

Agricultura Sustentável Tropical: casos de sucesso

Pablo Rodrigo Hardoim¹, Éder de Souza Martins², Eduardo de Souza Martins³

Resumo - O Brasil passou de importador de grãos na década de 1970 para um dos maiores produtores mundiais de grãos nesta última década. Grandes áreas de campos nativos foram transformadas em terras agricultáveis e produtivas. Os avanços foram alcançados com base nos aprendizados trazidos por mestres oriundos dos países praticantes da agricultura temperada, e no entendimento de que o solo precisa ser corrigido com parâmetros físico-químicos bem definidos. Neste contexto de adequação da agricultura tropical, alguns produtores entenderam a necessidade de inovar, utilizando princípios observados na natureza para resolver problemas estruturais de produção. Surgiu assim a agricultura de processos, cujo objetivo não é limitar-se ao tratamento curativo e sim criar condições favoráveis ao desenvolvimento da planta enquanto previne-se o desenvolvimento de doenças e pragas e melhora a resiliência desta aos desafios ambientais. Produtores pioneiros deste novo formato de se fazer agricultura, além de manterem níveis altos de produtividade em ambientes desafiadores, reduziram significativamente o custo de produção, permitindo aumentar a lucratividade por área trabalhada.

Palavras-chave: agricultura regenerativa tropical; agricultura de processo; lucratividade; produtor pioneiro; sustentabilidade.

Tropical sustainable agriculture: success cases

Abstract - Brazil went from being a grain importer in the 1970s to one of the largest grain producers in the world in the last decade. Large areas of native fields were transformed into arable and productive land. Advances were achieved based on the learning brought by masters from countries that practice temperate agriculture and on the understanding that the soil needs to be corrected based on well-defined physical-chemical parameters. In this context of adequacy of tropical agriculture, some producers understood the need to innovate using principles observed in nature to solve structural production problems. Thus, process agriculture emerged, in which the objective is not limited to curative treatment, but rather to create favorable conditions for the development of the plant while preventing the development of diseases, pests and improving the plant's resilience to environmental challenges. In this chapter, we present some of these pioneering producers in this new way of doing agriculture. In addition to maintaining high productivity levels in challenging environmental conditions, they have significantly reduced production costs, allowing increased profitability per working area. We hope these pioneers will inspire others to follow in their footsteps.

Keywords: tropical regenerative agriculture; process agriculture; profitability; pioneer producer; sustainability.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da década de 1950, com o início da Revolução Verde, o mundo começou a adotar o uso de fertilizantes altamente solúveis em água, e de agrotóxicos para o controle de pragas, doenças e plantas espontâneas (KILBY, 2019). Essa prática levou ao aumento significativo na produtividade de grãos, de

fibras e de bioenergia (CONWAY, 2019), no entanto, também promoveu, com o passar dos anos, o aumento do desequilíbrio da vida no solo. Começou-se a observar, em locais onde o uso de fertilizantes altamente solúveis era aplicado de forma abundante, o declínio na produtividade da lavoura, principalmente em decorrência do desenvolvimento de doenças e pragas

de finais de ciclo (PAHALVI *et al.*, 2021). Hoje, inúmeros estudos científicos, como também observações empíricas no campo, demonstram que o excesso de sais pode induzir: aos desequilíbrios nutricionais no solo; ao declínio da biodiversidade no solo e dentro da planta; ao aumento da vulnerabilidade da planta ao ataque de pragas e à infecção por doenças; ao aumento do

¹Eng. Agrônomo, D.Sc., Diretor Técn. Trópica Serviços Agropecuários Ltda., Belo Horizonte, MG, tropica.ag@gmail.com.

²Geólogo, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF, eder.martins@embrapa.br.

³Biólogo, M.Sc., Presidente GAAS, Goiânia, GO, presidente@gaasbrasil.com.

Submissão: 27.12.2022 - Aprovação: 11.01.2023

vigor vegetativo, resultando em desbalanço entre as fases vegetativas e reprodutivas; ao estresse hídrico promovido pelo aumento de sais no solo; ao aparecimento de toxidez por alteração do metabolismo da planta; à elevação do pH, o que causa a indisponibilização de micronutrientes; à contaminação dos sistemas hídricos, em razão da perda por lixiviação do potássio (K) e do nitrogênio (N) e/ou do escoamento superficial; a danos ao meio ambiente pelo processo de volatilização do óxido nitroso (N_2O); à diminuição da eficiência do fósforo, em razão da adsorção nas cargas aniônicas dos solos tropicais (KULKARNI; GOSWAMI, 2019).

Em outras palavras, muito provavelmente, em solos altamente intemperizados e com baixa capacidade de troca de cátions (CTC) ocorre uma menor eficiência no uso de fertilizantes, o que aumenta o custo de produção e promove ao mesmo tempo danos ao meio ambiente (NAIR, 2019). O uso inadequado de fertilizantes altamente solúveis em conjunto com práticas de manejo de clima temperado, por exemplo, o revolvimento do solo, leva à perda da camada superficial do solo em cerca de 360 vezes mais rápido do que a formação natural do solo (CREWS; CARTON; OLSSON, 2018). Assim, o solo, o maior bem do produtor, conduzido neste Sistema Convencional de agricultura, é passível de ser exaurido em poucos anos, levando ao abandono da terra. Hoje, 54% da área suscetível de ser agricultável no mundo apresenta algum nível de degradação (BORRELLI *et al.*, 2020). Com o agravamento de todos estes sintomas no campo e com o aumento constante dos custos de produção, produtores e pesquisadores têm buscado alternativas tecnológicas viáveis e mais sustentáveis para a produção agrícola (SCHREEFEL *et al.*, 2020; TOGUZAEV; RAKHAEV; MODEBADZE, 2022).

Dentro deste contexto, alguns produtores, por iniciativa própria, começaram a adotar experimentos com manejos distintos, visando à melhoria do Sistema Produtivo junto com a redução de custos

de produção (MARTINS; HARDOIM, 2021), ou seja, aumento da lucratividade na safra (CRUVINELL *et al.*, 2022). A partir desta demanda, começaram-se as trocas de informações entre produtores, para que um ajudasse ao outro. Com a realização dos eventos regional e nacional, surgiu o Grupo Associado de Agricultura Sustentável (GAAS). O GAAS consolidou-se para facilitar a comunicação entre os integrantes e auxiliar os novos inscritos a passarem pelo processo de transição. Ao adotarem diretrizes agroecológicas, foi-se consolidando a base do manejo sustentável que hoje consiste em três pilares: uso de mix de coberturas, uso de remineralizadores e uso de insumos biológicos. Pelo fato de o Brasil ser um País tropical, a adoção destas práticas é favorecida pelo fluxo de nutrientes, energia e água dentro do Sistema de cultivo. Assim, é possível acelerar a ciclagem dos nutrientes, promover o equilíbrio do Sistema Produtivo e produzir alimentos, fibras e bioenergia sem causar os desequilíbrios observados com o uso das tecnologias preconizadas nos países temperados. Quando o foco de manejo voltou-se para o solo e não somente para a cultura de interesse, muitos produtores começaram a perceber a regeneração das suas lavouras em conjunto com a redução significativa nos custos.

Em 2022, o GAAS contabilizava quase 800 filiados espalhados por todo o Brasil. As regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste concentram 36,5%, 23,9% e 23,7% dos integrantes do GAAS, respectivamente (GAAS, 2022). As práticas preconizadas pelo GAAS influenciam a produção de alimentos, de fibras e de bioenergia em uma área superior a 3,5 milhões de hectares. A produção de grãos, por exemplo, soja, milho, feijão, trigo, arroz, sorgo e gramíneas de inverno, contabiliza 80,8% da área, sobre diversos níveis de influência da adoção das práticas regenerativas e sustentáveis preconizadas pelo GAAS. Outras culturas, tais como cana-de-açúcar, pastagem, algodão, culturas perenes e hortifruti, são também manejadas utili-

zando as práticas adotadas pelo GAAS. Assim, os produtores do GAAS, por não usarem tanto pesticidas, fornecem alimentos diferenciados e mais saudáveis, com maior densidade nutricional e menor teor de agrotóxico. O GAAS faz girar a bioeconomia fortalecendo a economia regional, desenvolve e adota a estratégia Environmental, Social and Governance (ESG) – Ambiental, Social e Governança na produção, presta serviços ambientais passíveis de serem monetizados ou mesmo de conseguirem condições diferenciadas na obtenção de empréstimo, promove a autonomia na gestão do conhecimento, bem como favorece a transferência deste conhecimento gerado. Tudo isto promove a redução estrutural de custos e riscos, possibilitando maior rentabilidade. Além de propiciar todos estes benefícios, o GAAS também é uma entidade representativa da classe no Congresso Nacional. Com forte atuação política em Brasília, DF, e nas Câmaras Legislativas dos Estados, o GAAS defende os interesses dos produtores, tendo como exemplo o empenho para a aprovação na Câmara dos Deputados do Projeto de Lei nº 658, de 02.03.2021, que legaliza a produção de bioinsumos na fazenda, trazendo assim respaldo jurídico e segurança ao produtor (BRASIL, 2021a).

CAMINHO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL NO BRASIL

Neste cenário de busca por uma agricultura mais sustentável e resiliente aos desafios ambientais, empresas da cadeia de alimentos e governos de países desenvolvidos, principalmente, estão investindo bilhões em novas tecnologias e técnicas de manejo mais favoráveis ao ecossistema produtivo. Praticamente todas as empresas do setor alimentício firmaram compromissos públicos para alavancar a transição para a agricultura regenerativa, mesmo sem ainda ter planos factíveis estabelecidos para implementar essa nova forma de se fazer agricultura. Dentro deste contexto de incertezas, o Brasil demonstra o caminho passível de ser seguido. O Plano

de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), lançado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em colaboração com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 2010, é uma das iniciativas do governo na mitigação e adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia voltada à prestação de serviços, enquanto produz alimentos, fibras e bioenergia. Este mesmo plano foi recentemente renovado como Plano ABC+, plano setorial estratégico para o período 2020-2030 (BRASIL, 2021b).

Existe também o protocolo desenvolvido pela Embrapa para a produção de carne carbono neutro (CCN). Esta marca-conceito de produção de carne em Sistemas Produtivos Sustentáveis abrange o bem-estar animal, boas práticas, conformidades legais, neutralização das emissões de carbono (C), bem como atesta para a responsabilidade social do produtor e confere rastreabilidade ao processo. O selo CCN visa atender os mercados internacionais mais exigentes (POLLES *et al.*, 2021). A Embrapa também desenvolve, seleciona e entrega ao mercado forrageiras adaptadas ao Sistema e aos solos tropicais (JANK *et al.*, 2021). O uso destas tecnologias permite mais do que triplicar a taxa de lotação dos pastos, aumentando a produtividade e reduzindo a pressão para expandir novas áreas de pastos, principalmente em áreas de florestas. Essa linha de melhoramento de forrageiras combate a síndrome da morte do capim-braquiarião, aumentando a longevidade das pastagens, enquanto mantém a alta produtividade, em função do elevado teor de proteína bruta (PB). Além disso, essas forrageiras são mais tolerantes a pragas e doenças, trazendo ganhos ao meio ambiente. Estima-se que essas novas cultivares lançadas pela Embrapa ajudem a evitar o desmatamento de 23 milhões de hectares no bioma Amazônia Legal.

Dentre os Sistemas Produtivos Sustentáveis tem-se o Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), com área implantada em 17,4 milhões de hectares em diversos ecossistemas. Estima-se

que essa área aumente para 35 milhões de hectares até 2030 (GRECIO, 2021). O ILPF apresenta vários benefícios, tais como conforto e bem-estar animal, e recuperação de áreas degradadas, além de permitir duas a três colheitas por ano e promover o fim do antagonismo lavoura x pecuária. Aqui no Brasil, a aliança de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) é reconhecida pela sólida produção técnico-científica, pela larga experiência em pesquisa em ILPF e pela formação de recursos humanos.

O Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651, de 25.05.2012, um dos regulamentos mais avançados do mundo, institui normas para a proteção da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APPs), as quais apresentam restrições estabelecidas por biomas (BRASIL, 2012). Por exemplo, propriedades localizadas nos biomas de Mata Atlântica e de Cerrado devem manter 20% das APPs. Essa restrição é mantida em 80% se a propriedade estiver localizada na Floresta Amazônica Legal. Segundo a Embrapa Territorial, propriedades privadas preservam até 33% do território nacional e, em média, o agricultor brasileiro explora apenas 50% de suas terras (MIRANDA; CARVALHO; CASTRO, 2022). Já o setor público mantém 18% do território nacional na forma de Unidades de Conservação (UC), como parques e reservas. Outros 14% do território nacional são categorizados como terras indígenas. O Brasil fornece ao mundo um exemplo único, que dificilmente será possível ser reproduzido na mesma escala.

Este potencial ônus ao produtor brasileiro hoje pode ser convertido em benefícios monetários, por meio da prestação de serviços ambientais, como o registro de sequestro de dióxido de carbono (CO₂), bem como, da emissão de Cédula do Produtor Rural (CPR) Verde, que permite ao produtor obter juros diferenciados no mercado. Essas áreas também são fontes de microrganismos benéficos, os quais podem ser utilizados para restabelecer a vida (micro)biológica na área de cultivo comercial. Como a mata presta vários

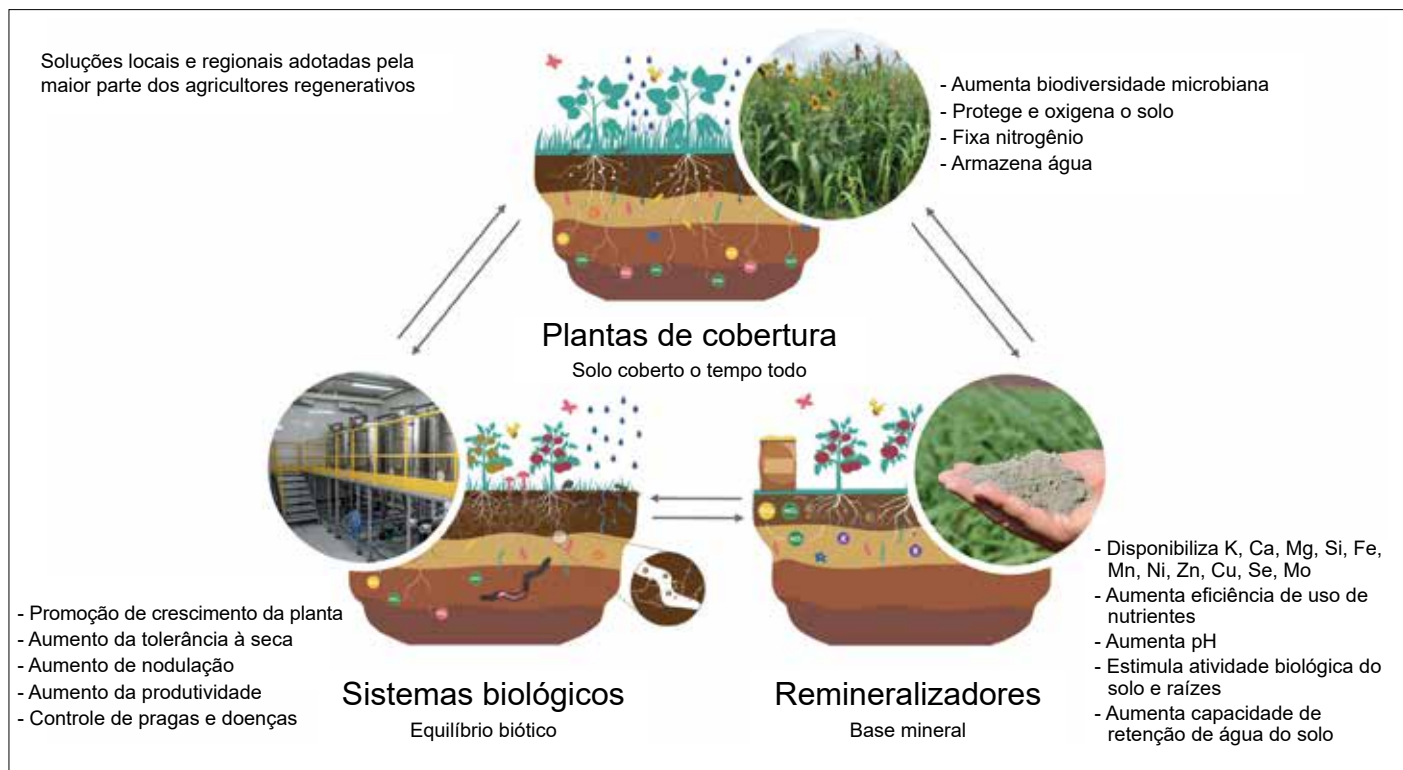
serviços ambientais relevantes, pode ser que um dia alguns destes serviços, tais como a coleta e a purificação da água, sejam também reconhecidos pela sociedade e pagos aos produtores que preservam o meio ambiente.

Entre os produtores do GAAS, observa-se o desenvolvimento de uma Agricultura Sustentável e economicamente viável com a redução no uso de agrotóxicos em cerca de 60% a 80%, levando à queda no custo de produção de aproximadamente 30%. No Brasil e no mundo, o discurso não é mais por que fazer a transição, e sim, como fazer a transição.

SUSTENTABILIDADE EM SOLOS TROPICAIS

O princípio da sustentabilidade em solos tropicais baseia-se no fluxo de C no Sistema Produtivo. Como o C está intimamente relacionado com outros elementos nutricionais, está inclusive ligado à água, o aumento deste eleva a fertilidade natural do solo e garante maior resiliência aos desafios abióticos enfrentados pelas plantas. Neste contexto, a planta funciona como “a antena”, capaz de capturar a energia solar e transformá-la em energia na forma de matéria orgânica (MO). Parte dos compostos orgânicos produzidos será utilizada pela planta para obter benefícios necessários ao seu crescimento e desenvolvimento, enquanto outra parte será exportada do Sistema Produtivo na forma de produção de alimentos, fibras e/ou bioenergia. Neste primeiro caso, o C funciona como uma moeda de troca para que os serviços ambientais necessários ao funcionamento do Sistema Produtivo Sustentável sejam prestados, principalmente por microrganismos. Os microrganismos atuam principalmente realizando a ciclagem dos nutrientes. Essa é uma forma simples, barata e eficiente de garantir a longevidade do processo de produção, mantendo e, até mesmo, aumentando os níveis de produtividade conforme o solo é trabalhado. Dentro deste princípio de fluxo de C existe um tripé que garante a sustentabilidade do Sistema (Fig. 1).

Figura 1 - Tripé da sustentabilidade com uso de plantas de cobertura, remineralizadores e Sistemas biológicos



Fonte: Trópica Serviços Agropecuários Ltda.

Essa metodologia simples, porém, bastante eficiente, permite equacionar uma das grandes limitações de solos altamente intemperizados, a baixa CTC. Neste Sistema, as plantas de cobertura funcionam inicialmente como uma camada protetora, evitando a perda de solo por escoamento superficial, bem como reduzem drasticamente a evapotranspiração excessiva por ação do vento sobre o solo descoberto. As plantas de cobertura também permitem uma maior infiltração da água de chuva, garantindo assim o reabastecimento apropriado dos aquíferos e a permanência da água no Sistema de cultivo por mais tempo. Ao terminar o ciclo, essas plantas de cobertura formam verdadeiros colchões de MO sobre o solo, impedindo a germinação de plantas espontâneas e reduzindo a necessidade do uso de herbicidas. Outro benefício evidente é o desenvolvimento de raízes em profundidade. Dois fatores importantes são observados neste contexto:

- a) ciclagem de nutrientes de zonas profundas para a superfície do solo;
- b) formação de galerias radiculares,

as quais servem de canais para o desenvolvimento de novas raízes.

O principal benefício é a ausência da necessidade do revolvimento do solo ou mesmo a subsolagem. Dentro da ciclagem de nutrientes ressalta-se também a fixação biológica de nitrogênio (FBN), promovida principalmente por bactérias em plantas leguminosas através dos nódulos, e nas gramíneas, em menor intensidade. Essas plantas de cobertura também favorecem o desenvolvimento da biodiversidade, garantindo um aumento na complexidade das comunidades de micro e macrorganismos no solo. Essa complexidade, normalmente, resulta no equilíbrio de populações dentro da comunidade, o que reduz a pressão no ataque de pragas e doenças ao longo do ciclo da cultura comercial. Muitos produtores, como também alguns pesquisadores, têm observado que solos abundantes em MO apresentam uma dinâmica da fertilidade nutricional diferente daqueles que são corrigidos e conduzidos exclusivamente na análise da fertilidade química. Nesses solos, com níveis maiores de MO, não

se observa uma correlação direta entre a fertilidade química e o nível de produtividade na lavoura. Dessa forma, é possível construir a fertilidade do solo com o acúmulo de MO.

Para que o enriquecimento da MO seja bem-sucedido é necessário que o solo tenha alguns elementos básicos. A formação de compostos organominerais é fundamental para que haja o enriquecimento de MO no solo. Mas, infelizmente, solos altamente intemperizados, como os solos brasileiros, não possuem as condições necessárias para conduzir esse enriquecimento. Nesses solos, são encontrados, principalmente, argilas 1:1, óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, enquanto que o ideal seria ter também argilominerais 2:1 e minerais de baixa cristalinidade, ricos em superfícies ativas. Para obter essas argilas ricas em superfícies ativas é necessário o rejuvenescimento do solo, e isso somente ocorre com a adição de remineralizadores, que são agrominerais silicáticos que sofreram um processo físico de redução de tamanho de suas partículas e que apresentam o poten-

cial de condicionador de solo, bem como de fornecedor de macro e micronutrientes. Por apresentarem partículas menores que 0,3 mm, os remineralizadores são passíveis de serem transformados em minerais secundários, liberando assim algum dos nutrientes retidos entre os minerais primários. Observa-se que na transformação em minerais secundários ocorre o aumento da CTC (KRAHL *et al.*, 2022) e das cargas permanentes (SANTOS *et al.*, 2021), favorecendo o acréscimo da eficiência no uso de fertilizantes solúveis. Nota-se também um aumento na retenção de água no solo. A liberação de nutrientes, mesmo em frações diminutas, auxilia o desenvolvimento das plantas. Plantas cultivadas em solos com uso de remineralizadores apresentam comportamento radicular parecido com aquelas de solos de florestas. Raízes finas crescem e desenvolvem-se próximas à superfície. A ativação biológica no entorno das raízes é notada pelo aumento de partículas de solo retidas nos tecidos destas. Pode ser que ocorra uma sinalização específica por parte tanto da planta quanto da comunidade de microrganismos que induza a sinergia entre estes e favoreça a dissolução dos nutrientes nos minerais primários. Dependendo dos minerais primários e da ativação biológica do solo, a dissolução dos nutrientes ocorre de forma muito rápida ainda dentro do ciclo da cultura. Nem tudo é liberado de uma vez, uma parte permanece inalterada

conferindo um efeito residual no processo de rejuvenescimento do solo.

Solos biologicamente ativos são mais propensos a exercer as funções desejáveis no Sistema Produtivo Sustentável. Neste caso, estima-se que os nutrientes provenientes tanto da fase orgânica quanto da fase mineral no solo sejam otimizados pela atividade dos microrganismos cicladores de nutrientes. Espera-se também encontrar neste solo os microrganismos que promovem o desenvolvimento adequado da planta, bem como aqueles que atuam aliviando os estresses abióticos, e os que participam do controle de pragas e doenças. Os solos biologicamente ativos são observados quando ocorre a redução significativa do uso de pesticidas, principalmente os fungicidas. Também é possível aumentar a atividade biológica do solo por meio da aplicação constante de microrganismos em comunidades funcionais. Um exemplo de comunidade funcional seria os microrganismos eficientes – effective microorganisms (EM). Estes são obtidos da serapilheira da mata que se encontra na própria propriedade, sendo bem adaptados ao tipo de solo e ao ambiente físico de onde foram isolados. Por estes motivos, os EM são considerados altamente eficientes no processo de ciclagem de nutrientes. Toda propriedade deveria beneficiar-se desta tecnologia que é menos onerosa e simples de ser implementada.

Casos de sucesso

A aplicação prática do tripé da sustentabilidade sempre foi possível nas escalas da agricultura de pequeno porte (INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, 2009; PINHEIRO, 2018). No entanto, vários exemplos podem ser observados nos últimos anos de aplicação em todas as escalas, com destaque para o sucesso na produtividade, qualidade e diminuição dos custos de produção.

Exemplos emblemáticos em diferentes culturas são destaques no Brasil, como é o caso da produção de café orgânico premiado do produtor Ricardo dos Santos Bartholo, de Patrocínio, MG (Fig. 2); do produtor Laércio Dalla Vecchia, de Mangueirinha, PR, campeão nacional de máxima produtividade de soja no desafio do Comitê Estratégico de Soja Brasil (CESB), com 118,62 sc/ha, na safra 2019/2020 (CASTANHO, 2020); e do Grupo Balbo, de Sertãozinho, SP, liderado por Leontino Balbo Júnior, o maior produtor de açúcar orgânico do mundo, com 21.600 ha de área com manejo certificado (CANALONLINE, 2016).

O produtor Martin Simeon produz grãos na Fazenda União, em Maracaju, MS, em uma área de 1.357 ha. Está no sexto ano fazendo uma Agricultura Sustentável com práticas de manejo sustentáveis (Fig. 3) que envolvem o uso de reminerali-

Figura 2 - Cafeicultor Ricardo Bartholo, produtor premiado em Minas Gerais



Café orgânico mineiro premiado vale 25 vezes mais que o preço normal

Lote com três sacas é arrematado por R\$ 55 mil, cada. O produtor Ricardo Bartholo do Triângulo Mineiro comemora 1º lugar em concurso e conta como, por acaso, acabou apostando no grão orgânico.

Fonte: Bernardes (2022).

Nota: Empresário integrante do Grupo Associado de Agricultura Sustentável (GAAS), premiado pela qualidade do café orgânico, seguindo o tripé da sustentabilidade.

zadores, de compostagem, planta de mix de cobertura, multiplicação de comunidades eficientes e plantio de plantas consorciadas com milho safrinha.

Em 2022, mesmo com o fenômeno natural La Niña, o produtor Martin Simeon conseguiu manter constante a produtividade em torno de 65 sc/ha, completando quase três anos neste patamar. Com a redução de insumos convencionais, houve uma drástica redução no custo de produção. As análises químicas de solo, bem como as observações visuais no campo, asseguraram melhoria na quantidade do solo, com aumentos de MO e dos nutrientes fósforo (P) e K. As lavouras seguem com vigor vegetativo adequado e grãos com bom desempenho de óleo e proteína, além de apresentarem maior densidade nutricional. Mesmo durante a longa estiagem, seguida da queima de lavouras em razão do frio intenso que assolou o Sul do País e a região Sul do Mato Grosso do Sul, o produtor Martin Simeon conduziu a lavoura de safrinha com grande confiança quando comparada à do vizinho mais próximo (Fig. 4).

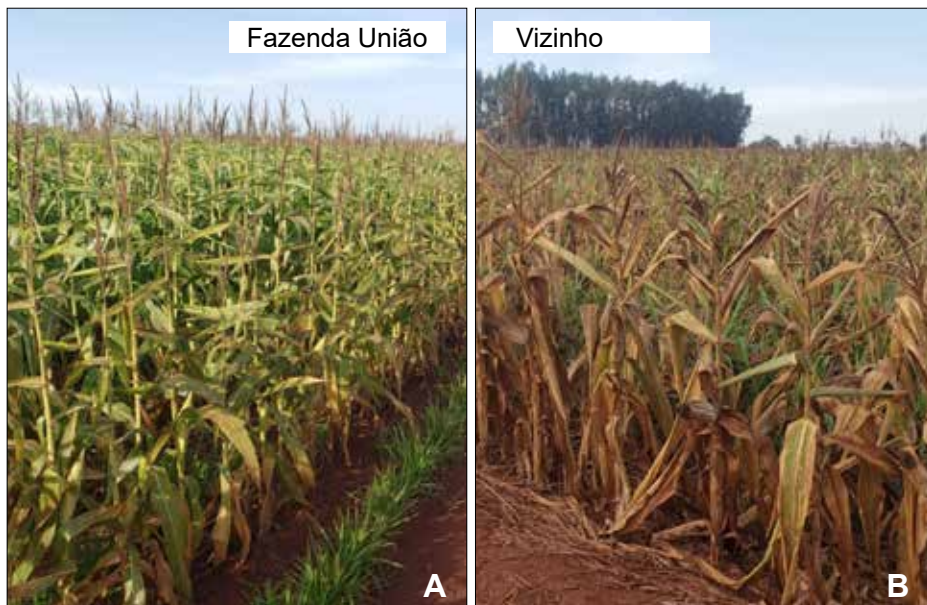
A fazenda da família Alessio, em Faxinal dos Guedes, SC, com 950 ha de plantio de verão, é outro exemplo de sucesso. O Sistema Plantio Direto (SPD) foi introduzido pelo patriarca da família na década de 1980, já a Agricultura Sustentável foi implementada de forma simples em 2003 e 2004, após o regresso dos estudos em Agronomia realizados pelos dois filhos. Mais uma vez, as práticas consistem no favorecimento do acúmulo de MO no solo (Fig. 5) por meio do uso de plantio de mix de coberturas (dois ciclos seguidos, com plantas de cobertura algumas vezes), plantio direto no verde, e uso de insumos biológicos em comunidades, multiplicados de forma isolada. A diferença de produtividade entre os vizinhos é significativa, especialmente em anos de estiagens prolongadas (Fig. 6). É importante salientar, que a redução drástica nos custos de produção, sem reduzir a produtividade de soja (Gráfico 1A) ou de milho (Gráfico 1B), leva a lucratividades impressionantes.

Figura 3 - Práticas de Agricultura Sustentável realizadas pelo produtor Martin Simeon, na Fazenda União, em Maracaju, MS



Nota: A - Compostagem; B - Biofábrica; C - Cobertura de solo; D - Rochagem.

Figura 4 - Comparação do vigor vegetativo do milho, da mesma cultivar e com a mesma data de plantio, conduzido em dois sistemas de manejo



Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: A - Sistema de Agricultura Sustentável; B - Sistema Convencional em condições de adversidade ambiental (estresse hídrico prolongado).

Figura 5 - Práticas de Agricultura Sustentável realizadas pelo produtor Rodrigo Alessio, na fazenda da família Alessio, em Faxinal dos Guedes, SC



Fotos: Rodrigo Alessio

Nota: A - Solo sempre coberto; B - Biofábrica; C - Plantio direto no verde; D - Cultura de coberturas.

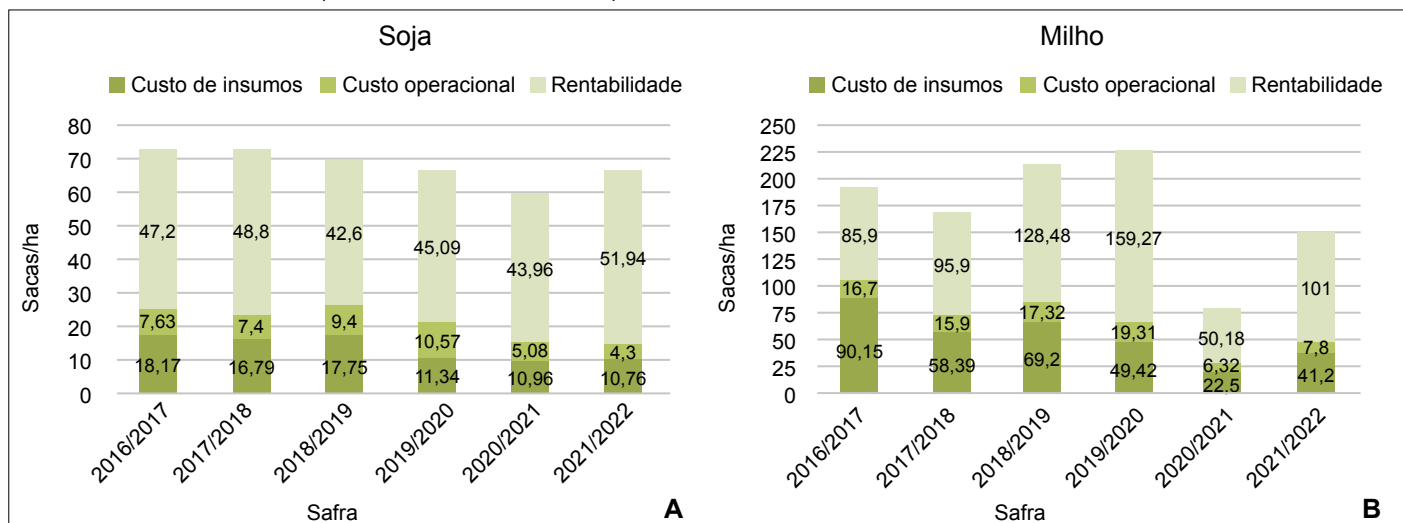
Figura 6 - Comparação do vigor vegetativo da soja, conduzida em dois sistemas de manejo



Fonte: Reportagem do programa Globo Rural, exibida em 25.09.2022.

Nota: À direita, Sistema de Agricultura Sustentável, e à esquerda, comparação com o Sistema Convencional em condições de adversidade ambiental (estresse hídrico prolongado).

Gráfico 1 - Análise financeira da rentabilidade na produção de soja e milho ao longo das últimas seis safras, na Fazenda Banhado Verde, em Faxinal dos Guedes, SC



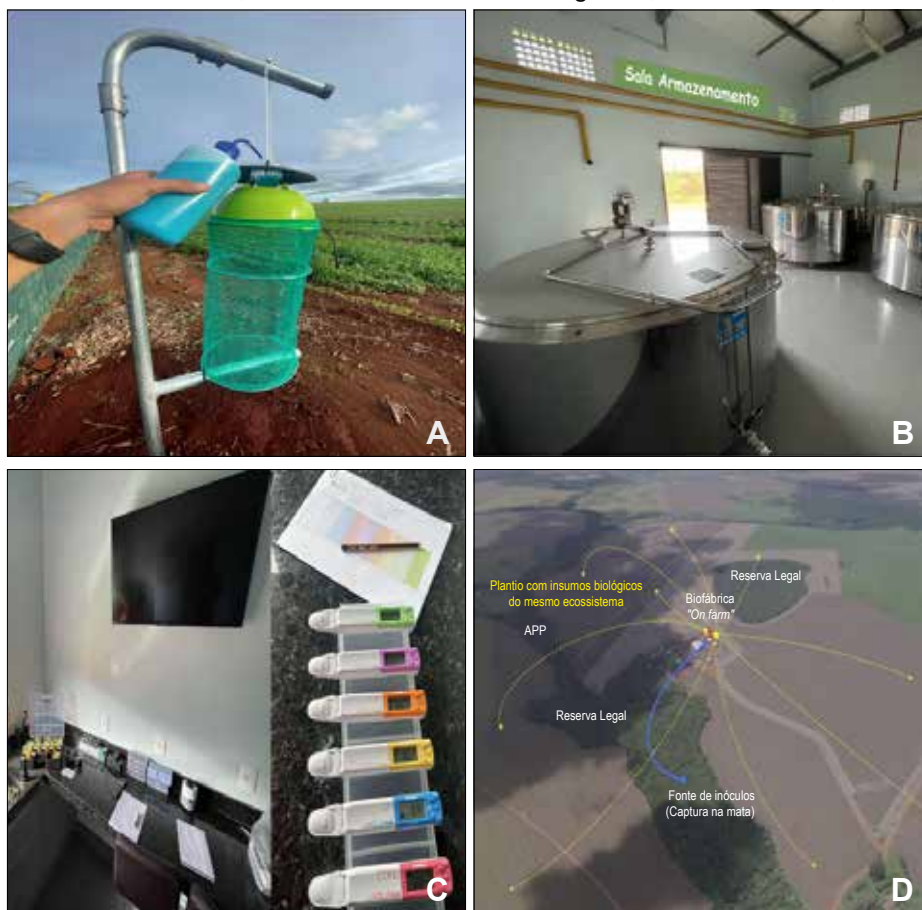
Fonte: Elaboração de Rodrigo Alessio.

Nota: Mesmo com níveis de estiagens prolongadas, observa-se a manutenção da produtividade no caso da soja. Valores apresentados são referentes a sacas por hectare estratificados em custo de insumos, custo operacional e rentabilidade.

Na Fazenda Bom Jardim Lagoano, em Montividiu, GO, o produtor de grãos, Adriano Castro Cruvinel, iniciou as práticas sustentáveis há seis anos, em 1.500 ha. O Sistema Biológico é altamente favorecido no ciclo das culturas comerciais. Além do cultivo de plantas de cobertura, são utilizadas armadilhas com feromônio, multiplicação de microrganismos *on farm* (Fig. 7). A gestão de acompanhamento da lavoura com a coleta constante de informações é um dos diferenciais neste tipo de agricultura. Quase nada passa sem ser documentado. O resultado pode ser observado no quadro financeiro da propriedade (Gráfico 2).

Ao comparar as práticas de manejo entre o Sistema Convencional e o Sistema de Agricultura Sustentável (Fig. 8), nota-se uma drástica redução no uso de agrotóxicos, especialmente fungicidas (de 12 aplicações para zero), herbicidas (de 12 aplicações para seis) e inseticidas (de nove aplicações para duas), enquanto ocorre um enriquecimento no uso de insumos biológicos (de uma aplicação para 26), nutrição foliar (de 11 aplicações para 16) e indutores de resistência (de uma aplicação para 11). Vale ressaltar que, embora ocorra mais entradas na lavoura conduzida no Sistema

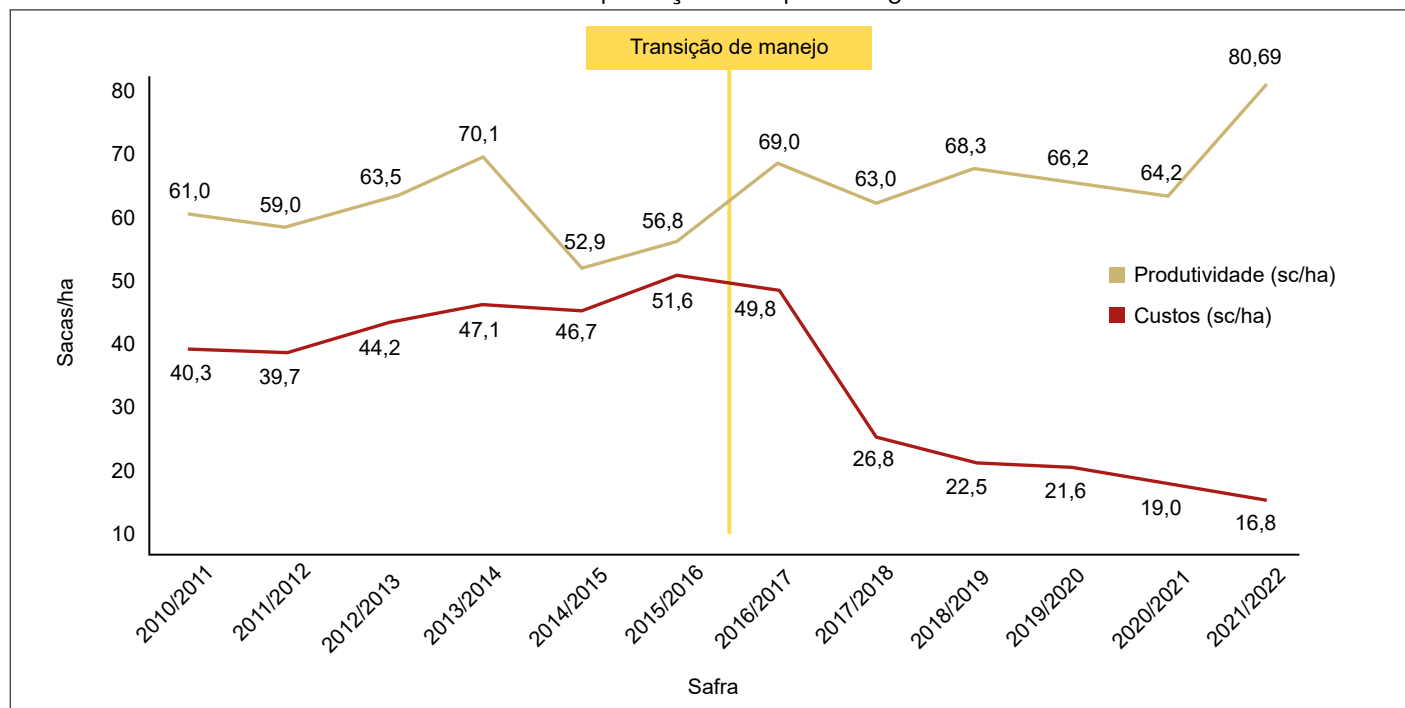
Figura 7 - Práticas de Agricultura Sustentável realizadas pelo produtor Adriano Cruvinel, na Fazenda Bom Jardim Lagoano, em Montividiu, GO



Nota: A - Armadilhas; B - Biofábrica; C - Análise de seiva; D - Microrganismos da mata.

Fotos: Adriano Castro Cruvinel

Gráfico 2 - Análise financeira da rentabilidade na produção de soja ao longo de 12 safras



Fonte: GAAS (2022).

Nota: Dados fornecidos pelo produtor rural e integrante do Grupo Associado de Agricultura Sustentável (GAAS), Adriano Costa Cruvinel, Montividiu, GO. Nos últimos seis anos foram adotados manejos com Sistemas Biológicos com uso de remineralizadores. Nos anos anteriores, o manejo era Convencional. Nota-se o aumento de produtividade com a redução estrutural de custos.

Sustentável, os ingredientes ativos utilizados são menos agressivos ao ecossistema produtivo, favorecendo o equilíbrio e a construção de um ambiente que promove o desenvolvimento da planta, resultando em maiores produtividades, especialmente diante de desafios ambientais.

Estes produtores, entre muitos outros, destacam-se por conseguirem implementar, com recursos próprios e muita presteza, a Agricultura Sustentável Tropical em diferentes tamanhos de propriedades e dentro de Sistemas ecológicos distintos.

CONVERSÃO DO SISTEMA CONVENCIONAL AO REGENERATIVO

A primeira indagação daqueles que conhecem os resultados da Agricultura Sustentável Tropical é - se melhora o Sistema Produtivo, e reduz custos estruturais de forma acessível, por que a adesão ao modelo produtivo não é maior?

De forma complementar, duas razões podem explicar essa resistência à adoção do novo. A primeira refere-se à mudança de paradigma, e a outra à natureza operacional.

A Agricultura Sustentável assume que os processos são fundamentais, que o foco deve estar na solução dos desafios, e que se deve orientar pelas causas e não somente pelos sintomas. O entendimento adequado das causas e dos processos permite a reorientação do manejo, em que se questiona - que produto deve ser aplicado? - substituído por - quais práticas devem ser usadas para mitigar as causas?

O produtor deve sair da zona de conforto, com o uso de produtos de prateleira e com a aplicação calendarizada, para programar mudanças fundamentais que implicam em organizar-se para adequações aos manejos agroecológicos.

A dimensão operacional diz respeito ao estágio de amadurecimento das po-

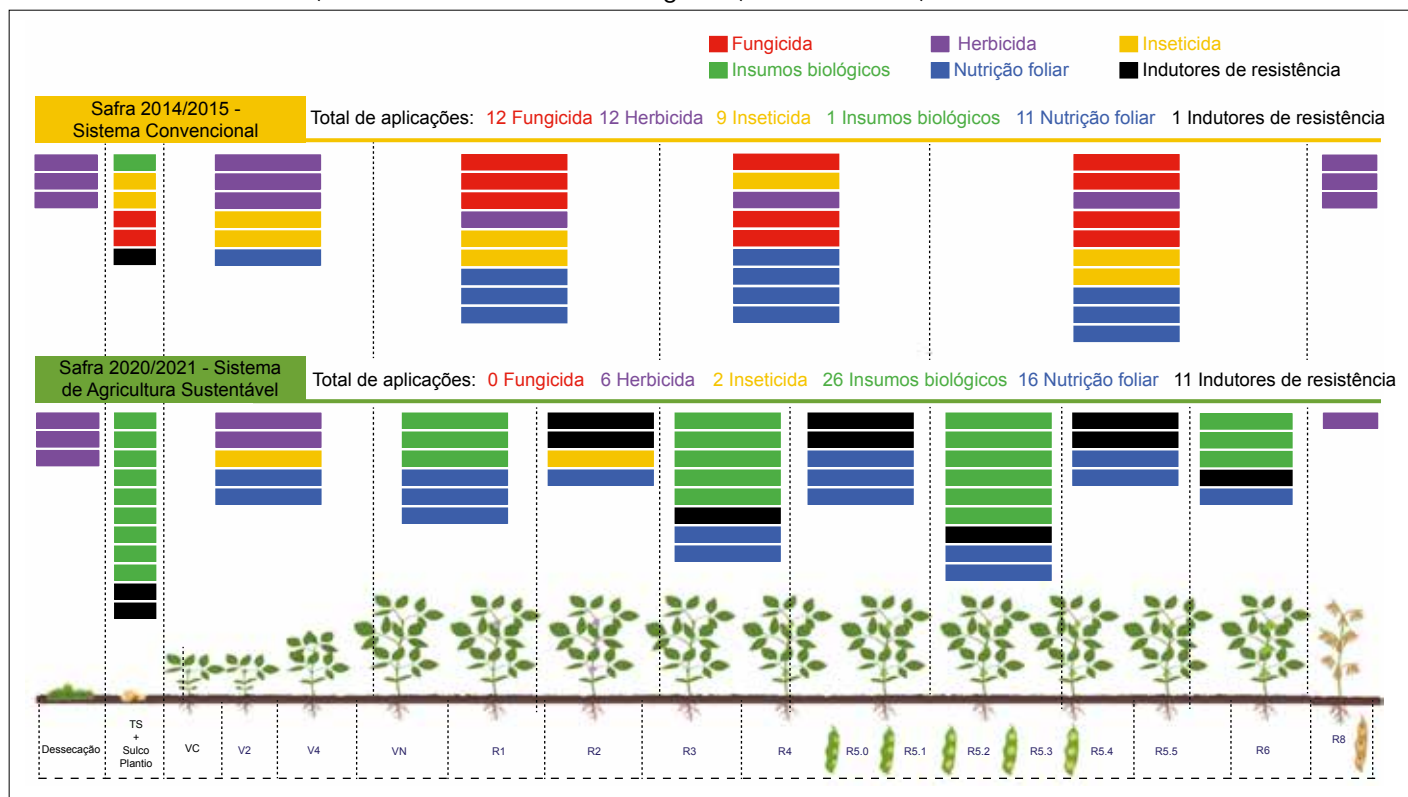
líticas públicas, dos mecanismos e dos instrumentos disponíveis para a promoção e implementação da Agricultura Sustentável. Enquanto o agricultor convencional dispõe de pacotes tecnológicos, revendas especializadas, consultorias e créditos, o agricultor sustentável conta com uma rede ainda precária, em que os meios e suportes precisam ser organizados, principalmente, por este.

A mudança de referência conceitual e a baixa estruturação do Sistema de políticas, insumos, serviços e equipamentos são determinantes para o acesso dos agricultores aos benefícios das práticas sustentáveis.

Adicionalmente, as práticas sustentáveis baseiam-se em soluções regionais e locais, o que pressupõe o desenvolvimento da cadeia de suprimento nos contextos territoriais dos agricultores.

Com base na experiência do GAAS, pode-se identificar os seguintes vetores,

Figura 8 - Cronograma de entradas na lavoura da soja, conduzida no Sistema Convencional versus Sistema de Agricultura Sustentável, na Fazenda Bom Jardim Alagoano, em Montividiu, GO



Fonte: Adriano Costa Cruvinell.

Nota: TS - Tratamento de sementes; VC - Estádio vegetativo cotilédone; V2 - Estádio vegetativo de segundo nó; V4 - Estádio vegetativo de quarto nó; VN - Estádio vegetativo de enésimo nó; R1 - Início do florescimento; R2 - Florescimento pleno; R3 - Início da formação da vagem; R4 - Vagem completamente desenvolvida; R5.0 - Início do enchimento dos grãos; R5.1 - Grãos perceptíveis ao tato (equivalente a 10% da granação); R5.2 - Granação de 11% a 25%; R5.3 - Granação de 26% a 50%; R5.4 - Granação de 51% a 75%; R5.5 - Granação de 76% a 100%; R6 - Grãos cheios; R8 - Maturação plena.

muitas vezes em conjunto, na ampliação das áreas sob manejo sustentável:

- troca de experiências entre agricultores, principalmente por meio de aplicativos da internet, em que o conhecimento, principalmente empírico, é compartilhado;
- estabelecimento informal de “produtores de referência”, que passam a funcionar como centro de difusão das práticas;
- realização de eventos reunindo agricultores, técnicos e pesquisadores;
- treinamento de produtores e de consultores;
- crescente adesão de pesquisadores, muitas vezes em parceria com os agricultores, buscando avaliar cri-

ticamente os resultados, insumos e manejos;

- desenvolvimento das cadeias regionais de insumos e serviços;
- atuação dos consultores que dominam a implementação das práticas de forma integrada;
- demanda de mercado pela produção sustentável e pelos serviços ambientais que a Agricultura Sustentável pode entregar.

Ao agricultor interessado em adotar práticas sustentáveis recomenda-se que, no início, essa mudança deve ser feita de forma ordenada e em caráter experimental, e, de preferência, com a assistência técnica de um profissional experiente. Neste contexto, o produtor pode avaliar: se o solo da

propriedade é altamente imtemperizado e se o teor de MO está relativamente baixo. Em caso positivo, para estes dois fatores, vale a pena considerar a prática de rejuvenescimento do solo por meio da aplicação de um remineralizador que esteja, de preferência, disponível regionalmente, e que atenda às principais demandas nutricionais da lavoura. De nada serve a aplicação do remineralizador sem a ativação biológica do solo. Essa pode ser feita com EM, por exemplo. O importante é considerar que as comunidades de microrganismos no solo irão ser parceiras no processo de Agricultura Sustentável, e que, por isso, todo manejo da lavoura deve ser pensado para fortalecer o desenvolvimento destas comunidades, inclusive o uso de plantas de cobertura e a integração com animais,

quando possível. Conforme vai-se criando confiança no novo formato de Agricultura Sustentável, novas áreas poderão ser incorporadas ao manejo.

Para conhecer as experiências de outros agricultores que trilharam caminhos semelhantes, o GAAS é uma boa alternativa para a busca de referências e informações⁴.

Em testemunho espontâneo, um agricultor relatou – A Agricultura Sustentável pra mim é minha vida. Hoje já não me vejo produzindo de outra forma, pois eu vim de um modelo de agricultura de precisão e cliente dos "pacotes prontos". Não é só pela parte financeira que melhorou muito, mas sim pelo amor de olhar para uma planta e enxergar a vida, reconhecer um inimigo natural. Enfim, hoje, amo o que faço, pois, produzo alimento e me tornei um verdadeiro agricultor (informação verbal)⁵.

OPORTUNIDADES NA CADEIA DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A cadeia da Agricultura Sustentável pode ser dividida adotando-se a área de produção como referência. A montante do produtor, as cadeias são requeridas para atender às práticas sustentáveis, e a jusante, os processos são requeridos para o armazenamento, o transporte e a comercialização.

Por ser um modelo de agricultura em emergência e com grande potencial de crescimento, e ainda, pelos requerimentos regional e local, as oportunidades são muitas, e, na maioria das situações, acessíveis para iniciativas de investimentos relativamente baixos. Dentre muitos, destacam-se:

a) a montante:

- capacitação de técnicos nos fundamentos do manejo sustentável tropical, e na orientação da implementação das principais práticas sustentáveis do tripé (Fig. 1),
- suprimento de fontes derivadas de agrominerais silicáticos conforme o potencial geológico regional,

em pedreiras já existentes ou em produção dedicada, sendo importante planejar a oferta mais variável possível, que atenda aos requerimentos dos principais solos num raio logístico de 300 km,

- serviços para a adoção das várias técnicas de multiplicação de comunidade de biológicos (por exemplo: compostagem sólida, compostagem líquida, EM, Bokashi, Invasolo, TMT, Microgeo[®]),
- oferta de materiais biológicos específicos, preferencialmente regionais, com avaliação de referência e qualidade de inóculo para suportar a multiplicação *on farm* nas áreas de produção,
- oferta de serviços, insumos e infraestrutura para a multiplicação *on farm* de microrganismos específicos,
- oferta de sementes das culturas selecionadas, de acordo com as especificidades regionais e responsivas às práticas sustentáveis,
- serviços de análises, avaliações e verificações de solo, insumos, materiais vegetais e produção,
- oferta de equipamentos adaptados aos requerimentos das práticas,
- oferta de insumos complementares às práticas, dentre estes, extratos vegetais, fertilizantes foliares, nanopartículas e indutores de resistência;

b) na área de produção:

- grande demanda por serviços técnicos de qualidade para implantar, melhorar e consolidar as práticas sustentáveis,
- demanda de conhecimento ampla, abrangendo desde a pesquisa agrônômica com protocolos adequados

para ajustes regionais de manejos, a seleção de materiais biológicos funcionais, as alternativas de controle de emergentes, até as iniciativas interdisciplinares para esclarecer processos complexos das interações solo - microrganismos - plantas,

- alternativas de culturas para diversificar a produção e diminuir a dependência das *commodities* e dos mercados dominantes,
- oferta de serviços financeiros ajustados aos riscos da Agricultura Sustentável e valorização dos serviços ambientais,
- ampliar as condições para a adoção de SIPA, diversificando as coberturas e as possibilidades de inclusão animal nos Sistemas, visando à exploração vertical do solo e mantendo plantas ativas nos períodos secos;

c) a jusante:

- consolidar a qualificação do desempenho socioambiental das áreas de produção por meio de verificações que permitam diferenciar a produção no mercado,
- organizar a produção sustentável por região, para fortalecer o poder de oferta no mercado e para aumentar as vantagens da certificação e segregação da produção,
- organizar a produção com demandas específicas, por exemplo, grãos com alta densidade nutricional e soja com alto teor de proteína, que atendam às demandas de mercados mais exigentes,
- desenvolver mercados diferenciados para a produção sustentável, com base na concentração regional da oferta, serviços ambientais e qualidade de produção, segundo

⁴www.gaasbrasil.com.br.

⁵Informação concedida por Martin Simeon, agricultor em Maracaju, MS, em 13 de janeiro de 2021.

os selos de Indicação Geográfica (IG) para alimentos diferenciados, - incentivar e fortalecer a verticalização da produção na propriedade, para aumentar o valor agregado.

Outra grande oportunidade de parceria são os serviços financeiros, necessários em todas as etapas da cadeia, principalmente se forem adotadas medidas de redução de riscos, que devem ser refletidas nas taxas de juros.

A montante, o uso do compromisso de compra futura pelos agricultores dos insumos e os serviços da cadeia regional podem gerar ganhos para as três partes envolvidas: o fornecedor da cadeia que garante mercado em prazo negociado, o

agricultor que garante suprimento de qualidade com custos adequados, e o agente financeiro que reduz os riscos.

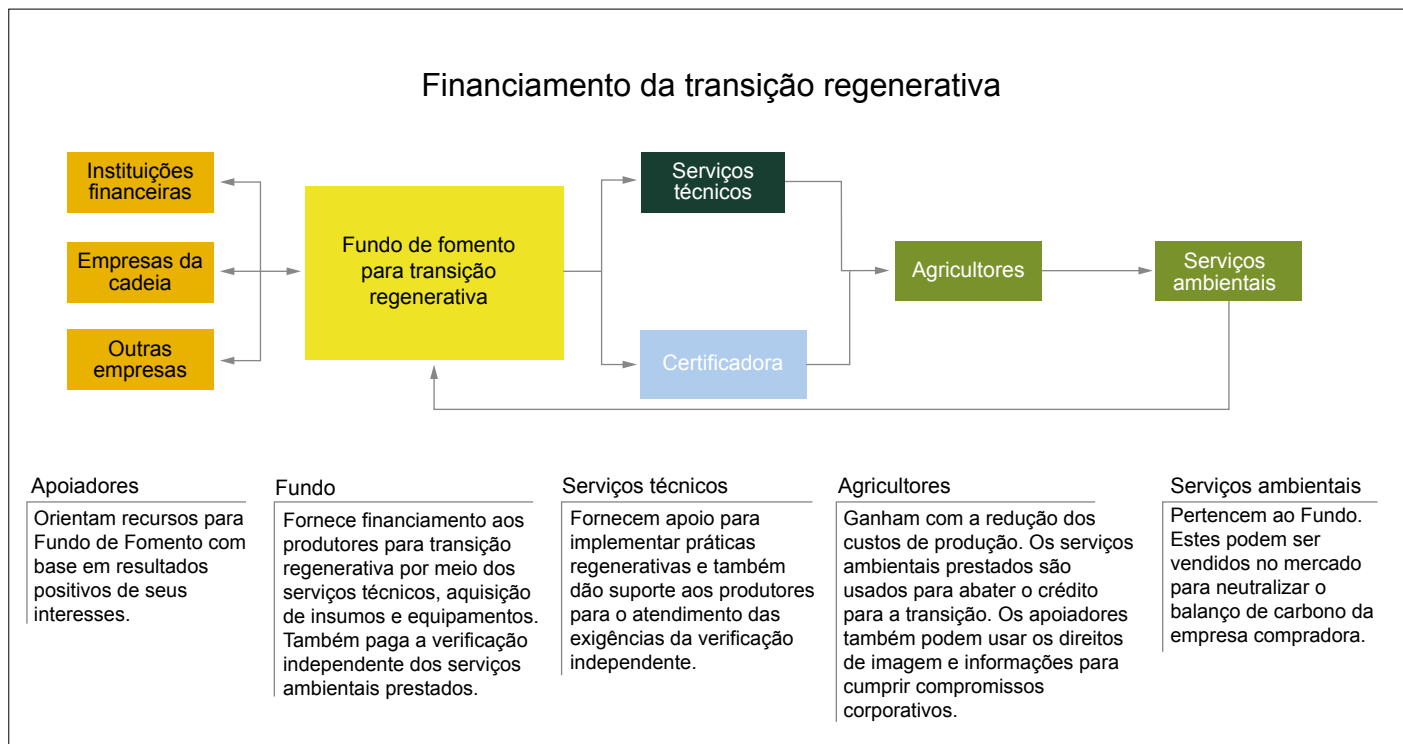
No crédito para investimento e custeio da produção, os riscos são menores, pela maior resiliência da Agricultura Sustentável à falta de chuvas e pela redução do custo de produção, como por exemplo em grãos, em que a redução pode chegar até 30%. A redução pode ser maior dependendo do estágio do agricultor e das condições regionais das cadeias de suprimento.

O Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) foi o pioneiro lançando a iniciativa Solo Mais, que financia remineralizadores e insumos biológicos, além de sementes e assistência técnica para produtores de soja, milho e café⁶.

O interesse pelos serviços ambientais da Agricultura Sustentável pode suportar, em parte, os custos da transição do convencional para o sustentável. O conceito do fundo, apresentado na Figura 9, prevê o pagamento do crédito para a transição com o valor dos serviços ambientais gerados pela Agricultura Sustentável. De acordo com o esquema, os recursos são aportados por interessados nos serviços, e o fundo é direcionado ao financiamento da transição, aos serviços técnicos e à certificação para a comprovação dos serviços.

O valor dos serviços gerados servirá para abater o empréstimo da transição, e, após a quitação, o produtor passa a utilizar os recursos conforme seu interesse.

Figura 9 - Esquema conceitual de linha de financiamento com base em resultados positivos ao meio ambiente



Fonte: Trópica Serviços Agropecuários Ltda.

Nota: Agentes interessados nos benefícios ambientais financiam, por meio de um fundo, para que agricultores implementem o manejo regenerativo do solo. O fundo fica responsável por contratar a equipe de assistência técnica e os serviços de certificação, os quais irão validar os ganhos ambientais gerados pelo processo. Na transição da Agricultura Sustentável, o produtor, além de ganhar com redução estrutural de custos, também presta serviços ambientais para a sociedade como um todo e otimiza o potencial de oportunidade do principal ativo, o solo.

⁶<https://www.bdmg.mg.gov.br/bdmg-e-embrapa-iniciam-programa-para-incentivar-agricultura-sustentavel-em-minas-gerais>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, vive-se uma nova revolução na agricultura. Paradigmas antigos estão sendo quebrados, abrindo espaços para uma agricultura de complexidade ao invés de eliminar-se a diversidade do Sistema Produtivo. Ingredientes ativos, cada vez mais seletivos e menos agressivos ao meio ambiente, estão sendo apresentados aos produtores. Os ensinamentos dos “primeiros agricultores” demonstram que é possível a produção de alimentos em harmonia com o meio ambiente. Talvez essa seja a única opção para alimentar populações ao mesmo tempo em que se mitiga os efeitos da mudança climática. O uso de energias renováveis será cada vez mais requisitado, enfatizando a necessidade de ciclagem dos insumos disponíveis. Outro fator importante, que os pioneiros apresentam em comum neste novo formato de trabalhar o solo, é a construção de C no solo. Este é o elemento-chave que deve ser sempre buscado. Como o C apresenta uma correlação altamente positiva com elementos nutricionais, bem como com o ciclo da água, o acúmulo deste no solo permite manter e até mesmo elevar a produtividade nas lavouras. Basta observar a quantidade de biomassa gerada nas matas que circundam as áreas de produção, mesmo em solos não manuseados.

Hoje, está-se passando da agricultura de lavoura para uma agricultura de processos, em que, tão importante quanto o cultivo durante o ciclo da lavoura são os processos e manejos realizados nas culturas anteriores, até chegar ao início do ciclo da cultura de interesse.

REFERÊNCIAS

- BERNARDES, I. Café orgânico mineiro premiado vale 25 vezes mais que o preço normal. **Estado de Minas**: Economia, Belo Horizonte, 4 fev. 2022. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2022/02/04/internas_economia,1342718/cafe-organico-mineiro-premiado-vale-25-vezes-mais-que-o-preco-normal.shtml. Acesso em: 27 fev. 2023.
- BORRELLI, P. *et al.* Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.117, n.36, p.21994-22001, Sept. 2020. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2001403117>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 658, de 2 de março de 2021**. Dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm*; ratifica o Programa Nacional de Bioinsumos e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2021a. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1968717&filename=Tramitacao-PL%20658/2021. Acesso em: 27 fev. 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030)**: visão estratégica para um novo ciclo. Brasília, DF: MAPA, 2021b. 28p. Plano ABC+. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/abc-portugues.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- CANAONLINE. A maior produção de cana orgânica do mundo. **CanaOnline**: a maior plataforma digital de notícias do setor, Ribeirão Preto, 4 jan. 2016. Disponível em: <http://www.canaonline.com.br/conteudo/a-maior-producao-de-cana-organica-do-mundo.html>. Acesso em: 27 dez. 2022.
- CASTANHO, L. Produtor de Mangueirinha é campeão de produtividade de soja. **Folha de Londrina**, Londrina, 25 jul. 2020. Disponível em: <https://www.folhadelondrina.com.br/fohla-rural/produtor-de-mangueirinha-e-campeao-de-produtividade-de-soja-3000884e.html>. Acesso em: 27 dez. 2022.
- CONWAY, G. **The doubly green revolution: food for all in the twenty-first century**. [London]: Cornell University Press, 2019. 352p.
- CREWS, T.E.; CARTON, W.; OLSSON, L. Is the future of agriculture perennial? Imperatives and opportunities to reinvent agriculture by shifting from annual monocultures to perennial polycultures. **Global Sustainability**, Cambridge, v.1, e11, 2018. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/0F69B1DBF3493462B4D46EB8F0F541EE/S205947981800011Xa.pdf/is_the_future_of_agriculture_perennial_imperatives_and_opportunities_to_reinvent_agriculture_by_shifting_from_annual_monocultures_to_perennial_polycultures.pdf. Acesso em: 27 fev. 2023.
- CRUVINELL, A.[C.]. *et al.* Rentabilidade na produção de soja na fazenda Bom Jardim Lagoano com manejo de biológicos “*on farm*” = Profitability in soybean production on the Bom Jardim Lagoano farm with on-farm biological management. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v.11, n.14, e135111436112, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/36112>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- GAAS. Sobre o GAAS. [S.l.]: GAAS Brasil, 2022. Disponível em: <https://gaasbrasil.com.br/sobre-o-gaas/>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- GREGIO, F. **Rede projeta 35 milhões de hectares com sistemas de ILPF até 2030**. Brasília, DF: Embrapa, 5 maio 2021. Notícias. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/61192805/rede-projeta-35-milhoes-de-hectares-com-sistemas-de-ilpf-ate-2030>. Acesso em: 17 mar. 2023.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. **Formación de promotores, para fortalecer una red de producción Agroecológica en comunidades campesinas del área de influencia de la reserva del sistema de Páramos y Bosques altoandinos del noroccidente medio Antioqueño (SPBANMA) con especial énfasis en las comunidades del Páramo de Belmira**. Medellín: Instituto Alexander von Humboldt: RECAB, 2009. 64p. Proyecto Páramo Andino: Conservación de la Diversidad en el Techo de los Andes. Disponível em: <http://repository>.

humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31151/09-08-326-0173%20PS.pdf?sequence=1. Acesso em: 27 fev. 2023.

JANK, L. *et al.* Sustainable use of grassland for improved livelihoods. *In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 24.; INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 11., 2021, Kenya. Proceedings [...]. Kenya: Kenya Agricultural and Livestock Research Organization, 2021. p.1-13. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4199&context=igc>. Acesso em: 27 fev. 2023.*

KILBY, P. **The green revolution:** narratives of politics, technology and gender. New York: Routledge, 2019. *E-book*. ISBN: 9780429200823.

KRAHL, L.L. *et al.* Increase in cation exchange capacity by the action of maize rhizosphere on Mg or Fe biotite-rich rocks. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.52, e72376, 2022.

KULKARNI, S.; GOSWAMI, A. Effect of excess fertilizers and nutrients: a review on impact on plants and human population. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE COMPUTING IN SCIENCE, TECH-*

NOLOGY AND MANAGEMENT (SUSCOM), 2019. Proceedings [...]. Jaipur: Amity University Rajasthan, 2019. p.2094-2099.

MARTINS, E. de S.; HARDOIM, P.R. Manejo de pragas e doenças na agricultura sustentável. *In: VENZON, M. et al. (ed.). Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade? Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. E-book (p.142-151). ISBN 978-65-86500-08-0.*

MIRANDA, E.E. de; CARVALHO, C.A. de; CASTRO, G.S.A.C. O produtor rural protege um terço do Brasil. **Plant Project**, n.28, p.62-63, 2022.

NAIR, K.P. Soil fertility and nutrient management. *In: NAIR, K.P. Intelligent soil management for sustainable agriculture: the nutrient buffer power concept. Cham: Springer, 2019. cap.17, p.165-189.*

PAHALVI, H.N. *et al.* Chemical fertilizers and their impact on soil health. *In: DAR, G.H. et al. (ed.). Microbiota and biofertilizers: ecofriendly tools for reclamation of degraded soil environments. Cham: Springer, 2021. v.2, p.1-20.*

PINHEIRO, S. **Agroecologia 7.0:** bombeiro agroecológico, farinhas de rochas, biofertilizantes, biochar, agrohomenopatia e side-

róforos. [S.l.]: [Fundação] Juquira Candiru Satyagraha, 2018. Edição atualizada comemorativa. 663p. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/agroecologia/livros/Agroecologia7.0_final_PDF.pdf. Acesso em: 27 fev. 2023.

POLLES, A.C. *et al.* Desenvolvimento de protocolo de inspeção a campo: modelo público para certificação de marca-conceito Carne Carbono Neutro. **GeTeC – Gestão, Tecnologia e Ciências**, Monte Carmelo, v.10, n.28, p.58-82, 2021.

SANTOS, L.F. dos *et al.* Effects of biotite syenite on the nutrient levels and electrical charges in a Brazilian Savanna Ferralsol. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.51, e66691, 2021.

SCHREEFEL, L. *et al.* Regenerative agriculture – the soil is the base. **Global Food Security**, v.26, 100404, Sept. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912420300584>. Acesso em: 27 fev. 2023.

TOGUZAEV, T.; RAKHAEV, K.; MODEBADZE, N. The second “green revolution”: fundamentals and results of the new integration and cooperation in agriculture. **AIP Conference Proceedings**, v.2661, n.1, 020007, Oct. 2022.

101 Culturas

Manual de Tecnologias Agrícolas

A segunda edição, reúne, em um único volume, as informações tecnológicas mais relevantes para 101 espécies agrícolas, relacionadas de A a Z, apresentando-se como **fonte de recomendações práticas e confiáveis** para agricultores, técnicos, engenheiros, professores, estudantes e públicos diversos ligados à produção vegetal.



AQUISIÇÕES E INFORMAÇÕES
www.livrariaepamig.com.br

