

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ADUBAÇÃO VERDE

E PLANTAS DE COBERTURA NO BRASIL

Fundamentos e Prática

Volume 1

Oscar Fontão de Lima Filho
Edmilson José Ambrosano
Fabrício Rossi
José Aparecido Donizeti Carlos

Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agropecuária Oeste

Rodovia BR-163, km 253,6
CEP 79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
www.cpao.embrapa.br
cpao.sac@embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Agropecuária Oeste

Comitê Local de Publicações

Presidente

Harley Nonato de Oliveira

Secretário-executivo

Germani Concenço

Membros

Augusto César Pereira Goulart

Auro Akio Otsubo

Clarice Zanoni Fontes

Fernando Mendes Lamas

José Rubens Almeida Leme Filho

Márcia Mayumi Ishikawa

Michely Tomazi

Oscar Fontão de Lima Filho

Rodrigo Arroyo Garcia

Sílvia Mara Belloni

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/livraria
livraria@embrapa.br

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

Selma Lúcia Lira Beltrão

Lucilene Maria de Andrade

Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Josmária Madalena Lopes

Revisão de texto

Letícia Ludwig Loder

Normalização bibliográfica

Eli de Lourdes Vasconcelos

Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico e capa

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Fotos da capa

Amadeu Regitano Neto, Elaine Bahia Wutke, Fábio Martins

Mercante, Ademir Calegari, José Aparecido Donizeti Carlos

1ª edição

1ª impressão (2014): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil : fundamentos e prática / Oscar Fontão de Lima Filho, Edmilson José Ambrosano, Fabrício Rossi, José Aparecido Donizeti Carlos, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2014.
v. 1 (507 p.) : il. color. ; 18,5 cm x 25,5 cm.

v. 1 – capítulos 1 a 13; v. 2 – capítulos 14 a 26

ISBN 978-85-7035-313-9 v. 1.

ISBN 978-85-7035-319-1 v. 2.

1. Semeadura. 2. Adubo verde. 3. Matéria orgânica. 4. Adubação foliar. 5. Condição ambiental. I. Lima Filho, Oscar Fontão de. II. Ambrosano, Edmilson José. III. Rossi, Fabrício. IV. Carlos, José Aparecido Donizeti. V. Embrapa Agropecuária Oeste.

CDD 631.874

© Embrapa, 2014

Apresentação

A agricultura brasileira passa por momento singular. Por um lado, a crescente demanda por alimentos, fibras e energia renovável conduz o setor ao alcance sistemático de produtividades e produções recordes; por outro lado, a sociedade passa a ser cada vez mais exigente quanto ao emprego de práticas e processos de produção alinhados aos atuais conceitos de sustentabilidade. Nesse contexto, o caminho em direção ao aumento da biodiversidade e da agricultura sustentável, sem perda de produtividade é, sem dúvida, desafiador.

Por isso, a importância do uso de espécies vegetais conhecidas genericamente como adubos verdes, as quais possuem propriedades capazes de atribuir melhorias ao ambiente de produção. A utilização de adubo verde remete a tempos remotos e faz parte do conhecimento agrônomo e humano desde os primórdios da agricultura, e a literatura sobre o assunto é farta. Sabe-se que são plantas que, se incorporadas aos diferentes sistemas de produção, podem trazer benefícios extraordinários aos agroecossistemas, com inegáveis contribuições para a sustentabilidade da produção, principalmente se considerada a menor demanda por insumos.

No entanto, mesmo sendo um assunto recorrente, muitas informações encontram-se diluídas em diferentes publicações avulsas ou periódicas. Assim, a sistematização e organização das informações disponíveis por especialistas de diversas instituições públicas e privadas, com foco na incorporação dessas plantas nos modelos de produção agrícola, adquire um valor inestimável.

Este livro tem por mérito reunir, em dois volumes, informações detalhadas sobre diversos aspectos relacionados aos adubos verdes. A dedicação de especialistas de várias instituições, num trabalho de oportuna parceria, coloca à disposição da comunidade acadêmica, de agentes de assistência técnica e de extensão rural e do público interessado pela ciência agrônoma, o estado da arte sobre o assunto.

A Embrapa Agropecuária Oeste e as instituições parceiras, ao apresentar esta obra, buscam trazer opções para uma produção agrícola técnica, econômica e ambientalmente sustentada, em benefício da sociedade brasileira.

Guilherme Lafourcade Asmus
Chefe-Geral da Embrapa Agropecuária Oeste

Prefácio

A relação do homem com a natureza mudou quando ele passou de caçador de animais e colhedor de vegetais para cultivador de plantas. Surgia, assim, a agricultura, com a domesticação de plantas e animais, o controle da água por meio da irrigação e o preparo e manejo do solo. Entretanto, as alterações no ambiente, sobretudo pelo mau uso do solo e da água, acabaram por destruir ou diminuir a fertilidade das áreas de cultivo. A conscientização crescente, ao longo da história, pela preservação dos solos agrícolas, tem levado o homem à implementação de técnicas de conservação e fertilização do solo de modo mais racional. Nesse sentido, a adubação verde representa um marco importante na agricultura, cuja sustentabilidade passa necessariamente pelo estudo e disponibilização ao agricultor de tecnologias “mais verdes”, que promovam a produção e a preservação do ambiente e a conservação e melhoria da qualidade dos solos cultivados.

A obra intitulada *Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil – Fundamentos e Prática* possui 26 capítulos, distribuídos em dois volumes, nos quais apresenta a visão e o conhecimento gerado sobre vários temas relacionados à adubação verde e ao uso de plantas de cobertura, com a contribuição de 84 autores de instituições de ensino e/ou pesquisa.

O volume 1 contém 13 capítulos. Os capítulos 1 e 2 mostram a história do uso da adubação verde no Brasil, a situação atual e as perspectivas futuras. O capítulo 3 apresenta informações descritivas detalhadas das principais espécies de adubos verdes, seus efeitos em diferentes sistemas de produção e os cuidados que exigem e mostra exemplos de rotação de culturas e de melhoramento genético, com farta ilustração. Informações técnicas e práticas sobre semeadura e manejo da biomassa de adubos verdes são fornecidas no capítulo 4.

Aspectos nutricionais e de fertilidade química dos solos estão diretamente relacionados aos adubos verdes. Assim, os capítulos de 5 a 8 tratam do tema de forma bastante abrangente. Adubação e fatores limitantes ao desenvolvimento das principais espécies utilizadas como adubos verdes são tratados no capítulo 5. O capítulo 6 aborda a decomposição dos resíduos culturais, a liberação dos nutrientes e a dinâmica da matéria orgânica do solo utilizando adubos verdes. Em sequência, o capítulo 7 apresenta informações relacionadas à composição, uso e manejo de

adubos verdes, além dos processos de decomposição/mineralização, ciclagem e disponibilização de nutrientes para as culturas, especialmente o nitrogênio. Como as plantas usadas em adubação verde são, em sua grande maioria, leguminosas, nada mais coerente do que mostrar a importância e a contribuição da fixação biológica do nitrogênio pela simbiose das bactérias com os adubos verdes, além de informações sobre estirpes e inoculação de sementes, o que é feito no capítulo 8.

As interações de propriedades químicas, biológicas e físicas condicionam um dos fatores de crescimento vegetal, que é o solo. Assim, no capítulo 9, discutem-se aspectos relacionados à cobertura vegetal e aos atributos físicos do solo, além das relações e interações da matéria orgânica incorporada pela adubação verde com os fatores físicos do crescimento vegetal. O capítulo 10 aborda aspectos de recuperação de áreas agrícolas degradadas, com ênfase no uso de plantas melhoradoras de solos que proporcionem melhorias em um ou mais atributos do solo, da água e/ou do bioma envolvido e que não causem qualquer efeito deletério ao ambiente.

Os capítulos de 11 a 13 abrangem aspectos relacionados à fitossanidade, como o manejo de pragas e doenças que podem ocorrer em plantas destinadas à adubação verde. A identificação, a biologia e os métodos de controle são descritos no capítulo 11. O capítulo 12 apresenta o manejo dos fitonematoides com o uso dos adubos verdes. Resultados de pesquisas demonstram o potencial da adubação verde em reduzir sensivelmente a infestação de plantas daninhas. O capítulo 13 mostra como essa prática pode viabilizar a redução no uso de herbicidas.

No volume 2, o capítulo 14 trata, de maneira profunda, da evolução do conceito da adubação verde e suas modalidades, considerando época de semeadura, ciclo das espécies e sistema de cultivo. O capítulo 15 aborda os benefícios e modalidades da adubação verde na prática da agricultura orgânica de base ecológica, considerando os aspectos de sustentabilidade e biodiversidade na propriedade agrícola conduzida no sistema orgânico, sem desconsiderar a rentabilidade econômica do agricultor.

Os capítulos seguintes discorrem, com profundidade, sobre aspectos de manejo e processos envolvidos na adubação verde e cobertura vegetal, e seus efeitos em culturas agrícolas específicas: grãos e sistema de plantio direto, no capítulo 16; cana-de-açúcar, no capítulo 17; fruteiras tropicais, no capítulo 18; cafezais, no capítulo 19; e hortaliças, no capítulo 20.

A restauração de ecossistemas naturais degradados é uma demanda crescente em virtude da necessidade de adequação à legislação e certificação ambientais de atividades produtivas. O capítulo 21 aborda os principais aspectos do uso de adubos verdes em restauração florestal, com recomendações ou sugestões de adubação verde no plantio de espécies florestais nativas. A prática da adubação verde, levando-se em conta os ecossistemas, também está presente no livro, com capítulos específicos direcionados aos solos da Amazônia, à região dos Tabuleiros Costeiros e ao Cerrado, nos capítulos de 22 a 24. A sustentabilidade do uso dos solos tropicais passa, necessariamente, pela adoção de tecnologias que protegem o solo e minimizam a perda de nutrientes por lixiviação, o que inclui a adubação verde e o plantio direto na palha. O uso

da adubação verde nos Tabuleiros Costeiros, uma das grandes unidades de paisagem da região Nordeste, tem papel importante na diminuição da degradação dos solos desse ecossistema. Do mesmo modo, o cultivo de adubos verdes no Cerrado pode ajudar a manter, ou mesmo aumentar, a fertilidade do solo desse bioma após a sua conversão ao uso agrícola.

O sistema de plantio direto evita a degradação física e química do solo, mas há necessidade de produção adequada de palha e rotação de culturas. O manejo de espécies numa mesma área, melhorando a qualidade do solo por meio da rotação de pastagens com lavoura, tem uma premissa conservacionista e de sustentabilidade, aliando benefícios mútuos da pecuária e da produção de grãos. Assim, o capítulo 25 discorre sobre o sistema de integração lavoura-pecuária como estratégia para o aumento das fertilidades química, física e biológica do solo. Finalmente, o capítulo 26 mostra a importância dos adubos verdes na melhoria da qualidade do solo, aumentando o banco de proteínas para a alimentação animal ou ajudando na reforma de pastagens. Além dos capítulos descritos, o volume 2 apresenta um Apêndice com 16 informações específicas para cada uma das 48 espécies/cultivares de adubos verdes listadas.

Esta obra, em dois volumes, foi escrita com o propósito de alcançar e estimular o leitor que estuda, pesquisa e pratica e/ou divulga a agricultura racional, moderna e produtiva, com o objetivo principal da sustentabilidade. Espera-se, assim, que ela contribua significativamente para o desenvolvimento contínuo da agricultura e da pecuária e, conseqüentemente, da economia nacional.

Os Editores

Sumário

Capítulo 1 Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes.....	19
Capítulo 2 Histórico da adubação verde no Brasil	37
Capítulo 3 Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso	59
Capítulo 4 Semeadura e manejo da biomassa de adubos verdes	169
Capítulo 5 Adubação, nutrição e fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento dos adubos verdes ...	189
Capítulo 6 Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes.....	225
Capítulo 7 Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas	265
Capítulo 8 Fixação biológica de nitrogênio em adubos verdes.....	307
Capítulo 9 Adubação verde na física do solo.....	335
Capítulo 10 Adubação verde na recuperação de solos degradados	371
Capítulo 11 Pragas e doenças em adubos verdes	399
Capítulo 12 Adubos verdes das famílias Fabaceae e Mimosaceae para o controle de fitonematoides	441
Capítulo 13 Manejo de plantas daninhas com adubação verde	481

Capítulo 1

..... Perspectivas e estratégias
para a sustentabilidade
e o aumento da
biodiversidade dos
sistemas agrícolas com
o uso de adubos verdes

Ademir Calegari

Introdução

Durante milênios em que se pratica a agricultura, em diferentes regiões, aspectos marcantes e comuns à grande parte dos agroecossistemas são o uso intensivo e a má gestão dos recursos naturais, que têm, ao longo dos anos, contribuído para o agravamento dos processos de degradação dos recursos naturais, principalmente solo e água. Isso vem comprometendo severamente a relação solo-água-planta-atmosfera, colocando em risco o equilíbrio ambiental, impondo dificuldades nas relações de sobrevivência harmônica entre os seres vivos (tanto do reino vegetal quanto do animal), além de comprometer a qualidade de vida das diferentes populações humanas (SANCHEZ et al., 1989). O mau manejo dos resíduos orgânicos e do solo promove menor acúmulo de carbono (húmus) no solo e o conseqüente aumento das perdas de gases de efeito estufa para a atmosfera (REICOSKY; LINDSTROM, 1993; REICOSKY et al., 1995).

Os processos inadequados de ocupação das áreas e a necessidade de rápida produção de alimentos, aliados aos interesses econômicos na busca de lucratividade no setor agrícola, também têm contribuído para o agravamento da degradação ambiental e para o aumento desses desequilíbrios. Essa dinâmica tem provocado severas alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo que, somados à aceleração da mineralização da matéria orgânica (com conseqüente diminuição da fertilidade do solo), têm levado diversos sistemas produtivos a uma crescente diminuição do potencial produtivo nas mais diversas regiões agroecológicas do Brasil e em diversas regiões do mundo. Essa situação aliada a outros aspectos relacionados ao clima (temperaturas extremas e ocorrência de inundações ou secas prolongadas), além do ataque severo e inesperado de pragas e/ou doenças, tem provocado, em diferentes proporções, nas mais distintas regiões, sérios riscos à segurança alimentar das populações.

Comprovações históricas demonstram que antigas civilizações, tais como romanos, gregos, chineses e outros povos da Antiguidade, utilizavam a prática milenar do adubo verde com sucesso (FLORENTÍN et al., 2011). Esses resultados empíricos foram desenvolvidos através da criatividade e busca por melhores meios de produção daquelas civilizações. No entanto, com o intenso uso de insumos “modernos”, essa prática foi quase esquecida. Felizmente, nas últimas três décadas, estu-