

A economia gerada na pecuária de Santa Catarina com a inoculação de rizóbios em leguminosas forrageiras

Murilo Dalla Costa¹, Edegar Brose², Tássio Dresch Rech³, Ulisses de Arruda Córdova⁴ e Gilberto Luiz Dalagnol⁵

Resumo – Nos últimos anos a expansão de pastagens cultivadas e melhoradas no estado de Santa Catarina foi expressiva, o que permitiu que o Estado se tornasse o quinto maior produtor de leite do Brasil. Além desse aumento em área, também o processo tecnológico de implantação e o manejo de pastagens foram aprimorados. Uma das práticas que mais cresceram foi a introdução de leguminosas em consorciação com gramíneas. Conseqüentemente, aumentou na mesma proporção o uso de inoculantes, pois se recomenda a semeadura de leguminosas com esse insumo. Isso implica a não utilização de fertilizante nitrogenado mineral em aproximadamente 300 mil hectares de pastagens, o que gera uma economia de R\$130.737.000,00 por ano na cadeia produtiva da pecuária catarinense.

Termos para indexação: fixação biológica de nitrogênio; ureia; peletização de sementes.

Leguminous rhizobia inoculation generates financial savings in Santa Catarina livestock

Abstract - In recent years the significant expansion of cultivated and improved pastures in Santa Catarina has resulted in the State becoming the fifth largest producer of milk in Brazil. In addition to this increase in area, the technological process of deployment and management of pastures was also enhanced. One of the practices that increased the most was the introduction of intercropping legumes with grasses. Since seeding legumes without the use of inoculants is not recommended, consequently there was also a proportional increase in the use of inoculants. This results in the nonuse of mineral nitrogen fertilizer in about 300.000 ha of pastures, generating annual savings of R\$ 130.737.000,00 in the Santa Catarina livestock production chain.

Index terms: biological nitrogen fixation; urea; seed pelleting.

Melhoramento de pastagens em Santa Catarina

A criação de ruminantes é uma atividade econômica bastante difundida em Santa Catarina, estando presente em todas as regiões do Estado e na quase totalidade das propriedades. Nesse sentido, destacam-se as regiões Oeste com a criação de bovinos de leite e o Planalto Sul com a bovinocultura de corte. A ovinocultura de leite e de corte, por sua vez, está em expansão em nosso estado e é uma atividade que demonstra potencial de lucratividade aos produtores catarinenses (Ávila & Cardoso, 2013).

Estima-se que sejam manejados

em Santa Catarina mais de 3 milhões de hectares de pastagens, incluindo-se cultivadas, melhoradas, naturalizadas e campos naturais (IBGE, 2006). Em 1996, as pastagens cultivadas cobriam em torno de 312.000ha no estado de Santa Catarina, de acordo com levantamento realizado por escritórios locais da Epagri (Córdova, 1997). Com a evolução da pecuária leiteira e de corte, tais áreas progrediram, representando aproximadamente 480.000ha conforme dados do Levantamento Agropecuário Catarinense de 2003 (Epagri/Cepa, 2008).

A implantação de pastagens cultivadas (perenes e anuais) e o melhoramento de pastagens naturais

e naturalizadas são técnicas bastante difundidas pela Epagri (Figura 1). As principais espécies e respectivas densidades de semeadura são: trevo-branco (*Trifolium repens*), 2 a 3kg ha⁻¹; trevo-vermelho (*Trifolium pratense*), 5 a 6kg ha⁻¹; cornichão (*Lotus corniculatus*), 5 a 6kg ha⁻¹; azevém-anual (*Lolium multiflorum*), 20 a 30kg ha⁻¹; festuca (*Festuca arundinacea*), 15 a 20kg ha⁻¹; e dátil (*Dactylis glomerata*), 10kg ha⁻¹. Essa prática tem por objetivo disponibilizar forragem de melhor qualidade e palatabilidade aos bovinos e ovinos e atender à demanda de alimento aos animais durante o ano todo, principalmente no período de outono e inverno, que se constitui na época

Recebido em 26/11/2013. Aceito para publicação em 12/12/2013.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Lages (EEL), C.P. 181, 88502-970 Lages, SC, fone: (49) 3289-6400, e-mail: murilodc@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., aposentado, Rua Papagaio, 185, 88215-000 Bombinhas, SC, fone: (47) 3393-7027, e-mail: edemarbrose@gmail.com.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., EEL, fone: (49) 3289-6421, e-mail: tassior@epagri.sc.gov.br.

⁴ Engenheiro-agrônomo, M.Sc, EEL, fone: (49) 3289-6413, e-mail: ulisses@epagri.sc.gov.br.

⁵ Engenheiro-agrônomo, Dr., EEL, fone: (49) 3289-6400, e-mail: gldalagnol@epagri.sc.gov.br.

de maior escassez de forragem verde, quando as espécies tropicais reduzem a produção ou mesmo não produzem em regiões com frios rigorosos, clima observado principalmente no Planalto Serrano de Santa Catarina.

O uso de inoculantes à base de rizóbios em pastagens

Na implantação ou no melhoramento de pastagens, quando se faz uso de forrageiras leguminosas (trevo-branco, trevo-vermelho e cornichão), a Epagri também recomenda o uso de inoculantes comerciais à base de rizóbios e a peletização de sementes, prática considerada indispensável na formação de pastagens de clima temperado.

Rizóbio é a denominação genérica de um grupo de bactérias do solo com capacidade de viver em simbiose com as raízes de leguminosas, em estruturas chamadas de nódulos (Figura 2). Em troca de nutrientes e energia, a bactéria transforma o nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia (NH_3), que pode ser transferido e utilizado na formação de proteínas pela planta associada. Esse processo, denominado fixação biológica de nitrogênio, permite a diminuição e até a supressão da aplicação de adubos nitrogenados (ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio) nos sistemas de produção, como lavouras de soja, pastagens com leguminosas ou cultivo de alfafa (*Medicago sativa*). O nitrogênio (N) que volta ao solo após a morte ou colheita das leguminosas permite o desenvolvimento dos microrganismos do solo, inclusive o crescimento das gramíneas forrageiras cultivadas em consórcio ou em sucessão, como em sistemas de cultivo ervilhaca-milho, por exemplo.

No Brasil, o uso de inoculantes com estirpes selecionadas de rizóbios é uma biotecnologia consolidada. De acordo com dados da Embrapa, somente na cultura da soja, a inoculação de rizóbios selecionados gera uma economia anual em torno de US\$2,5 bilhões ao Brasil (Alves et al., 2003). O uso de inoculantes também presta serviço ambiental relevante pelas reduções de: uso de energia fóssil para produção de adubos; emissão de óxido nitroso e contaminação das águas por adubos nitrogenados. Tais benefícios se estendem, nas devidas proporções, às espécies leguminosas forrageiras utilizadas em pastagens cultivadas e em melhoramento de pastagens naturais e naturalizadas nas quais se utilizam leguminosas, como trevos, cornichão e alfafa. A não inoculação ►

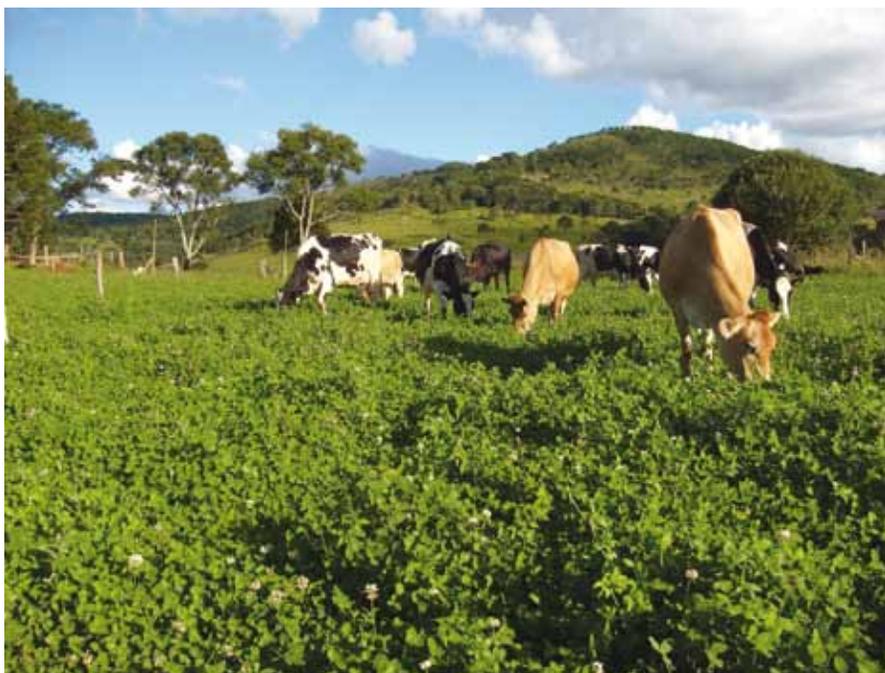


Figura 1. Trevo-branco (*Trifolium repens*) e trevo-vermelho (*Trifolium pratense*) estão entre as principais espécies leguminosas usadas no melhoramento de pastagens no estado de Santa Catarina



Figura 2. Sistema radicular de trevo-branco com nódulos de coloração avermelhada, indicativo de fixação biológica de nitrogênio bastante ativa

das sementes de leguminosas com os inoculantes contendo rizóbios específicos torna necessária a aplicação de adubos nitrogenados nos sistemas de produção com espécies leguminosas.

A partir da década de 1980, os pesquisadores Edegar Brose e Tássio Dresch Rech, no então Laboratório de Microbiologia de Solo da Estação Experimental de Lages (hoje Laboratório de Biotecnologia), conduziram trabalhos de seleção de rizóbios para indicação e uso na produção de inoculantes de espécies forrageiras leguminosas (Brose, 1991; 1992; 1994). Atualmente são autorizadas para a produção de inoculantes pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) as seguintes estirpes selecionadas pela Epagri: SEMIA 839, para lótu-serrano (*Lotus uliginosus*); SEMIA 3033, para ervilha (*Pisum sativum*); SEMIA 2081, para trevo-vermelho; SEMIA 2082, para trevo-branco e trevo-vermelho; e SEMIA 2083, para trevo-branco (Brasil, 2011). Tais estirpes são utilizadas por empresas autorizadas pela Secretaria de Defesa Agropecuária do Mapa para a produção de inoculantes no Brasil.

Impactos econômicos na cadeia produtiva da inoculação de rizóbios em trevos

Os impactos econômicos do uso de inoculantes para trevos com rizóbios selecionados pela Epagri foram calculados comparando-se sistema de produção com a inoculação/peletização de sementes e sistema substituindo o uso de inoculantes pela adubação nitrogenada com ureia. Não se recomendam sistemas de plantio de leguminosas forrageiras sem uso de inoculantes e, dessa forma, optou-se por realizar os cálculos comparando com o sistema que compensa a ausência da simbiose nas raízes das leguminosas pela aplicação de ureia.

Foi considerada nos cálculos de estimativa do benefício econômico da inoculação de rizóbios em trevos a superfície de 300.000ha de pastagens com manejo de trevo-branco e trevo-vermelho e, conseqüentemente, uso de inoculantes no momento da implantação. De acordo com dados levantados para o Balanço Social de 2012 da Epagri, somente a área de sistemas de produção de leite à base de pasto, com uso de pastagem perene e lotação intermitente (pastoreio rotativo), ocupa no Estado uma área de 250.000ha⁶. É importante destacar que no montante de áreas cultivadas com trevos não foram contabilizados campos naturais submetidos ao melhoramento com essas leguminosas nem a utilização de outras leguminosas dos gêneros *Lotus* ou *Medicago*. Assim, presume-se que o valor de 300.000ha é uma subestimação da superfície real cultivada com trevos e outras leguminosas forrageiras.

De acordo com o *Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina* (SBCS, 2004), em pastagens com gramíneas perenes de inverno – festuca, faláris (*Phalaris* sp.), dáctile, aveia-perene (*Arrhenatherum elatius*) – devem-se aplicar 40 a 100kg de N por ha em solos com níveis entre 2,6 e 5% de matéria orgânica. Para gramíneas perenes de estação quente – quicuío (*Pennisetum clandestinum*), tiftons (*Cynodon* sp.), braquiárias (*Brachiaria* sp.), hemártrias (*Hemarthria* sp.), grama-missioneira (*Axonopus* sp.), grama-forquilha (*Paspalum* sp.) –, as quantidades são de 100 a 200kg de N por ha. Em sistemas consorciados com leguminosas de clima temperado ou estivais, é preconizada a aplicação de nitrogênio somente se a inoculação de rizóbios for ineficiente. Com base nessas informações, uma estimativa conservadora de 100kg de N por ha por ano a partir da fixação biológica de nitrogênio pode ser assumida para pastagens perenes com consórcio de gramíneas e leguminosas. Tal valor foi

utilizado nos cálculos que constam no presente trabalho.

Os preços do saco de ureia e de hora-trator para aplicação desse fertilizante utilizados neste estudo foram levantados do documento *Preços médios de insumos e fatores de produção em Santa Catarina*, disponibilizados pela Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Epagri/Cepa, 2013). Para os valores de carbonato de cálcio e inoculante comercial foram utilizados preços médios em estabelecimentos agropecuários do município de Lages, SC.

Também foram levantadas informações sobre a produção de inoculantes para trevo-branco e trevo-vermelho com as empresas Total Biotecnologia Indústria e Comércio Ltda., Bioagro Ind. e Com. Agrop. Ltda., e Novozymes Latin America Ltda. Tais empresas utilizam as SEMIAs 2081 (inoculante de trevo-vermelho), 2082 (inoculante de trevo-branco e trevo-vermelho) e 2083 (inoculante de trevo-branco) na produção de inoculantes comerciais.

Estimativa de economia em fertilizantes pela inoculação de trevos com rizóbios

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram o papel do uso de bactérias fixadoras de nitrogênio, em uma tecnologia simples, na ciclagem biogeoquímica do nutriente mais empregado da agricultura. A economia potencial de recursos que seriam destinados à compra de fertilizantes pelos agricultores, de acordo com os cálculos, alcançou valores de mais de R\$ 130 milhões no ano de 2013. Assim, a cada R\$1,00 gasto com a inoculação e peletização de sementes, são economizados em torno de R\$24,00 com adubo nitrogenado. É interessante salientar que tais cálculos não contabilizaram o serviço ambiental do

⁶ Informação fornecida por Francisco Carlos Heiden, do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa) da Epagri, por meio de mensagem eletrônica, em 13 de agosto de 2013.

uso de inoculantes à base de rizóbios, uma vez que se evita a queima de combustíveis fósseis para a síntese de ureia e não ocorre a eutrofização das águas pelo nitrogênio aplicado no solo e não aproveitado pelas raízes ou pela biota do solo.

A comercialização de inoculantes à base de rizóbios para trevos está em ascensão (Tabela 2). Cada dose corresponde a 100g de inoculante, quantidade empregada na inoculação de 10kg de sementes. Considerando-se uma perda de 15%, relativa a inoculantes comercializados mas não utilizados e, conseqüentemente, descartados e à ineficiência da inoculação, os inoculantes produzidos pelas três empresas no ano de 2011 seriam suficientes para a inoculação efetiva de cerca de 78.000kg de sementes de trevo-vermelho e 93.500kg de sementes de trevo-branco (quantidade suficiente para formar 46.750ha de pastagens utilizando-se 2kg de sementes por hectare).

Assim, considerando-se a área de cultivo de trevo-branco (assumindo-se que o trevo-vermelho foi cultivado em consórcio) e a fixação biológica de nitrogênio responsável pelo aporte de 100kg de N por ha por ano, o total de 4.675.000kg de N foi reciclado da atmosfera graças às áreas implantadas em 2011. Tal quantidade de N corresponde a aproximadamente 10.380t, ou 207.600 sacos, de ureia. Com o estabelecimento das forrageiras leguminosas um ano após o cultivo, a economia anual em fertilizante nitrogenado corresponde a R\$13.666.308, considerando-se o valor médio pago de R\$65,83 por saco de ureia em 2012 no estado de Santa Catarina (Epagri/Cepa, 2012). Esse cálculo simples estima que somente no ano de 2012 foi gerada uma economia de mais de R\$13 milhões com as áreas implantadas com trevos utilizando inoculantes contendo estirpes de rizóbios, entre as quais aquelas selecionadas pela Epagri. ▶

Tabela 1. Custo da inoculação de rizóbios no estabelecimento de pastagens com trevo-branco^a (*Trifolium repens*) e trevo-vermelho^a (*T. pratense*), custo relativo da reposição de nitrogênio para a manutenção da capacidade produtiva de pastagens, e benefício econômico do uso de inoculantes a base de rizóbios no estado de Santa Catarina

Descrição	Unidade	Preço médio	Total
Custos com inoculação de rizóbios/ha			
Carbonato de cálcio	3 kg/10kg sementes	R\$ 200,00/50kg ^b	R\$ 8,40
Inoculante comercial (dose 100g)	1 dose/10kg sementes	R\$ 15,00/dose ^b	R\$ 10,50
Subtotal.....			R\$ 18,90
Total em 300.000ha.....			R\$ 5.670.000,00
Custos sem inoculação de rizóbios/ha			
Aplicação de nitrogênio total (forma de ureia, 45%N)	220 kg ureia/ha ^c	R\$ 64,98/50kg ^d	R\$ 285,91
Aplicação de fertilizante (4 operações por ano)	2 horas-trator/ha	R\$ 84,39/hora ^d	R\$ 168,78
Subtotal.....			R\$ 454,69
Total em 300.000ha.....			R\$ 136.407.000,00
Benefício econômico de uso de inoculantes a base de rizóbios por ha			R\$ 435,79
Benefício econômico total de uso de inoculantes a base de rizóbios em 300.000ha.....			R\$ 130.737.000,00

^a Para densidades de semeadura de 2kg/ha e 5kg/ha, respectivamente.

^b Preços médios praticados em estabelecimentos agropecuários do município de Lages, SC.

^c Correspondente à fixação biológica de nitrogênio igual a 100kg/ha/ano.

^d Preços médios de acordo com Epagri/Cepa (2013).

Tabela 2. Doses de inoculantes à base de rizóbios para trevos comercializadas nos anos de 2009, 2010 e 2011 por três empresas produtoras de inoculantes sediadas no Sul do Brasil

Rizóbio para	Empresa	Ano		
		2009	2010	2011
———— nº de doses comercializadas ————				
Trevo-branco	“A”	1.180	2.652	3.564
	“B”	4.761	5.092	6.725
	“C” ^a	714	714	714
	Total	6.655	8.458	11.003
Trevo-vermelho	“A”	1.826	3.370	3.908
	“B”	3.515	3.683	4.332
	“C” ^a	944	944	944
	Total	6.285	7.997	9.184

^a Médias de vendas entre os anos de 2007 e 2011.

Considerações finais

A demanda crescente por fertilizantes no Brasil requer medidas práticas para melhor uso e eficiência de aproveitamento de nutrientes. A economia com a inoculação de rizóbios demonstra a importância de pesquisas voltadas à seleção de microrganismos como bactérias fixadoras de nitrogênio. O sucesso do uso de inoculantes à base de rizóbios no Brasil indica que a utilização de microrganismos para promover o crescimento das culturas agrícolas faz parte do caminho da produção de alimentos de forma sustentável. Isso mostra que o emprego da biotecnologia pode ter grande impacto econômico e ambiental para a sociedade. Os benefícios econômicos mostrados neste trabalho justificam o desenvolvimento e a condução de maior número de projetos de pesquisa e extensão rural voltados à fixação biológica de nitrogênio. Isso permitirá a seleção de estirpes bacterianas com alta eficiência agrônoma para a produção de inoculantes agrícolas e elevará a participação e a eficácia das leguminosas em pastagens e outros sistemas produtivos.

Agradecimentos

Os autores agradecem pelas informações sobre produção de inoculantes e SEMIAS de rizóbios empregadas em trevos, repassadas por meio de contato pessoal pelo engenheiro-agrônomo Fernando Bonafé Sei, da empresa Novozymes (NZ BioAg Produtos para Agricultura Ltda.); à administradora Fabiana Rempel Sieracki, assistente administrativa comercial da

empresa Total Biotecnologia Indústria e Comércio Ltda.; e à engenheira-agrônoma Francini Parzianello, da Empresa Bioagro Ind. e Com. Agrop. Ltda.

Referências

ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v.252, n.1, p.1-9, 2003.

ÁVILA, V.S. de; CARDOSO, C.P. Análise econômica da produção de cordeiros. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.26, n.2, p.47-51, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 13, de 24 de março de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 58, 25 de março de 2011, p.3-7.

BROSE, E. Seleção de rizóbio tolerante a Al e a baixo pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.125-136, 1991.

BROSE, E. Seleção de rizóbio para *Lotus pedunculatus* em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.409-415, 1992.

BROSE, E. Seleção de rizóbio para trevo-branco em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.281-286, 1994.

EPAGRI/CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Números da agropecuária catarinense – março/2008**. Epagri: Florianópolis, 2008. 64p.

EPAGRI/CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Preços médios de insumos e fatores de produção em Santa Catarina**. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/produtos/precos/Precos_pagos_sc_2013.xls>. Acesso em: 1 ago. 2013.

EPAGRI/CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Preços médios de insumos e fatores de produção em Santa Catarina**. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/produtos/precos/Precos_pagos_sc_2012.xls>. Acesso em: 25 set. 2012.

CÓRDOVA, U. de A. **O agroecossistema Campos Naturais do Planalto Catarinense**: origens, características e alternativas para evitar a sua extinção. 1997. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, RS: SBCS/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 400p. ■



VOCÊ SABIA que a Epagri/GMC produz, por ano, mais de 250 programas de rádio veiculados em mais de 140 emissoras?

Epagri
Secretaria de Política Agropecuária e Alimentar
Florianópolis, Santa Catarina

GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Agricultura, Pecuária e Pesca
Florianópolis