

& Tecnologia Agrícola

Trigo

**Fatores que
elevam a
produtividade**

**Ocorrência e manejo
de pragas em
soja Bt e não Bt**

**Lavoura comercial de soja
sem fungicida e inseticida.
É possível?**

**Proibição do Paraquat,
quais herbicidas
podem substituí-lo?**

Revista

ISSN 16778081

Plantio Direto

& Tecnologia Agrícola

Edição 175 - Maio/Junho de 2020

Aldeia Norte Editora Ltda
Rua Uruguai, 421, sala 702, Albert Einstein Center
99010-110 - Passo Fundo/RS
Fone (54) 3311 1235
Whatsapp 54 9 99449551
e-mail revista@plantiodireto.com.br

Fundador

Gilberto de Oliveira Borges
(1947-2002)

Diretor | Editor Técnico

João Manoel Borges
jm.borges@plantiodireto.com.br

Diretora

Juliane Borges
juliane.borges@plantiodireto.com.br

Conselho Consultivo

Antonio Luis Santi
(Universidade Federal de Santa Maria)

Elmar Floss
(Grupo Floss)

Erlei Melo Reis
(Universidade de Passo Fundo)

Fernando Penteado Cardoso
(Fundação Agrisus)

Gilberto Cunha
(Embrapa Trigo)

João Carlos Moraes de Sá
(Universidade Estadual de Ponta Grossa)

Telmo Jorge Carneiro Amado
(Universidade Federal de Santa Maria)

Walter Boller
(Universidade de Passo Fundo)

Ruy Casão Jr.
(IAPAR)

Para anunciar

comercial@plantiodireto.com.br
54 3311 1235

Importante:

As Referências Bibliográficas citadas nos artigos técnicos/científicos estão disponíveis em plantiodireto.com.br/edicoes, na aba: "Conteúdo Aberto".

Nota: As opiniões emitidas em artigos assinados, são de inteira responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente as da Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola.

É proibida a reprodução total ou parcial do conteúdo desta publicação sem autorização da Editora.

Perguntas & Respostas

O uso de microrganismos para controle biológico de pragas ou doenças pode causar um desequilíbrio biológico no solo?

Por ser um assunto antigo, mas muito atual, há estudos sendo desenvolvidos para identificar se seria possível e como esse desequilíbrio ocorreria. Porém, podemos fazer um cálculo simplificado em duas etapas para entender porque isso seria **improvável** de acontecer em condições normais:

1) A concentração padrão de células de microrganismos em produtos biológicos pode variar de 10 milhões de células/mL ou g, até 100 bilhões de células/mL ou g.

Vamos pensar em uma situação hipotética, com um produto biológico com concentração de 1 bilhão de células por mL.

1 mL de produto biológico = 1.000.000.000 microrganismos

As dosagens desse tipo de produto por área podem variar de 0,1 L/ha até 2 L/ha. Considerando um valor intermediário de 1 L/ha, podemos considerar que estaríamos aplicando em um hectare a quantidade de 1 trilhão de células.

1 L de produto biológico por hectare = 1.000.000.000.000 microrganismos por hectare

2) Porém, devemos comparar com a quantidade de microrganismos já presente no solo:

Sabe-se que cada grama de solo pode possuir entre 10 milhões até 1 bilhão de microrganismos.

1 g de solo = 100.000.000 microrganismos

Considerando os primeiros 10 cm de solo de um hectare, e considerando uma densidade do solo de 1 g/cm³ (para simplificar o cálculo), podemos dizer que temos aproximadamente 1 milhão de kg de solo.

1 hectare (profundidade de 10 cm) = 1.000.000 kg de solo

Dessa forma, podemos dizer que esse solo teria aproximadamente 100 quadrilhões de células por hectare.

1 hectare (profundidade de 10 cm) = 100.000.000.000.000 de microrganismos

Relação entre população presente e população adicionada=10¹⁷/10¹²

Relação entre população presente e população adicionada=10⁵

Conclusão: Comparado com a quantidade de 1 trilhão de células que adicionamos no solo via produto biológico, é muito improvável que venha a ocorrer um desequilíbrio, dado o tamanho da população total de microrganismos, que nesse exemplo seria cerca de **cem mil vezes maior**.

Potencial de produção de biomassa de forrageiras e adubos verdes anuais de inverno

Francine Talia Panisson^{1*}; Renato Serena Fontaneli^{2,3}; Emanuel Dall'Agnol⁴; Renata Rebesquini⁴; Diógenes Silveira⁵; Henrique Pereira dos Santos²; Roberto Serena Fontaneli⁶; Carlos Bondan³; Maria Eduarda Tramontini Ceolin^{7,8}; Felipe Martinazzo Escobar^{7,9}

Introdução

Com a agricultura cada vez mais dinâmica, produtores rurais têm usado práticas que propiciam a melhoria do potencial produtivo dos sistemas agrícolas. Dentre essas práticas, consideradas estratégicas ao processo produtivo, destaca-se a adubação verde (AMÁBILE & CARVALHO, 2006). A adubação verde é uma prática milenar, que consiste na utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, que podem ser incorporadas ao solo, propiciando a manutenção e a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo e o desenvolvimento de macro e microrganismos em profundidade no solo; ou podem permanecer na superfície, visando a cobertura e a proteção do solo, além do uso eventual da fitomassa produzida para alimentação animal ou para outras finalidades (CALEGARI et al., 1993).

As plantas utilizadas para adubação verde se decompõem e liberam nutrientes extraídos das raízes e transportados pela seiva para toda a planta. A decomposição desse material vegetal favorece a composição biológica do solo, sendo alimento e incorporando microrganismos, que auxiliam na decomposição da matéria. O aumento do teor de matéria orgânica do solo, melhora a retenção de

nutrientes de plantas e diminui as perdas por lixiviação, melhora a estrutura do solo, favorecendo a relação água-ar, que permite o aumento da infiltração de água, da retenção de água e de nutrientes no solo e o desenvolvimento abundante e vigoroso das raízes das plantas (EIRAS & COELHO, 2011; FREITAS, 2006). Além, do acréscimo de MO ao solo, evidencia-se a redução da população de nematoides no solo quando utilizadas as Crotalárias, as Mucunas e Tagedes spp. como adubo verde (FREITAS, 2006; FURNALETTO, et al., 2008).

Adubos verdes, utilizados em sistemas de rotação de culturas, aumentam o teor de carbono orgânico do solo, protegem contra a compactação e os efeitos erosivos do solo, aumentam a quantidade de água e reduzem a variação térmica do solo. O uso de adubos verdes também produzem grandes quantidades de fitomassa por área, com elevadas concentrações de nutrientes na matéria seca da parte aérea, devido à eficiência de seu sistema radicular em recuperar os nutrientes lixiviados para as camadas mais profundas do solo, tornando-os disponíveis para as culturas subsequentes, e desta forma, otimizam o uso da terra e, conseqüentemente, estabilizam o sistema de produção (VITTI et al., 1979; EIRAS & COELHO, 2011; CALEGARI, 2012).

¹Bolsista CNPq/Embrapa Trigo

*Autor correspondente:
francinetalia@hotmail.com

²Pesquisador Embrapa Trigo

³Professor UPF

⁴Mestrado PPGAgro-UPF

⁵Doutorado UFRGS

⁶Professor UERGS-Erechim

⁷Graduação em Agronomia UPF

⁸Bolsista PIBIC/CNPq-Embrapa Trigo

⁹Estagiário Embrapa Trigo

Diante deste contexto, o objetivo do artigo é discutir estabelecimento, manejo e potencial de acúmulo de biomassa das principais espécies forrageiras de inverno usadas para forrageamento de ruminantes e como adubo verde para aumentar a quantidade de resíduos além da propiciada pelos cultivos tradicionais de soja/milho/trigo, visando diminuir um dos gargalos da tecnologia sistema plantio direto (SPD) a palhada superficial. O SPD têm sustentabilidade se ocorrer além da semeadura direta na ausência de preparo de solo convencional (exceto na linha de semeadura), ser executado com sistemas de rotação de culturas eficientes e manter cobertura vegetal viva ou morta todos os dias do ano em quantidade que supra a disponibilidade de NH_4^+ (amônio) e NO_3^- (nitrato) para as plantas em cultivo. Apresentam-se algumas alternativas para aperfeiçoar os sistemas de produção de grãos e de integração lavoura-pecuária praticadas na região sul-brasileira, região meridional brasileira com clima ameno e com boa distribuição de chuvas durante o ano, na maioria dos anos.

Benefícios da adubação verde

A agricultura deve contemplar sempre o uso sustentável dos recursos naturais, incluindo a água, o solo e o ar, de maneira econômica para o bem estar da sociedade. Nesse contexto, a adubação verde atende esses requisitos devido aos benefícios, por ela proporcionados, nos sistemas de produção agropecuários (ALCANTARA, 2000). Esses benefícios visam a fertilidade do solo, o equilíbrio e a rentabilidade do sistema de produção, destacados na tabela a seguir (Tabela 1).

Evolução e histórico da agricultura de grãos regional (Planalto Rio-grandense)

Como melhorar os sistema trigo/soja? Qual é o sistema de produção de grãos predominante na região sul-brasileira?

Se fossemos descrever o sistema de produção regional para um estrangeiro poderíamos sim-

plesmente descrever que o sistema agrícola dominante é o cultivo de soja no verão e pousio no inverno. Analisando apenas o Rio Grande do Sul, poderíamos resumir como cultivo anualmente de cerca de 6,0 milhões de hectares de soja, 1,0 milhão de hectares de arroz irrigado e cerca de 1,0 milhão de hectares de outras culturas de verão com predominância do milho para grão, para silagem e outras culturas bem menos expressiva como o feijoeiro-preto e sorgo. Dessa área no inverno é cultivado com cereais de inverno e com canola, cerca de 15%. Dentre os cereais o principal é o trigo, com cerca de 70% da área de inverno, seguido da aveia-branca, cevada, canola, triticale e centeio, totalizando pouco mais de 1,0 milhão de hectares.

Então, o que se faz nos outros quase 7,0 milhões de hectares que necessitam pelo menos uma cobertura de solo, pois sabemos que as chuvas ocorrem o ano todo de 1.500 a 2.000 mm?

Pois bem, temos uma pecuária de leite com genética de primeiro mundo e pasmem produzindo cerca de 12 kg de leite por vaca por dia. Talvez menos da metade do potencial genético abarcado em nosso Holandês, Jersey e Girolando, entre outras com menor representatividade regional. E a produtividade pecuária de corte? Podemos afirmar que a média aparentemente estacionou e as vezes nos deparamos com estatísticas de 70 kg de ganho de peso vivo (GPV) por hectare com média da pecuária tradicional baseada em campo nativo extensivamente. Assim, podemos contrapor que é possível produzir 700 kg/ha de GPV em pastagem de gramíneas anuais de inverno, como a tradicional consorciação de aveia-preta/azevém-anual, dez vezes maior que a apresentada como média do obtido em campo nativo. E dizer que temos programas de melhoramento de trigo de mais de seis décadas pelo Mapa, seguido pela Embrapa Trigo com 47 anos de expertise e OR Sementes, Biotrigo, entre outras com mais de uma década, isso apenas em Passo Fundo.

Tabela 1. Principais benefícios da adubação verde nos sistemas de produção agropecuários.

Benefícios da Adubação Verde	
Fixação biológica de N	Adição de palhada na superfície do solo
Eficiência da reciclagem de nutrientes	Adição de massa de raízes
Aumento da disponibilidade de nutrientes	Controle de plantas daninhas
Aumento da infiltração e retenção da água	Controle de doenças radiculares
Redução da compactação do solo	Controle de nematóides
Melhoria da estrutura do solo	Manutenção de inimigos naturais
Melhor desenvolvimento das raízes	Manutenção de agentes polinizadores
Neutralização da acidez potencial do solo	Manutenção da biota do solo
Menor oscilação na temperatura do solo	Sustentabilidade ambiental
Conservação do solo	Aumento da produtividade na safra seguinte
Fácil estabelecimento	Redução dos custos de manejo
Utilização para alimentação animal	

Fonte: Adaptado de Eiras & Coelho (2011)

Baseado em diversos trabalhos de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) com ênfase em integração lavoura-pecuária (ILP) desenvolvidos na Embrapa Trigo ao longo das últimas três décadas pode ser indicado arranjos de culturas e forrageiras e adubos-verdes como a da Tabela 2. A combinação de culturas produtoras de grãos, com pastagem anual de inverno ou de cobertura de solo, sem uso de irrigação, mostraram ser os sistemas agropecuários de menores riscos, combinando maior rendimento dos cultivos produtores de grãos, com utilização ou não de engorda de novilhos e/ou a produção de leite no inverno, com maior rentabilidade econômica aliada a maior eficiente energética. Nesse exemplo de sistema de produção de grãos com integração lavoura-pecuária constituído de 75% da área com soja e 25% com milho e, no inverno, 25% da área com trigo, 25% com pastagem anual (aveia-preta) e 25% com adubos verdes e ou pastagem anual antecedendo o milho constituído por espécies como (centeio/aveias/nabo/ervilha ou ervilhacas).

Principais espécies para adubação verde

Cada espécie vegetal tem suas próprias características que devem ser consideradas para sua escolha. Entre elas a necessidade, capacidade de investimento e metas do produtor, finalidade da cultura, como para produção de grãos

e palhada, pastagem e silagem ou feno, pastagem e palhada, somente pastejo ou somente para cobertura de solo ou adubação verde. As condições edafoclimáticas da região, para obter resultados significativos como retorno econômico para a agricultura, sustentabilidade para o meio ambiente, proteção do solo, redução de plantas daninhas, aumento do teor de matéria orgânica e ciclagem e disponibilidade de nutrientes às culturas sucessoras (LEITE et al., 2010).

Uma das maneiras de obter resultados satisfatórios nos sistemas agrícolas está relacionada à disponibilidade de nitrogênio, considerado um dos nutrientes mais importantes às plantas, mas sua disponibilidade é quase sempre limitada. Esse nutriente está presente na composição das moléculas de clorofila, proteínas e enzimas e outros componentes celulares, membranas e fitormônios (OLIVEIRA, 2016; MARTINS, 2016).

Plantas de cobertura da família Fabaceae (leguminosas) têm menor relação carbono/nitrogênio (C/N), pela sua elevada capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, elevando o teor e disponibilidade desse nutriente nos solos (AMABILE & CARVALHO, 2006) e, conseqüentemente a absorção pela planta (OHLAND et al., 2005). O nitrogênio residual nas plantas de cobertura ficará disponível para as culturas sucessoras (ALBUQUERQUE et al., 2013). No entanto, a decomposição dessas plantas ocorre mais rápida, não sendo recomendada para regiões

de clima quente. As Poaceae (gramíneas), por sua vez, permanecem mais tempo no solo, por apresentarem maior relação C/N e produzir mais material orgânico que as leguminosas e as Brassicaceae (SILVEIRA et al., 2020).

As leguminosas quando utilizadas como adubo verde, aproveitam 40% do nitrogênio. No entanto, ao usar gramíneas poderá haver competição entre a cultura seguinte e os microrganismos decompositores pelo nitrogênio (AMBROSANO et al., 2009). Por isso, é importante escolher a espécie de planta para a cobertura considerando seu objetivo, podendo ter influência nos teores de nitrogênio no solo e ocasionar mudanças na adubação nitrogenada à cultura estabelecida (NOGUEIRA et al., 2011). Diante desse contexto, a indicação de gramíneas torna-se mais adequada quando a finalidade é a cobertura do solo devido à maior relação C/N e a decomposição mais lenta das plantas. Por outro lado, as leguminosas são mais indicadas em casos que se prioriza o suprimento de nutrientes, em curto espaço de tempo, para a cultura sucessora (TEIXEIRA et al., 2011).

O consórcio de gramíneas com leguminosas é uma excelente alternativa para a formação de palhada com relação C/N intermediária. Essa estratégia reduz a mobilidade do nitrogênio pelos microrganismos do solo, elevando o nível de nitrogênio do solo, o acúmulo de matéria seca, a melhor eficiência na absorção

Tabela 2. Exemplo de sistema de produção de grãos integrados com pastagem anual e adubação verde

2020		2021		2022	
Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Trigo	Soja	Pastagem aveia/ervilhaca	Soja	Aveia branca e/ou Cevada	Soja
Centeio/aveia-preta/ nabo/ervilhaca	Milho	Trigo	Soja	Centeio/aveia-preta/ nabo/ervilhaca	Milho
Aveia-branca e/ou cevada	Soja	Centeio/aveia-preta/ nabo/ervilhaca	Milho	Trigo	Soja
Pastagem aveia-preta/ ervilhaca	Soja	Aveia-branca e/ou cevada	Soja	Pastagem aveia/ervilhaca	Soja

da água e dos nutrientes devido a exploração radicular das plantas nas camadas mais profundas do solo (COLLIER et al., 2011). A associação entre gramíneas e leguminosas pode ser estabelecida por semeadura simultânea das espécies ou com diferença de dias entre elas (MENEZES & LEANDRO, 2004), para o desenvolvimento homogêneo e atingir elevada massa seca ao mesmo tempo (SILVEIRA et al., 2020).

Dentre as espécies de plantas utilizadas para adubação verde na região sul-brasileira, algumas se destacam em relação a melhor adaptação regional e benefícios no sistema de produção. Essas espécies de plantas anuais serão descritas de acordo com suas características agronômicas, e classificadas em gramíneas de inverno, leguminosas de inverno e o nabo-forrageiro, uma Brassicacea.

Gramíneas anuais de inverno

a) Aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)

É uma espécie rústica, pouco exigente em fertilidade de solo, que tem se adaptado bem nos estados da região Sul, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Possui grande capacidade de perfilhamento e sementes menores, quando comparadas às da aveia-branca. Os grãos não são usados na alimentação humana (DERPSCH & CALEGARI, 1992).

Essa espécie caracteriza-se por crescimento vigoroso e tolerância à acidez nociva do solo, causada pela presença de alumínio. É a forrageira anual de inverno mais usada para pastejo no inverno, no Sul do Brasil. É a cultura mais precoce do que o azevém anual e a maioria dos cereais de inverno. Aveia-preta é utilizada também em consorciações com azevém, centeio, ervilha-forrageira, ervilhaca, serradela e trevo-vesiculoso. Quando se visa forrageamento animal até o fim da primavera e início do verão, pode-se consor-



ciar a aveia-preta com azevém, mais trevo-vesiculoso (SANTOS et al., 2009).

A aveia-preta pode ser pastejada, colhida e fornecida no cocho para os animais ou conservada como feno, pré-secado ou silagem. É cultura adequada para uso em sistemas de rotação de culturas com cevada, com trigo, com centeio e com triticale, pois diminui a população de alguns patógenos que afetam esses cereais, tais como a podridão-comum, *Bipolaris sorokiniana* (REIS & BAIER, 1983) e, também, o mal-do-pé, *Gaemannomyces graminis* var. *tritici* (SANTOS & REIS, 1995). Assim, aveia-preta e aveia-branca podem compor sistemas de integração de lavoura com pecuária que não favoreçam as doenças do sistema radicular para a cultura de trigo (SANTOS & REIS, 1994).

b) Aveia-branca (*Avena sativa* L.)

É cultivada nos estados do Sul do Brasil para alimentação de equinos ou para suprir as indústrias e é considerada como de duplo-propósito, ou seja, pode ser

pastejada e ainda produzir grãos, ou simplesmente para a cobertura de solo no SPD (CASTRO et al., 2012).

As cultivares em uso podem apresentar ferrugem-da-folha e ao ataque de pulgões, se esses problemas não forem tratados adequadamente, a produção de forragem da cultura de aveia-branca pode ser comprometida e a produção de grãos pode ser totalmente perdida. Embora resistentes à ferrugem da folha, quando novos cultivares são lançados, novas raças do patógeno surgem com frequência superior à verificada nos demais cereais de inverno (FONTANELI et al., 2012b).

A incidência de pulgões-da-aveia (*Rhopalosiphum padi* L.) que transmitem a virose VNAC (vírus do nanismo amarelo da cevada) que pode comprometer o estabelecimento das plantas e a consequente produção de forragem e de grãos, especialmente em anos com estiagem no início do ciclo. A aveia-branca caracteriza-se por ter grão maior comparados a aveia-preta, sendo de grande valor na alimentação humana e animal (FONTANELI et al., 2012b).

c) Centeio (*Secale cereale* L.)

O centeio, conhecido como o cereal dos solos pobres, desenvolve bem em diferentes tipos de solo e de clima. Destaca-se pelo crescimento inicial vigoroso e pela rusticidade, resistência ao frio, à acidez nociva do solo, ao alumínio tóxico e a doenças, possuindo sistema radicular profundo e agressivo, capaz de absorver nutrientes indisponíveis a outras espécies. É o mais eficiente dos cereais de inverno no aproveitamento de água, pois produz a mesma quantidade de matéria seca com apenas 70% da água que o trigo requer. A resistência a doenças é uma característica do centeio, entretanto, a partir de 1982, no Brasil, o ataque de ferrugem do colmo (*Puccinia graminis* Pres. f. *secalis*), no fim do ciclo, tem sido responsável por perdas em muitas lavouras (FONTANELI et al., 2012b).

d) Trigo (*Triticum aestivum* L.)

O trigo é a principal espécie de inverno cultivada na região Sul. A maioria das cultivares são destinadas à produção de grãos, embora, há também cultivares de trigo que podem ser utilizadas como duplo-propósito, ou seja, pastejada até um determinado período, normalmente no início da estação de crescimento, e ainda produzir grãos do rebrote (DEL DUCA, 1993; VENDRAMINI et al., 2013). Atualmente, tem havido interesse mercadológico por empresas privadas para atender o segmento de produção animal, como a Biotrigo passando a desenvolver cultivares para pastejo, somente para silagem, aliando-se ao esforço até então da Embrapa Trigo, que desde a década de 1990, desenvolve cultivares com múltiplas aplicações, como pastejo, duplo-propósito (pastagem e grãos), conservação de forragem como feno, pré-secados e silagens (pré-secado, planta inteira ou grãos úmidos).

e) Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)

Trata-se de planta rústica, vigorosa e agressiva, que perfilha em abundância, razão pela qual é uma das gramíneas mais cultivadas no Rio Grande do Sul, no inverno e na primavera, tanto para corte como para pastejo. Azevém apresenta desenvolvimento inicial lento, entretanto, até o fim da primavera, supera as demais forrageiras em quantidade de forragem. A ressemelhança natural contribui para que a espécie seja a mais difundida no Sul do Brasil. Produz alimento de elevado teor de proteína e de fácil digestão, sendo muito palatável aos ruminantes (CARVALHO et al., 2010). Na região da Campanha do Rio Grande do Sul, faz parte da mais tradicional consorciação de pastagens cultivadas, ou seja, azevém + trevo branco + cornichão. (FONTANELI et al., 2012b).

Leguminosas anuais de inverno

a) Ervilhacas (*Vicia* spp.)

Leguminosas de inverno mais cultivada em pequenas propriedades como adubo verde, devido a fixação biológica de nitrogênio e reciclagem de nutrientes, e como planta forrageira, pela qualidade nutricional, além de ser resistente a temperaturas altas (SANTOS et al., 2009). A ervilhaca pode ser utilizada para pastejo (solteira ou consorciada), feno, silagem, adubação verde e produção de grãos. Essa cultura é sensível ao frio, à deficiência hídrica e ao calor, embora muitas plantas tenham se adaptado a invernos rigorosos e secos. É a leguminosa forrageira mais cultivada no Sul do Brasil para a cobertura de solo (ORTIZ et al., 2015). Basicamente existem duas cultivares a comum (*Vicia sativa* L.) e a peluda ou vilosa (*Vicia vilosa* L.). Não existem cultivares registradas até o momento de nenhuma das espécies. A cultivar *Vicia vilosa* é potencialmente tóxica aos bovinos, tendo sido relatado vários casos de intoxicação no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (BARROS et al., 2001). No entanto, ainda não existem cultivares registradas até o momento de nenhuma das espécies.

b) Ervilha-forrageira (*Pisum sativum* L. subespécie *arvense*)

É uma planta de clima temperado, anual e precoce, com razoável desenvolvimento em clima sub-tropical. Destaca-se por possuir certa rusticidade, apresentando rápido crescimento inicial e elevada capacidade de cobertura de solo (SCHIAVON et al., 2018).

Essa planta pode ser aproveitada como adubação verde, na melhoria da fertilidade do solo, como fonte de nitrogênio, como forragem verde, feno, silagem, ou como grãos secos e tostados (triturados), na alimentação animal. Como as demais leguminosas, necessita de inoculante específico (HEICHEL, 1987; SCHIAVON et al., 2018).

Tabela 3. Espécies forrageiras/adubação verde, indicação média de quantidade de sementes, principais cultivares e potencial de produção de massa seca (MS) para a região sul-brasileira.

Nome comum e científico Densidade kg/ha	Cultivar	MS (t/ha)	Referência Bibliográfica
Gramíneas anuais de inverno			
Aveia-preta (<i>Avena strigosa</i> Schreb.) 50-80 kg/ha	BRS Centauro	6,0-6,5	Embrapa (2019)
	BRS Madrugada	6,0-6,5	Embrapa (2019)
	Embrapa 139-	6,0-6,5	Fontaneli et al. (2007)
	Neblina	7,7	Carvalho et al. (2009)
	Iapar 61-Ibiporã	6,3	Carvalho et al. (2009)
	UPF 21-Morezinha	6,0-6,5	Fontaneli et al. (2009)
	Agro Zebu	6,0-6,5	Fontaneli et al. (2009)
	Agro Coxilha	6,0-6,5	Fontaneli et al. (2009)
Aveia-branca (<i>Avena sativa</i> L.) 90-140 kg/ha	IPR 126	7,5-10,8	Carvalho et al. (2009); Sá et al. (2009)
	Fundacep-Fapa 43	6,7	Carvalho et al. (2009)
	UPF 18	7,1	Carvalho et al. (2009)
	UPF Iguaçú	7,0-7,5	Fontaneli et al. (2007); Embrapa (2019)
Centeio (<i>Secale cereale</i> L.) 80-120 kg/ha	BRS Serrano	8,0	Embrapa (2019)
	BR 1	7,7-8,3	Fontaneli et al. (2007)
Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) 100-140 kg/ha	BRS Tarumã	6-7	Embrapa (2019)
	BRS Pastoreio	6-7	Embrapa (2019)
Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) 20-30 kg/ha	BRS Ponteio	8,0	Embrapa (2019)
	BRS Integração	8,0	
	Empasc 301	6,0	
	São Gabriel	5,5	
	Winter Star	8,5-11	
	Bar Jumbo	8,0-10,0	
Leguminosas anuais de inverno			
Ervilhaca (<i>Vicia sativa</i> L.) 40-70 kg/ha		6,0-8,0	Fontaneli et al. (2012a)
Ervilha-forrageira (<i>Pisum sativum</i> var. <i>arvense</i>) 40-60 kg/ha	BRS Sulina	3,0-7,0	Tomm, G.O. (2005)
Trevo-vesiculoso (<i>Trifolium visiculosum</i> Savi) 12-20 kg/ha	BRS Piquete	7,0	Embrapa (2019)
Crucifera anual de inverno			
Nabo-forrageiro (<i>Raphanus sativus</i> L.) 3-15 kg/ha	IPR 126	3,5-8,0	Fontaneli et al (2012a)
Consortiação			
Aveia-preta/ervilhacas Aveia-preta/nabo- forrageiro Triticale/azevém	Diversas	5,0-8,0	Embrapa (2019)
Centeio/ervilhacas		5,0-12,0	
Centeio/aveia-preta/azevém		5,0-15,0	



*Densidade de sementes nas consorciações ou misturas forrageiras e de adubos verdes: use 70% de cada espécie em consórcio de duas espécies e 60% de cada em consórcio de três espécies.



c) Trevo-vesiculoso
(*Trifolium vesiculosum Savi*)

Destaca-se por produzir forragem durante períodos mais longos do que os trevos anuais (BALL et al., 2007). A forragem também pode ser utilizada para pastejo, feno ou silagem. Tem capacidade de ressemeadura natural, devido as sementes apresentarem tegumento protetor que persiste no solo por muitos anos. Adaptado a solos bem drenados e não produz adequadamente em solos encharcados (VENDRAMINI et al., 2013).

Pode ser consorciado com várias gramíneas anuais de inverno nas seguintes densidades de semeadura: trevo-vesiculoso (5 kg/ha) com aveia-preta (50-60 kg/ha), azevém (20 kg/ha) ou centeio (40 kg/ha) (FONTANELI et al., 2012b).

Existe programa de melhoramento liderado pela Embrapa e Ufrgs onde liberou recentemente a cultivar BRS Piquete em substituição a antiga Yuchi, introduzida nos anos 1970 do sudeste americano (EMBRAPA, 2019).

Crucífera anual
de inverno

a) Nabo-forrageiro
(*Raphanus sativus L.*)

O nabo-forrageiro está entre as espécies mais antigas para produção de óleo, sendo cultivado principalmente na Ásia Oriental (DERPSCH & CALEGARI, 1992). Em cultivo próximo a outras espécies do gênero *Raphanus*, como nabo

comestível, rabanete e nabiça ou nabo comum (planta daninha de inverno), poderá ocorrer fecundação cruzada. O nabo-forrageiro é acentuadamente precoce e também estabelecido por sementes. É muito utilizada na adubação verde, pois suas raízes descompactam o solo, permitindo um preparo biológico do mesmo na rotação de culturas e na alimentação animal, embora com baixa palatabilidade, é consorciado com aveia-preta, centeio e ervilhaca. Nabo apresenta maior rusticidade que colza, mostarda e outras brassicaceae.

Nabo-forrageiro tem demonstrado elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, o que o torna uma planta de cobertura vantajosa em sistemas de rotação de culturas. Apresenta elevada produção de massa verde durante a época mais fria do ano, cobrindo o solo eficientemente durante um período de alta erosividade.

Na tabela Tabela 3 estão condensadas as principais espécies e respectivas cultivares de inverno para adubação verde no sul do Brasil, bem como respectivo potencial de biomassa.

Considerações Finais

As práticas de estabelecimento e manejo de espécies para adubação verde no inverno é imprescindível para o sistema de plantio direto, sendo um dos seus pilares que auxiliam na manutenção do sistema produtivo agropecuário. Destacam-se como benefícios diretos dessas práticas, a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, a diminuição dos aspectos relacionados à erosão e à população de plantas daninhas e o aumento do acúmulo de biomassa, favorecendo imediatamente a cultura sucessora, onde normalmente é cultivado a soja e o milho. Como benefícios indiretos, destacam-se o incentivo para a melhoria das condições dos estabelecimentos rurais, a permanência do produtor no campo e, conseqüentemente, o desenvolvimento rural.

As Referências Bibliográficas deste artigo estão disponíveis para consulta em: www.plantiodireto.com.br/edicoes, na aba conteúdo aberto.