



COMUNICADO
TÉCNICO

100

Londrina, PR
Março, 2023



Programa SBC - Soja Baixo Carbono: um novo conceito de soja sustentável

Alexandre Lima Nepomuceno
Alvadi Antonio Balbinot Junior
Carina Ferreira Gomes Rufino
Henrique Debiasi
Marco Antonio Nogueira
Julio Cezar Franchini
Fabiana Villa Alves
Roberta Aparecida Carnevalli
Roberto Giolo de Almeida
Davi José Bungenstab
Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Programa SBC - Soja Baixo Carbono: um novo conceito de soja sustentável¹

Nas últimas duas décadas, o Brasil consolidou sua importância no agronegócio mundial. Em 2020, de um total de US\$ 210 bilhões em exportações (Brasil, 2021a), 48% vieram do setor agropecuário, totalizando US\$ 101 bilhões (Brasil, 2021b). É o setor econômico que mais gera superávit na balança comercial brasileira, com um saldo de US\$ 88 bilhões em 2020, no qual o complexo soja contribuiu com US\$ 34 bilhões, 1/3 das exportações do setor (Brasil, 2021b). A soja é a principal cultura de grãos do país, sendo que na safra 2020/21 foram cultivados cerca de 38,47 milhões de hectares, com produção estimada de 135,5 milhões de toneladas (Conab, 2021), o que torna o Brasil não apenas o maior produtor, mas também o maior exportador mundial (Estados Unidos, 2021). Além dos efeitos positivos na balança comercial, o agronegócio, sobretudo o da soja, gera empregos, renda e contribui para redução do custo de alimentos, inclusive de origem animal.

O agronegócio brasileiro tem sofrido crescente pressão internacional quanto aos presumíveis impactos ambientais decorrentes da cadeia da soja, especialmente quanto às emissões de gases de efeito estufa (GEEs). Recentemente, foram atribuídas às exportações brasileiras de soja emissões acumuladas de 223,46 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (CO₂-eq.), entre 2010 e 2015 (Escobar et al., 2020), o que equivale à queima de aproximadamente 73 bilhões de litros de diesel, que é o total consumido desse combustível no país em 15 meses (ANP, 2019). Números como estes não traduzem a realidade dos sistemas produtivos brasileiros e, de forma distorcida, vêm sendo massivamente utilizados como argumentos em campanhas negativas sobre a soja brasileira no exterior, que podem resultar em criação de barreiras não tarifárias, desvalorização do produto e/ou perdas de mercado.

¹**Alexandre Lima Nepomuceno**, engenheiro-agrônomo, PhD em Biologia Molecular e Fisiologia de Plantas, pesquisador e Chefe Geral da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Alvadi Antonio Balbinot Junior**, engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador e Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Carina Ferreira Gomes Rufino**, jornalista, mestre em Comunicação Social, analista e Chefe Adjunta de Transferência de Tecnologia da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Henrique Debiasi**, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Marco Antonio Nogueira**, engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Julio Cezar Franchini**, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, Pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Fabiana Villa Alves**, zootecnista, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS; **Roberta Aparecida Carnevalli**, engenheira-agrônoma, doutora em Ciência Animal e Pastagem, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Roberto Giolo de Almeida**, engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS; **Davi José Bungenstab**, médico veterinário, doutor em Ciências Agrárias e Meio Ambiente, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS; **Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol**, graduada em Desenho Industrial, especialista em Administração de Marketing e Propaganda, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Diversas tecnologias geradas pela pesquisa contribuem para reduzir as emissões absolutas de GEEs no sistema de produção de soja brasileiro, com destaque para o Sistema Plantio Direto (SPD), a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), insumos biológicos em substituição parcial ou total a insumos químicos e o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas. Estudos científicos preliminares indicam que o uso dessas tecnologias de forma integrada pode reduzir em pelo menos 50% as emissões de CO₂-eq. no sistema de produção de soja. Além disso, essas tecnologias também proporcionam aumento de produtividade, estabilidade de produção e racionalização do uso de insumos e da terra, o que melhora o desempenho econômico, reduz as emissões de CO₂-eq. por tonelada de grãos produzida e diminui a pressão de expansão sobre novas áreas.

Frente a esse cenário e como uma contribuição direta para as estratégias globais de descarbonização da economia e atingimento das metas de governos e de negócios para redução das emissões de GEEs, é urgente e necessário o desenvolvimento de marcas-conceitos, atreladas a sistemas de certificação de terceira parte, com base em critérios científicos, internacionalmente validados, que assegurem um produto diferenciado produzido sob condições favoráveis à mitigação das emissões de GEEs, com critérios objetivos, mensuráveis e reportáveis.

O que pode ser feito pela cadeia produtiva de soja?

O cenário atual exige rápida resposta da cadeia produtiva da soja, envolvendo:

- Estímulo à adoção de práticas e tecnologias que confirmam redução das emissões de GEEs, sobretudo no processo de produção dos grãos, diferenciando e agregando valor aos produtos finais.
- Desenvolvimento de métricas que atestem a sustentabilidade da soja brasileira, com a mensuração de aspectos qualitativos e quantitativos do produto obtido pelo uso de práticas agrícolas e tecnologias que reduzam a emissão de GEEs e o consequente potencial de aquecimento global.

Para a concretização dessas ações, a Embrapa Soja, com apoio da Embrapa Gado de Corte, está propondo a criação e o estabelecimento de uma marca-conceito (“selo”) designada Soja Baixo Carbono (SBC) (Nepomuceno et al., 2021). Esta proposta visa à certificação da soja proveniente de sistemas de produção em SPD e que adotem técnicas ou práticas que contribuam para a redução das emissões de GEEs, com indicação de maior eficiência e sustentabilidade ambiental.

Como medir as reduções das emissões?

Os princípios, critérios e diretrizes que parametrizam a mitigação das emissões de GEEs na SBC serão embasados na ciência, seguindo regras, normas e metodologias preconizadas e aceitas pela comunidade científica internacional. O processo de concessão do selo SBC será estruturado por meio de certificação privada, voluntária e de terceira parte, esquematizada sob um sistema de controle do tipo MRV (mensurável, reportável e verificável) (OECD, 2021).

A Intensidade das Emissões de Gases de Efeito Estufa (IEGEE) será baseada no índice originalmente proposto por Mosier et al. (2006), definido como a razão entre o balanço de CO₂-eq. em um dado sistema de produção agropecuário e a produtividade, expressa em kg de CO₂-eq. por unidade produzida (Eq. 1). O cálculo do CO₂-eq. leva em consideração os diferentes potenciais de aquecimento global dos GEEs, em que o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) apresentam, respectivamente, um potencial de aquecimento global (PAG) 28 e 265 vezes maior que o CO₂ (IPCC, 2006). Portanto, o balanço de CO₂-eq. representa o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de um determinado sistema de produção agropecuário, calculado como a diferença entre a quantidade de CO₂-eq. fixada e a emitida, considerando o solo e a biomassa vegetal, bem como o CO₂-eq. liberado nas operações agrícolas e nos processos de fabricação, transporte de insumos, máquinas

e equipamentos usados no sistema de produção de soja (CO₂ insumos) (Eq. 2). Esse conceito vem sendo largamente utilizado em estudos sobre mitigação das emissões de GEEs, tanto no Brasil quanto em outros países (Venterea et al., 2011; Bayer et al., 2014; Shen et al., 2018; Gong et al., 2021).

$$IEGEE = \frac{PAG}{Produtividade} \text{ (kg CO}_2\text{-eq./ tonelada de soja)} \text{ (Eq. 1)}$$

$$PAG = \Delta[(CO_2 \times 1) + (CH_4 \times 28) + (N_2O \times 298)] + CO_2 \text{ insumos} \text{ (Eq. 2)}$$

Em que: Δ = balanço de CO₂-eq. no sistema de produção.

A redução do IEGEE na soja candidata ao selo SBC será calculada com base em uma ou mais referências (*baseline*), as quais terão grande impacto na magnitude das alterações no IEGEE (Figura 1). Assim, a definição das situações de referência fará parte do processo de desenvolvimento da marca-conceito, com ampla discussão entre especialistas. Tendo em vista a variabilidade de sistemas de produção de soja e de condições edafoclimáticas no Brasil, haverá necessidade de regionalização das situações-referência, o que poderá ser feito a partir das macrorregiões sojícolas utilizadas como base para os ensaios de valor de cultivo e indicação de cultivares (Kaster; Farias, 2012). Neste contexto, os resultados do projeto “Prospecção de demandas e planejamento estratégico de transferência de tecnologia e comunicação essenciais para a produção de soja no Brasil - PROSPEC SOY” (Hirakuri et al., 2019; 2020), serão considerados para auxiliar na caracterização das situações de referência.

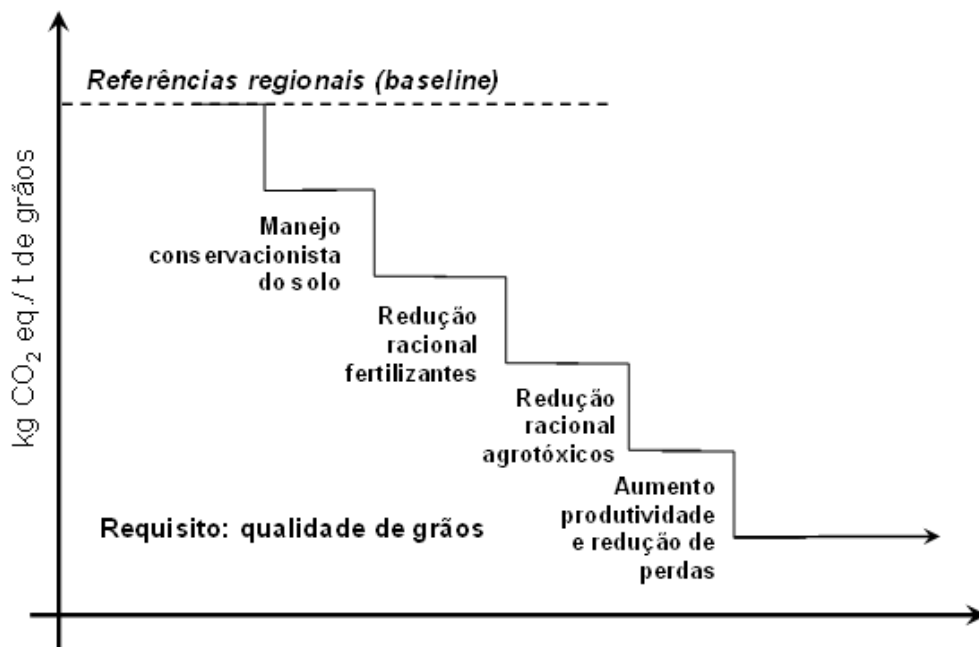


Figura 1. Modelo de redução da intensidade das emissões de GEEs em função da adoção de práticas sustentáveis no sistema de produção de soja.

Como serão definidos os critérios para certificação?

Para maior robustez e aceitação internacional, a definição dos princípios, diretrizes, critérios, práticas agrícolas e indicadores para elaboração do protocolo a ser seguido para concessão do selo SBC via certificação, deve ser conduzida de forma participativa, seguindo padrões internacionais de preparação de normas, em especial o Código de Boas Práticas da ISEAL Alliance (*ISEAL Code of Good Practice for Setting Social and Environmental Standards – Standard*

Setting Code) (ISEAL, 2014). A discussão dos protocolos para atribuição de marcas é uma das bases para que os princípios de credibilidade mencionados nesse Programa sejam alcançados (relevância, rigor, engajamento e transparência). É por isso que a construção metodológica da SBC deve envolver o levantamento, análise e compilação de dados científicos disponíveis na literatura, com a posterior discussão e validação, por meio Workshops e reuniões, com medição de profissional capacitado e consultoria especializada em protocolos de certificação.

Qual o diferencial do selo SBC?

Embora existam diversos “selos” e metodologias de certificação para soja sustentável, conforme sumarizado em TNC (2012), a SBC posiciona-se como uma marca-conceito inovadora e diferenciada em relação às demais iniciativas por integrar as seguintes características:

- Foco no sistema de produção de soja e não na propriedade.
- Foco no balanço das emissões de GEEs.
- Possibilidade não só de garantir a redução das emissões, mas também de quantificá-las, à luz do conhecimento científico.
- Base no conceito de intensidade das emissões por tonelada de grãos, o que permite valorizar a soja com maior eficiência de produção por unidade de CO₂-eq. emitida.
- Uso de critérios, diretrizes e indicadores definidos com base em ciência (*science-based approach*) e protocolo público reconhecido pela comunidade internacional.
- Certificação voluntária e de terceira parte, com sistema de controle do tipo MRV (mensurável, reportável e verificável).

Qual a experiência e know-how da equipe?

A experiência prévia da equipe com outras marcas-conceito similares (Alves et al., 2019), assim como os mais de 40 anos de pesquisas sobre práticas agrícolas que mitigam as emissões de GEEs na Embrapa Soja, são aspectos que embasam a proposta. A equipe conta com a experiência dos pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento das marcas “Carne Carbono Neutro - CCN” (Alves et al., 2015) e “Carne Baixo Carbono - CBC” (Almeida; Alves, 2020), o que dará mais agilidade e assertividade ao processo de construção da SBC. Por sua vez, o longo histórico de pesquisas focadas em práticas agrícolas e tecnologias que aliem menor impacto ambiental com aumento de produtividade, envolvendo diversos experimentos de longo prazo, proporcionou a formação de uma robusta base de dados e conhecimentos que representa a espinha dorsal da criação e implementação da marca. Muitos desses resultados encontram-se publicados em periódicos nacionais e internacionais conceituados, englobando temas como sistemas de manejo do solo e de rotação de culturas (Franchini et al., 2007; Barreto et al., 2009; Babujia et al., 2010; Franchini et al., 2012; Zotarelli et al., 2012; Briedis et al., 2018; Balbinot et al. 2020), fixação biológica de nitrogênio (Hungria et al., 2013; Sá et al., 2017; Santos et al., 2019), co-inoculação com *Azospirillum*

(Hungria et al., 2016), manejo integrado de pragas (Corrêa-Ferreira et al., 2000; Bueno et al., 2011; Bortolotto et al., 2015; Conte et al., 2020) e manejo integrado de doenças (Godoy et al., 2015; Seixas et al., 2020). Salienta-se ainda a participação de membros da equipe no projeto “Fluxus”, financiado pela Embrapa, em que medições das emissões de GEEs e de estoques de carbono no solo foram realizados em diferentes regiões e sistemas de produção de grãos do país.

Quais as etapas para a consolidação do Programa SBC?

A construção do programa envolverá o estabelecimento de premissas e protocolos técnico-científicos para o processo de criação da certificação de terceira parte, assim como o estabelecimento de parceiros públicos e privados apoiadores da iniciativa. As etapas técnicas envolverão:

- Revisão de literatura e organização da base de dados: levantamento, compilação, organização e análise de resultados de pesquisa já publicados, relacionados diretamente à mitigação de emissões de GEEs, com ênfase a publicações em periódicos conceituados e revisados por pares. Os dados levantados, assim como dados obtidos nos experimentos conduzidos pela Embrapa Soja, serão compilados, organizados e analisados conjuntamente para
- atender às necessidades inerentes ao desenvolvimento da marca.
- Definição da marca-conceito e seu escopo: nota técnica caracterizando o escopo da marca-conceito já foi elaborada (Nepomuceno et al., 2021), assim como a logomarca (“selo”) e seu respectivo manual de identidade visual.
- Registro da marca junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI): a documentação já foi protocolada junto ao órgão.
- Definição e publicação das diretrizes técnicas da SBC: serão formuladas com a participação de pesquisadores com diferentes especialidades e com base no conhecimento científico existente (compilado na etapa 1 e na validação, etapa 5) e consultores. Essas diretrizes serão passíveis de atualizações periódicas, conforme previsto nas boas práticas de elaboração de normas (ISEAL, 2014), de forma a adequá-las ao avanço do conhecimento científico e tecnológico, bem como às mudanças de mercado e modelos de negócio.
- Validação das diretrizes técnicas: compreenderá simulações com variadas possibilidades metodológicas aplicadas a diferentes cenários que caracterizam as macrorregiões sojícolas brasileiras, usando as informações e os dados até então compilados. Também serão aplicadas a sistemas de produção de soja contrastantes em experimentos de

longa duração conduzidos pela Embrapa Soja e parceiros. Esta etapa subsidiará a elaboração das diretrizes técnicas e também dos protocolos de certificação. Numa segunda etapa, compreenderá a validação no campo, aplicando as metodologias desenvolvidas à soja proveniente de lavouras comerciais em diferentes regiões brasileiras, em unidades piloto conduzidas pela Embrapa Soja.

- Elaboração do protocolo de certificação: a construção colaborativa do protocolo de certificação ocorrerá por meio de oficinas técnicas entre os especialistas envolvidos e envolverá a elaboração de dois documentos: o memorial descritivo e a lista de verificação e seus anexos. O memorial descritivo será público e o seu teor será disponibilizado eletronicamente. Já a lista de verificação (checklist aplicado à soja candidata) será construída em parceria com cada certificadora e será restrita à mesma. Em seguida, o protocolo será submetido para registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (ou entidade indicada). A exemplo das diretrizes técnicas, o memorial descritivo, as listas de verificação e demais anexos serão atualizados periodicamente, conforme recomendado pela ISE-AL (2014), de modo a se adaptar a mudanças em cenários futuros.
- Comunicação do Programa SBC: o programa terá ampla agenda de comunicação, envolvendo diferentes públicos, nacionais e internacionais, utilizando-se de estratégias de comunicação de massa e ações dirigidas, conteúdos para mídias e plataformas digitais, além de eventos técnicos nacionais e internacionais e peças de comunicação exclusivas, como vídeos, banners, folders, apps, entre outros materiais e mídias.
- Mercado: ao criar para o produtor oportunidades de mensuração e valorização de práticas que reduzam as emissões de GEEs, a marca-conceito SBC abre oportunidades para que diferentes modelos de negócios sejam estabelecidos com a finalidade de diferenciar e agregar valor à soja produzida com o uso integrado de práticas e tecnologias sustentáveis que reduzam o potencial de aquecimento global por tonelada de grãos produzida.

Versão em inglês da marca

O mercado da soja brasileira é muito amplo e consolidado internacionalmente. A soja é o principal produto de exportação e a SBC tem o objetivo de comunicar com públicos internacionais, portanto a versão em inglês da marca é essencial para o fortalecimento da imagem (Figura 2).



Figura 2. Versão da marca em inglês.

Referências

ALMEIDA, R. G. de; ALVES, F. V. **Diretrizes técnicas para produção de carne com caixa emissão de carbono certificada em pastagens tropicais**: Carne Baixo Carbono (CBC). Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2020. 36 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 280).

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A. **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2015. 29 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. Marcas-conceito e a proposta de uma Plataforma de Pecuária de Baixo Carbono. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Org.). **ILPF**: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 169-179.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis 2019**. Rio de Janeiro, 2019. 2610 p. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2019/2019-anuario-versao-impressao.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.

BABUJIA, L. C.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BROOKES, P. C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, p. 2174-2181, 2010.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; COELHO, A. E.; SAPUCAY, M. J. L. da C.; BRATTI, F.; LOCATELLI, J. L. Performance of soybean grown in succession to black oat and wheat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e01654, 2020.

BARRETO, R. C.; MADARI, B. E.; MADDOCK, J. E. L.; MACHADO, P. L. O. de A.; TORRES, E.; FRANCHINI, J.; COSTA, A. R. The impact of soil management on aggregation, carbon stabilization and carbon loss as CO₂ in the surface layer of a Rhodic Ferralsol in Southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 132, p. 243-251, 2009.

BAYER, C.; ZSCHORNACK, T.; PEDROSO, G. M.; ROSA, C. M. da; CAMARGO, E. S.; MARCOLIN, E.; DOS REIS, C. E. S.; SANTOS, D. C. dos. A seven-year study on the effects of fall soil tillage on yield-scaled greenhouse gas emission from flood irrigated rice in a humid subtropical climate. **Soil & Tillage Research**, v. 145, p. 118-125, 2014.

- BORTOLOTTO, O. C.; POMARI-FERNANDES, A.; BUENO, R. C. O. de F.; BUENO, A. de F.; KRUZ, Y. K. S. da; QUEIROZ, A. P.; SANZOVO, A.; FERREIRA, R. B. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, p. 25-32, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROSTAT**: Estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. 2021b. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index>. Acesso em: 1 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais. **Balança comercial consolidada e séries históricas**: Exportação Brasileira por ISIC. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>. Acesso em: 1 abr. 2021.
- BRIEDIS, C.; SA, J. C. de M.; LAL, R.; TIVET, F.; FRANCHINI, J. C.; FERREIRA, A. de O.; HARTMAN, D. da C.; SCHIMIGUEL, R.; BRESSAN, P. T.; INAGAKI, T. M.; ROMANIW, J.; GONÇALVES, D. R. P. How does no-till deliver carbon stabilization and saturation in highly weathered soils? **Catena**, v. 163, p. 13-23, 2018.
- BUENO, A. de F.; BATISTELA, M. J.; BUENO, R. C. O. de F.; FRANCA-NETO, J. de B.; NISHIKAWA, M. A. N.; LIBÉRIO FILHO, A. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, p. 937-945, 2011.
- CONAB. **Série histórica das safras**: soja. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra-serie-historica-das-safra?start=30>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- CONTE, O.; POSSAMAI, E. J.; SILVA, G. C.; REIS, E. A.; GOMES, E. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; PRANDO, A. M. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2019/2020 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 65 p. (Embrapa Soja. Documentos, 431).
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; DOMIT, L. A.; MORALES, L.; GUIMARÃES, R. C. Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, p. 75-80, 2000.
- ESCOBAR, N.; TIZADO, E. J.; ERMGASSEN, E. K. H. J. zu; LÖFGREN, P.; BÖRNER, J.; GODAR, J. Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports. **Global Environmental Change**, v. 62, 102067, 2020.
- ESTADOS UNIDOS. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds**: world market and trade. Washington, DC: USDA-FAS, 2021. 40 p. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.
- FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 92, p. 18-29, 2007.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 137, p. 178-185, 2012.
- GODOY, C. V.; BUENO, A. de F.; GAZZIERO, D. L. P. Brazilian soybean pest management and threats to its sustainability. **Outlooks on Pest Management**, v. 26, p. 113-117, 2015.
- GONG, Y.; LI, P.; SAKAGAMI, N.; KOMATSUZAKI, M. No-tillage with rye cover crop can reduce net global warming potential and yield-scaled global warming potential in the long-term organic soybean field. **Soil & Tillage Research**, v. 205, 104747, 2021.
- HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). **Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 4**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 119 p. (Embrapa Soja. Documentos, 412).

- HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). **Diagnóstico da produção de soja nas macrorregiões sojícolas 2 e 3**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 124 p. (Embrapa Soja. Documentos, 435).
- HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 22 p. (Embrapa Soja. Documentos, 337).
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; RICARDO SILVA ARAUJO. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: an environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 221, p. 125-131, 2016.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Hayama: IGES, 2006.
- ISEAL. **Setting Social and Environmental Standards: ISEAL Code of Good Practice – versão 6.0**. Londres: ISEAL Alliance, 2014. Disponível em: https://www.isealalliance.org/sites/default/files/resource/2017-11/ISEAL_Standard_Setting_Code_v6_Dec_2014.pdf. Acesso em: 1 abr. 2021.
- KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. **Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja**: terceira aproximação. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 69 p. (Embrapa Soja. Documentos, 330).
- MOSIER, A. R.; HALVORSON, A. D.; REULE, C. A.; LIU, X. J. J. Net global warming potential and greenhouse gas intensity in irrigated cropping systems in northeastern Colorado. **Journal of Environmental Quality**, v. 35, p. 1584-1598, 2006.
- NEPOMUCENO, A. L.; RUFINO, C. F. G.; DEBIASI, H.; NOGUEIRA, M. A.; FRANCHINI, J. C.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. de; BUNGENSTAB, D. J.; DALL'AGNOL, V. F. **Marca-Conceito “Soja Baixo Carbono”**: um novo conceito para a soja sustentável. Londrina: Embrapa Soja; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2021. Nota Técnica.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. **Measurement, Reporting and Verification (MRV) of greenhouse gas (GHG) mitigation**. [2021]. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/cc/mesurerementreportingandverificationofghgmitigation.htm>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- SA, J. C. de M.; LAL, R.; CERRI, C. C.; LORENZ, K.; HUNGRIA, M.; CARVALHO, P. C. de F. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. **Environment International**, v. 98, p. 102-112, 2017.
- SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. **AMB Express**, v. 9, article n. 205, 2019.
- SEIXAS, C. D. S.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A. dos; OLIVEIRA, G. M. de; HELING, A. L.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; SILVA, G. C. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2019/2020 para tomada de decisão do controle químico da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 27 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 164).
- SHEN, Y.; SUI, P.; HUANG, J.; WANG, D.; WHALEN, J. K.; CHEN, Y. Global warming potential from maize and maize-soybean as affected by nitrogen fertilizer and cropping practices in the North China Plain. **Field Crops Research**, v. 225, p. 117-127, 2018.
- TNC - THE NATURE CONSERVANCY. **Soja**: boas práticas agrícolas e certificação socioambiental. 2. ed. São Paulo, 2012. 43 p. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/boaspraticasagricolas.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- VENTEREA, R. T.; MAHARJAN, B.; DOLAN, M. S. Fertilizer source and tillage effects on yield-scaled nitrous oxide emissions in a corn cropping system. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, p. 1521-1531, 2011.
- ZOTARELLI, L.; ZATORRE, N. P.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; FRANCHINI, J. C.; ALVES, B. J. R. Influence of no-tillage and frequency of a green manure legume in crop rotations for balancing N outputs and preserving soil organic C stocks. **Field Crops Research**, v. 132, p. 185-195, 2012.

Exemplares desta publicação poderão ser encontrados na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral,
Distrito da Warta
CEP 86085-981
Caixa Postal 4006
Londrina, Paraná
Fone: (43) 3371-6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

2ª edição

PDF digitalizado (2023)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente

Adeney de Freitas Bueno

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose,
Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros
França Neto, Leandro Eugênio Cardamone
Diniz, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani
Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Ilustração da capa

Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Empresas Apoiadoras:



Bayer CropScience

