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 2

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.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Agropecuária Oeste

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

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
Silvia Mara Belloni

Coordenação editorial
Selma Lúcia Lira Beltrão
Lucilene Maria de Andrade
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Josmária Madalena Lopes

Revisão de texto
Jane Baptistone de Araújo

Normalização bibliográfica
Eli de Lourdes Vasconcelos
Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico e capa
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Fotos da capa
José Eduardo Borges de Carvalho, *José Aparecido Donizeti Carlos, Elaine Bahia Wutke*, *Fernando Penteado Cardoso* e *Ricardo Henrique Silva Santos*

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. 2 (478 p.) : il. color. ; 18,5 cm x 25,5 cm.

v. 1 – capítulos 1 a 13; v. 2 – capítulos 14 a 27
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. Nutriente. 5. Fertilidade do solo. 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 agronômico 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 a organização das informações disponíveis por especialistas de diversas instituições públicas e privadas, com foco na incorporação dessas plantas nos modelos de produção agrícola, adquirem 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 agronômica, 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 27 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. E 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. Por fim, o Capítulo 27 traz 16 informações específicas para 48 espécies/cultivares de adubos verdes.

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, consequentemente, da economia nacional.

Os Editores

Sumário

Capítulo 14
Adubação verde: conceitos e modalidades de cultivo 19

Capítulo 15
Adubação verde na agricultura orgânica 45

Capítulo 16
Adubação verde na produção de grãos e no sistema de plantio direto 81

Capítulo 17
Adubação verde e rotação de culturas para cana-de-açúcar 127

Capítulo 18
Adubação verde em fruteiras tropicais 159

Capítulo 19
Adubação verde em cafezais 201

Capítulo 20
Adubação verde no cultivo de hortaliças 241

Capítulo 21
Adubação verde na restauração florestal 269

Capítulo 22
Adubação verde e manejo sustentável do solo na Amazônia 289

Capítulo 23
Adubação verde na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros 311

Capítulo 24
Adubação verde no Cerrado 343

Capítulo 25
Sistemas de integração lavoura-pecuária como
estratégia para melhorar a fertilidade do solo 373

Capítulo 26
Adubos verdes na alimentação de bovinos e na reforma das pastagens 417

Capítulo 27
Recomendações de plantio e informações gerais
sobre o uso de espécies para adubação verde no Brasil 451

Capítulo 14

Adubação verde: conceitos e modalidades de cultivo

Leandro do Prado Wildner

Introdução

A adubação verde – prática agrícola de conservação do solo – é conhecida e utilizada desde antes da Era Cristã para recuperar os solos degradados pelo cultivo, melhorar os solos naturalmente pobres e conservar aqueles produtivos. Com a Revolução Verde, a partir dos anos 1960, a adubação verde perdeu, temporariamente, sua importância com o surgimento e desenvolvimento de máquinas, equipamentos e insumos modernos. No entanto, a partir dos anos 1980, foi exatamente com o uso dos adubos verdes que a agricultura deu um salto de qualidade. Os adubos verdes tornaram-se componentes fundamentais em arranjos de sucessão e rotação de culturas, que viabilizam tanto o Sistema de Plantio Direto quanto a integração lavoura-pecuária e os sistemas agroecológicos de produção.

Em razão do número de espécies já conhecidas e de suas respectivas características agronômicas e fenológicas, os adubos verdes podem ser cultivados de inúmeras maneiras, nos mais diversos tipos de arranjos e configurações, para viabilizar o uso e o manejo sustentável do solo e a produção de alimentos de qualidade.

O presente capítulo tem por objetivo discutir a evolução dos conceitos de adubação verde, bem como caracterizar as várias modalidades de cultivo dos adubos verdes no Brasil.

Evolução dos conceitos de adubação verde

O cultivo de plantas para a recuperação de solos degradados é uma prática agrícola de conhecido efeito benéfico ao solo, cujo resultado era mostrado na abundância da colheita da safra seguinte, desde 5000 a.C. Nos relatos escritos por chineses, gregos e romanos, sempre ficou evidente a necessidade da incorporação do adubo verde para promover o seu efeito (AMABILE; CARVALHO, 2006; SOUZA; PIRES, 2002). Catão, Columela, Plínio, Varrão, Virgílio e Teofrastus fize-