

# Boas práticas agrícolas climaticamente eficientes



**Solidaridad**

# Sobre a Fundação Solidaridad

A **Fundação Solidaridad** uma organização da sociedade civil com quase 15 anos de atuação no Brasil desenvolvendo cadeias agropecuárias que geram inclusão social, renda e proteção ao meio ambiente. Do Pará ao Rio Grande do Sul, trabalha com as seguintes culturas: cacau, café, cana-de-açúcar, erva-mate, laranja, pecuária e soja. Atuando na cadeia da soja desde 2010, a Solidaridad estrutura sua ação com base na dinâmica territorial nos principais polos de produção e no engajamento de organizações privadas. O objetivo é ampliar esforços para uma agricultura de baixo carbono com o uso eficiente da terra na região do Matopiba, dentro do bioma Cerrado.

# Sobre a GIZ

Como empresa federal de utilidade pública, a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH apoia o Governo Federal da Alemanha em seus objetivos na área de cooperação internacional. O Brasil e a Alemanha, juntos, enfrentam os desafios globais como a preservação da biodiversidade e o combate às mudanças climáticas. No Brasil, a Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável atua, principalmente, em duas áreas temáticas: proteção e uso sustentável das florestas tropicais, assim como energias renováveis e eficiência energética.

## Solidaridad

### FUNDAÇÃO SOLIDARIDAD

#### Diretor de País

Rodrigo Castro

#### Gerente de Cadeias Produtivas

Paula Freitas

#### Gerente de Comunicação

Luiz Fernando Campos

### BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS CLIMATICAMENTE EFICIENTES

#### Autores

Camila Santos, Harry van der Vliet e Juliana Monti

#### Revisão

Camila Santos, Joana Araújo, Juliana Monti, Luiz Fernando Campos, Natalie Ribeiro e Paula Freitas

#### Fotos

Fundação Solidaridad e Shutterstock

#### Projeto gráfico e design editorial

Laboota

# Introdução

Para alcançar uma produção mais sustentável, aliada à mitigação das mudanças climáticas, diferentes países assumiram compromissos de reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na agropecuária e nos demais setores da economia.

O Brasil criou, em 2010, o Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), que foi renovado em 2020, passando a se chamar de ABC+. O plano contém diferentes tecnologias que reduzem as emissões de GEE e aportam carbono ao solo.

Como o maior produtor de soja do mundo, o Brasil tem papel fundamental para a adoção de práticas agrícolas climaticamente eficientes em sua produção, necessárias para produzir com menor impacto. Essas práticas reduzem a emissão de carbono na produção da cultura e ajudam a capturar o seu excesso gerado por outras atividades econômicas da sociedade. Esse carbono capturado é convertido em material vegetal ou em matéria orgânica no solo, melhorando a saúde e aumentando a capacidade de produção contínua da terra.

Neste material, listamos as boas práticas agrícolas de baixo carbono para a cultura da soja. São atividades que envolvem mudanças como rotação de culturas, adubação verde, fertilização do sistema e redução do consumo de energia elétrica, que contribuem para a redução das emissões e aumento do sequestro de carbono no solo.

**Boa leitura!**

# Sistema de Plantio Direto

Gases de Efeito Estufa (GEE) como o carbono são emitidos em diferentes métodos de cultivo, tanto pelo solo quanto pelos combustíveis usados nas operações. As emissões podem ser drasticamente reduzidas com a adoção do Sistema de Plantio Direto (SPD), composto por:



**MÍNIMO REVOLVIMENTO DO SOLO**, limitado à linha de plantio



**PLANTAS DE COBERTURA** com restos de culturas e cobertura morta ou com plantas vivas



**ROTAÇÃO DE CULTURAS** com aumento da biodiversificação de espécies vegetais e utilização de plantas com alta produção de biomassa

Com essas práticas, a matéria orgânica do solo é mantida ou melhorada, fixando carbono, e a erosão do solo, tanto eólica quanto pluvial, é evitada.

## ROTAÇÃO DE CULTURAS

Para evitar que a soja seja plantada sobre a palha da soja da safra anterior, é importante usar outras culturas na sequência, sejam comerciais ou de adubação verde e cobertura.

A rotação traz maior rendimento da lavoura, reduz a necessidade de preparo do solo, do uso de produtos fitossanitários e de

fertilização, pois os nutrientes são reciclados por diferentes sistemas radiculares. Algumas espécies ainda contribuem com nitrogênio para as culturas sucessivas.

A correta implementação da rotação de culturas contribui para o aumento do sequestro de carbono no solo e a redução da emissão de GEE.

# Adubação verde e cobertura

As culturas de adubação verde e cobertura são plantas usadas para cobrir o solo e melhorar suas condições físicas, químicas e biológicas.

Essas espécies podem, entre outros benefícios:

- Associar-se a bactérias fixadoras de nitrogênio do ar, transferindo-o para as plantas;
- Estimular a população de fungos micorrízicos (associados a raízes), que aumentam a absorção de água e nutrientes;
- Proteger o solo contra o impacto das chuvas e do vento, evitando erosão;
- Manter a umidade e a temperatura do solo, protegendo-o contra raios solares;
- Aumentar o teor de carbono e a fertilidade do solo;
- Reduzir o aparecimento de plantas daninhas, pragas e doenças;
- Beneficiar diretamente as culturas sucessoras.

As culturas de adubação verde e cobertura são uma solução climática natural e barata. Elas possuem a capacidade de capturar dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>), ajudam a tornar o solo mais saudável e mais resiliente a mudanças climáticas.





## Calagem e gessagem

São práticas agrícolas importantes para melhorar o solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, o sequestro de carbono.

O uso de corretivos é essencial para neutralizar o efeito do alumínio tóxico e corrigir a acidez do solo (elevação do pH). Nesse processo, há emissão de CO<sub>2</sub>.

Por outro lado, há melhoria nos atributos químicos do subsolo decorrente da calagem e da gessagem, principalmente o aumento da saturação por cálcio, o que resulta em maior desenvolvimento do sistema radicular, refletindo em maior absorção de água e nutrientes pelas raízes. Ou seja, promove efeitos positivos na produção e rentabilidade das culturas.

Esse aumento do desenvolvimento radicular no perfil do solo e da biomassa aérea, decorrente da aplicação de corretivos e condicionadores, pode promover maior retorno de carbono ao solo na forma de resíduos, o que favorece a fixação do CO<sub>2</sub> da atmosfera no solo. Assim, deve ser dada muita atenção à dosagem de calcário e gesso aplicada, para evitar perdas ambientais e econômicas.

# Fertilizantes e manejo de nutrientes

Os fertilizantes promovem o aumento de produtividade agrícola, e o seu uso adequado se tornou ferramenta indispensável na luta mundial de combate à fome e à subnutrição.

O fornecimento de **nitrogênio** (N), **fósforo** (P), **potássio** (K) e micronutrientes é a forma mais usada de garantir que as plantas tenham um crescimento ideal. Dessa forma, aumenta a produtividade e qualidade, com consequente redução da emissão de CO<sub>2</sub> por unidade produzida. O uso excessivo e inadequado de fertilizantes químicos, no entanto, é uma das principais fontes de emissões de GEE na agricultura.

A maior parte dos fertilizantes vem de matérias-primas naturais que contêm minerais explorados ou extraídos em diferentes locais. Uma exceção é o **nitrogênio**, produzido pela combinação de N<sub>2</sub> do ar com outros componentes para formar um composto que pode ser absorvido pela raiz (amônia anidra), usada diretamente como fertilizante ou

convertida para outra forma de fertilizante nitrogenado. **O nitrogênio tem grande impacto na emissão de GEE, pois o elemento no solo pode ser liberado para a atmosfera como o N<sub>2</sub>O, que possui o potencial de causar o aquecimento global de cerca de 300 vezes mais que o CO<sub>2</sub>.**

O **fósforo** tem um papel vital no crescimento das plantas, agindo na obtenção de energia (fotossíntese). A perda do fósforo no solo por erosão ou escoamento superficial é comum na lavoura e responsável por ocorrência de lagos e rios sem oxigênio dissolvido na água. Melhores práticas de manejo do fósforo aumentam a eficiência para as culturas e minimizam perdas para o meio ambiente.

Na planta, o **potássio** regula o fluxo de água e os processos enzimáticos, auxilia na translocação de nutrientes e carboidratos, entre outras funções. O nutriente pode ser perdido por lixiviação, causando problemas ambientais e econômicos.



**Quantidades maiores do que as exigidas pela cultura**



**Excesso de nutrientes no solo**



**Poluição da água e do ar**



## Fertilização do sistema, não da cultura

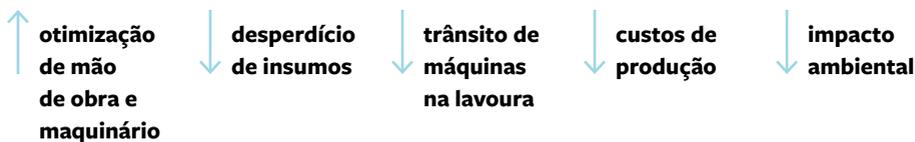
A adubação de sistemas é uma estratégia de manejo da fertilidade do solo que busca melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, atendendo às exigências nutricionais de todas as espécies envolvidas.

Na **adubação tradicional**, a recomendação é que seja realizada de forma isolada, tendo em vista somente as necessidades da cultura implantada. Na maioria das vezes, são utilizadas quantidades fixas de nitrogênio, fósforo e potássio. Como resultado, há adubações superdimensionadas, com impacto direto no meio ambiente e nos custos de produção.

Na **adubação de sistemas**, os fertilizantes não são destinados para uma única cultura, mas para todos os sistemas de produção. É importante ter em mente que a adoção da adubação de sistemas implica em **rotação de culturas** e em **plantio direto**.

Culturas mais exigentes e responsivas à adição de fertilizantes, como milho, feijão e algodão, recebem doses maiores de nutrientes. Assim, a soja plantada em sucessão ao milho, por exemplo, se beneficia da adubação residual e da matéria orgânica deixada pelo milho. E a soja, por sua vez, beneficia o milho safrinha pelos resíduos de nitrogênio deixados no solo.

### MANEJO RACIONAL DA ADUBAÇÃO



# Fertilizantes inteligentes

O uso de Fertilizantes de Liberação Controlada (FLC) é um passo importante para aumentar a eficiência no uso de nutrientes e diminuir as emissões de GEE. Na formulação granulada, eles liberam nutrientes gradualmente no solo, podendo reduzir as perdas por emissão e lixiviação, proporcionar maior eficiência e melhorar a saúde do solo.

Esses fertilizantes:



**Mantêm os níveis necessários de nutrientes**



**Aumentam a retenção de água**



**Levam a um pH ideal para o crescimento das plantas**



**Aumentam o teor de matéria orgânica do solo**



**No final, reduzem as emissões de GEE**



# Fixação biológica de nitrogênio

A agricultura moderna se baseia no uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, que são produzidos a partir do gás natural (combustível fóssil). O processo utilizado para sua fabricação industrial envolve a emissão de grandes quantidades de dióxido de carbono na atmosfera.

No entanto, existem microrganismos capazes de transformar o nitrogênio da atmosfera ( $N_2$ ) em forma assimilável pelas plantas. Esse processo é chamado de **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)**.

A FBN é a principal forma de fornecer nitrogênio à cultura da soja e acontece pela inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. A prática substitui o uso de fertilizantes nitrogenados, contribuindo para menores emissões de GEE.

Para produzir uma tonelada de grãos de soja, são necessários cerca de 80 quilos de nitrogênio. Esse nutriente é o mais requerido pela cultura, devido ao teor de proteínas nos seus grãos. **Se o fornecimento de nitrogênio para a cultura da soja ocorresse via adubação nitrogenada, seria necessário um total de aproximadamente 580 quilos de ureia por hectare.** O uso dessa tecnologia (FBN) contribui com a redução do custo de produção e das perdas ambientais.

Além da soja, outras culturas podem ser beneficiadas por processos biológicos como a FBN:



cana-de-açúcar



milho



feijoeiro comum



feijão-caupi



arroz



trigo





## Agricultura de precisão

A Agricultura de Precisão (AP) é a abordagem de gerenciamento máximo usando tecnologias de ponta, como sensoriamento remoto, para monitorar a saúde das culturas, aplicar fertilizantes, tomar melhores decisões e obter altos rendimentos. O emprego de análises baseadas em imagens de satélite permite aumentar a produtividade da fazenda, reduzir os custos de insumos e minimizar o impacto ao meio ambiente.

A AP fornece **recomendações precisas de fertilizantes e balanços nutricionais das culturas**, economiza tempo e reduz o consumo de recursos, resultando numa colheita mais uniforme e com maior rendimento.

O uso de calcário e adubos nitrogenados impactam na quantidade emitida de GEE. A aplicação de uma dose

média de insumos pode resultar em:

- Doses maiores que a necessária, gerando maior custo e impacto;
- Doses menores que a necessária, causando menor produtividade.

Uma amostragem georreferenciada e o uso de insumos em taxa variável permitirão o uso otimizado dos recursos e aplicação de doses efetivas.

O uso de **sistemas de direcionamento de máquinas agrícolas** (piloto automático) nas operações mecanizadas impacta na otimização de combustíveis fósseis e no rendimento operacional, pois evita manobras desnecessárias e gera maior agilidade. A aplicação de insumos também é beneficiada pelo piloto automático, pois evita sobreposição e falhas.



## Redução do uso de óleo diesel

Em geral, os combustíveis fósseis usados nos sistemas de cultivo nas fazendas são: óleo diesel para máquinas agrícolas, tratores e caminhões, e gasolina ou etanol para veículos do setor administrativo. Muitas fazendas, na ausência de energia elétrica, também usam geradores que funcionam a óleo diesel.

No manejo da cultura da soja, as operações de preparo de solo como aração, subsolagem e gradagem pesada podem ser evitadas com a adoção do sistema de plantio direto, reduzindo assim o consumo de combustível fóssil e suas emissões.

## Redução do consumo de energia elétrica

As fazendas geram um consumo expressivo de energia elétrica, seja na irrigação, no uso de secadores e máquinas de limpeza de grãos e na iluminação do pátio.

O uso de energia elétrica também emite GEE para atmosfera. Dessa forma, para evitar grandes gastos e reduzir as emissões, é necessário que o produtor adeque as instalações e os equipamentos da fazenda, além de procurar alternativas renováveis como energia solar e eólica.

# Sementes melhoradas

O melhoramento genético de plantas tem como objetivos:



**Aumento da produtividade**



**Incorporação da espécie em novos ambientes**



**Aumento da qualidade**



**Resistência a pragas e doenças**

As cultivares melhoradas diminuem a necessidade de aplicação de defensivos para combater pragas, plantas daninhas e doenças, gastando menos água na preparação dos defensivos e menos combustível em tratores e máquinas para aplicação.

Escolher variedades de soja bem adaptadas é um meio de proteger a cultura de estresses abióticos e bióticos, como eventos climáticos extremos e surtos de pragas e doenças.

O melhoramento genético oferece a oportunidade de aumentar o sequestro de carbono e a eficiência do sistema de produção, a partir de espécies com melhor desenvolvimento radicular, melhor absorção de nutrientes e resistência a pragas, reduzindo a necessidade de proteção de plantas.





## Integração Lavoura-Pecuária

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) são uma forma de intensificação sustentável da agricultura que depende de relações sinérgicas entre os sistemas vegetal e animal.

Com mudanças nas propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, ciclagem de água e nutrientes, esses sistemas promovem resiliência às mudanças climáticas e melhoria da produtividade tanto da lavoura quanto da pecuária.

Quando bem manejada, a pastagem no sistema ILP acumula carbono no solo e, na integração, somam-se os benefícios do plantio direto aos pontos positivos da pastagem, levando a um aumento do teor de carbono do solo e uma redução drástica das emissões. Há maior eficiência de produção por área, pois no ILP a terra é utilizada o ano todo, além de contribuir para uma melhora significativa na renda da propriedade.

# Manejo fitossanitário

A elevada produtividade brasileira não seria possível sem a proteção dos cultivos, realizada principalmente pelo emprego de defensivos cada vez mais específicos, seletivos e de baixa toxicidade.

Produtos mais eficientes requerem menos aplicações, com redução no uso de combustíveis fósseis e na emissão de CO<sub>2</sub>. Para um manejo fitossanitário adequado, é necessário realizar a rotação das moléculas químicas para prevenir o surgimento de resistência e perda de eficiência dos defensivos, implementar o Manejo Integrado de Pragas - MIP e dar preferência ao controle biológico. **É necessária muita atenção para armazenamento, coleta e descarte de resíduos químicos e de recipientes vazios.**

Outra forma de melhorar o controle de pragas e reduzir a emissão de GEE é utilizar cultivares transgênicos resistentes aos insetos, como as que contêm genes de resistência oriundos da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt). Elas também são responsáveis por aumentar a produção e facilitar o manejo no campo.

Existem várias soluções tecnológicas que também possuem resultados eficientes como a pulverização inteligente e monitorada de defensivos agrícolas, resultando em redução de gases emitidos pelo uso de combustíveis nos pulverizadores e nas aeronaves que aplicam os produtos fitossanitários nas plantações.



# Solidaridad

Para saber mais:

[www.solidaridadsouthamerica.org/brasil](http://www.solidaridadsouthamerica.org/brasil)

[brasil@solidaridadnetwork.org](mailto:brasil@solidaridadnetwork.org)

Apoio:



Por meio da:



GOVERNO DO  
**MARANHÃO**

-  /fundacaosolidaridad
-  /showcase/fundacaosolidaridad
-  /solidaridadlatam