEIRA, F. F. **Coleção núcleo de milho da Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 36 p. (Documentos, 74). Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS-2009-09/21394/1/Doc\\_74.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS-2009-09/21394/1/Doc_74.pdf)>. Acesso em: set. 2017.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; PONTI, L. **Controle biológico de pragas através do manejo dos agroecossistemas**. Brasília, DF: MDA, 2007. 31p.

RALISCH, R.; AQUINO, A. M. de; CAMPIOLO, S.; ALMEIDA, E.; BRUNO, J.; TRAMONTINA, D. C. Plano piloto para a validação e certificação da biodiversidade no sistema plantio direto na palha. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 12., 2010. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2010. p. 157-164.

RISTAINO, J. B.; PARRA, G.; CAMPBELL, C. L. Supression of Phytophthora blight in bell pepper by a no-till wheat cover crop. **Phytopathology**, v. 87, n. 3, p. 242 – 249, 1997. Disponível em: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.1997.87.3.242>>. Acesso em: dez. 2017.

ROSA, D. M.; NOBREGA, L. H. P.; MAULI, M. M.; LIMA, G. P. de; PACHECO, F. P. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 221-230, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v48n2/1806-6690-rca-48-02-0221.pdf>>. Acesso em: dez. 2017.

SANTILLI, J.; BUSTAMANTE, P. G.; BARBIERI, R. L. Agrobiodiversidade. **Coleção Transição agroecológica**, n.2, Embrapa. Brasília, 2015. 308 p.

SANTOS, L. G. de C. Fertilizantes orgânicos e manejo de biomassa em horticultura orgânica. In: ENCONTRO BIOMASSA: ADUBOS ORGÂNICOS E MANEJO DA BIOMASSA, 1 e 2., Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA. 2003. p. 87-96.

SCHILLINGER, W.F.; PAULITZ, T. C. Natural suppression of Rhizoctonia bare patch in a long-term no-till cropping systems experiment. **Plant Disease**, v. 98, n. 3, 2014. Disponível em: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-04-13-0420-RE>>. Acesso em: dez. 2017.

SILVA, H. B. C. da; CANAVESI, F. de C. **Conhecimento, tecnologia e inovação para o fortalecimento da agricultura familiar**: contribuições das organizações estaduais de pesquisa agropecuária. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília, 2014. 267 p.

SOUZA, C. M. de; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. de. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: UFV, 2012. 108 p. (Série Didática).

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 2008. **Glossary of soil science terms**. Madison, WI.: SSSA, 2008, 88 p. Disponível em: <<http://blogs.upm.es/techenglish/wp-content/uploads/sites/53/2015/05/Soil-Science-glossary.pdf>>. Acesso em: dez. 2017.

SIPILA, T. P.; YRJÄLÄ, K.; ALAKUKKU, L. Cross-site soil microbial communities under tillage regimes: fungistasis and microbial biomarkers. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 78, n. 23, p. 8191-8201, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3497356/>>. Acesso em: dez. 2017.

STAPLETON J, BAÑUELOS G. Biomass crops can be used for biological disinfestation and remediation of soils and water. **Calif. Agr.**, v. 63, n. 1, p. 41-46, 2009. Disponível em: <<http://calag.ucanr.edu/Archive/?article=ca.v063n01p41>>. Acesso em: dez. 2017.

WILDNER, L. do P. Produção de fitomassa em sistemas de produção de grãos. In: ENCONTRO BIOMASSA: ADUBOS ORGÂNICOS E MANEJO DA BIOMASSA, 1 e 2., 2002, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA, 2003. p. 59-78.

WILKINSON, I. **Making the most of green manures**: a webinar for farmers. Cotswold Seeds, mar. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=C8JKi6iWBQ>>. Acesso em: ago. 2016.

WUTKE, E. B.; TRANI, P. E.; AMBROSANO, E. J.; DRUGOWICH, M. I. **Adubação verde no Estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 2009. 89 p. (Boletim Técnico, 249).

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. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 507 p. 1 v.

## APOIO



**GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO**

*Secretaria de Ciência, Tecnologia,  
Inovação e Educação Profissional*



## REALIZAÇÃO



**GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO**

*Secretaria da Agricultura,  
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*

