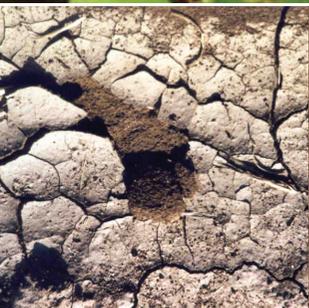


CARTILHA

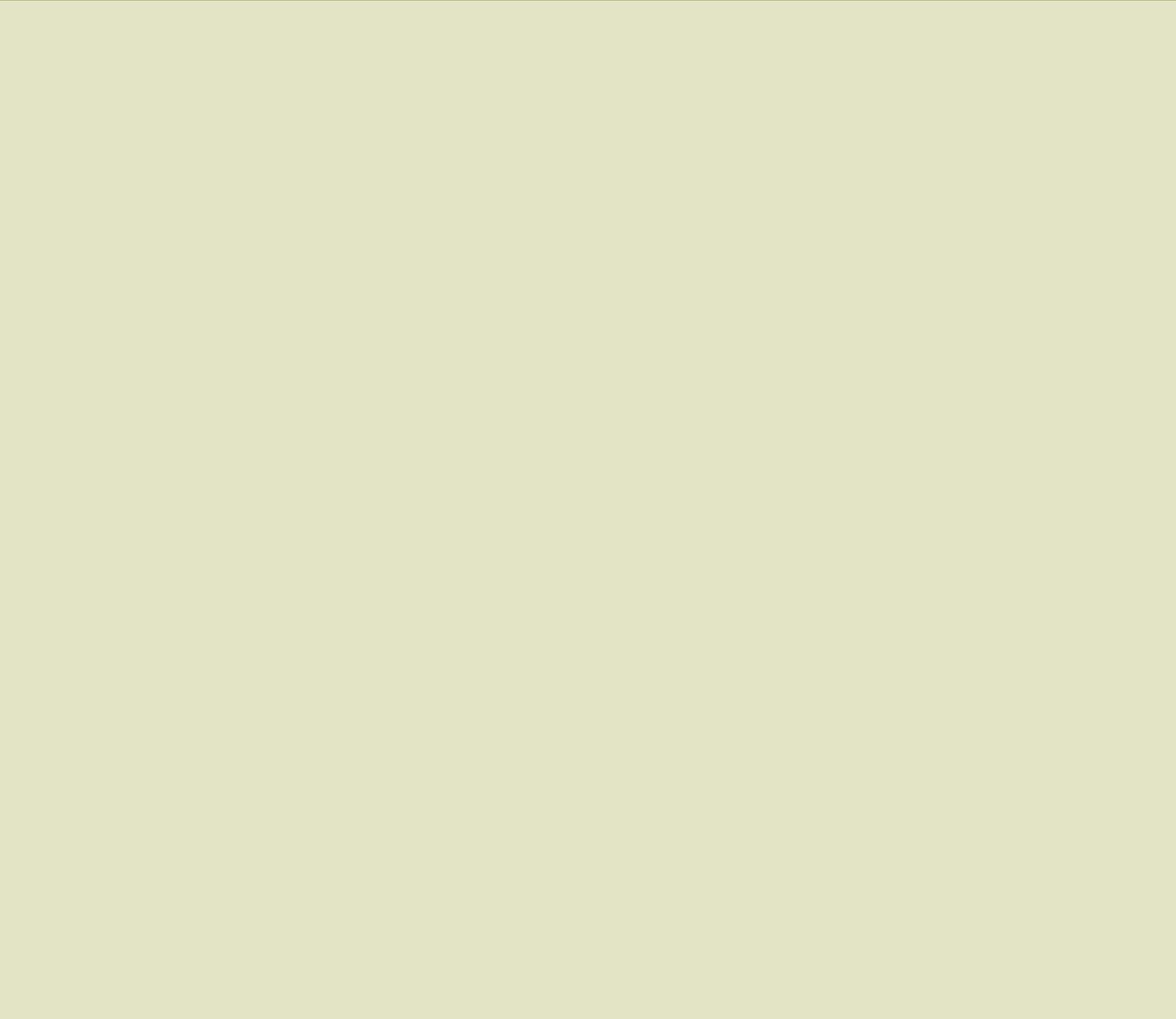
Recomendações de manejo de água e solo para o cultivo de algodão agroecológico em consórcios agroalimentares no Semiárido do Nordeste Brasileiro

José da Cunha Medeiros
Magna Maria Macedo Nunes Costa
José Rodrigues Pereira
Rita de Cassia Cunha Saboya
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn



Embrapa





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

Recomendações de manejo de água e solo para o cultivo de algodão agroecológico em consórcios agroalimentares no Semiárido do Nordeste Brasileiro

*José da Cunha Medeiros
Magna Maria Macedo Nunes Costa
José Rodrigues Pereira
Rita de Cassia Cunha Saboya
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn*

***Embrapa Algodão
Campina Grande, PB
2021***

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/algodao/publicacoes>

Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095, Campina Grande, PB
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
www.embrapa.br/algodao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Algodão

Presidente
João Henrique Zonta

Secretário-Executivo
Magna Maria Macedo Nunes Costa

Membros
*Francisco José Correia Farias, Geraldo Fernandes de Sousa Filho,
Luiz Paulo de Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Rita de Cassia
Cunha Saboya.*

Supervisão editorial
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Revisão de texto
Ivanilda Cardoso da Silva

Editoração eletrônica
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Fotos da capa
*Superior: Fábio dos Santos Santiago
Inferior esquerda para direita: José da Cunha Medeiros (1, 4 e 5);
José Carlos Aguiar (2 e 3).*

1ª edição
Publicação digital - PDF (2021)

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 Algodão

Recomendações de manejo de água e solo para o cultivo de algodão agroecológico em
consórcios agroalimentares no Semiárido do Nordeste Brasileiro / José da Cunha
Medeiros ... [et al.]. – Campina Grande, PB : Embrapa Algodão, 2021.
PDF (38 p.) : il. color

Cartilha.
ISBN 978-65-87380-68-1

1. Algodão. 2. Manejo de água. 3. Manejo de solo. I. Medeiros, José da Cunha. II.
Costa, Magna Maria Macedo Nunes. III. Pereira, José Rodrigues. IV. Saboya, Rita de
Cássia Cunha. V. Santiago, Fábio dos Santos. VI. Blackburn, Ricardo Menezes. VII.
Embrapa Algodão.

CDD 633.51

Autores

José da Cunha Medeiros

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Agricultura de Precisão, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Magna Maria Macedo Nunes Costa

Engenheira-agrônoma, D.Sc., em Nutrição Mineral de Plantas, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

José Rodrigues Pereira

Engenheiro-agrônomo, D.Sc., em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Rita de Cassia Cunha Saboya

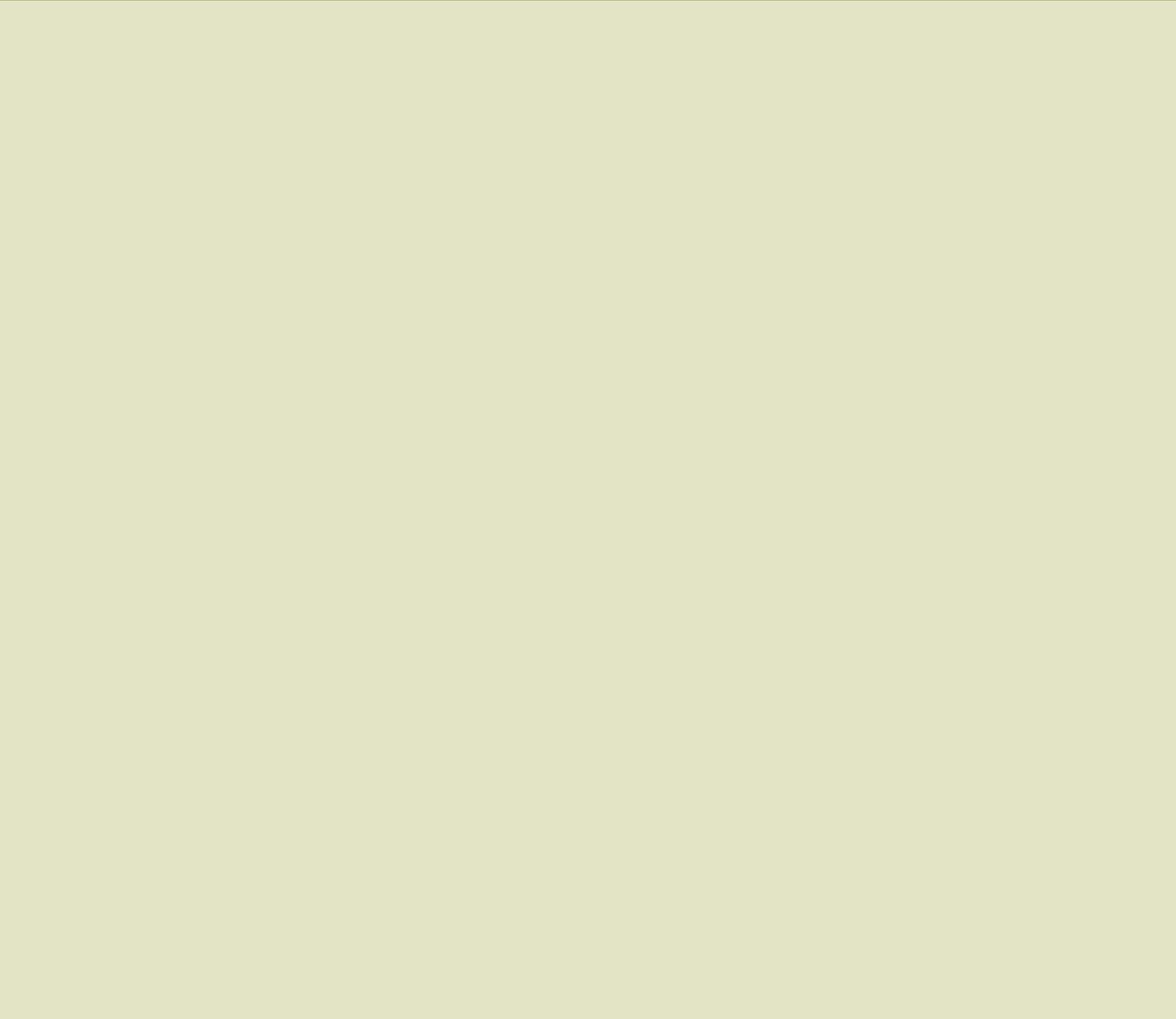
Engenheira-agrônoma, M.Sc., em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Fábio dos Santos Santiago

Engenheiro-Agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola - Coordenador do Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos - Diaconia

Ricardo Menezes Blackburn

Médico Veterinário, especialista em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Assessor Técnico do Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos - Diaconia.



Apresentação

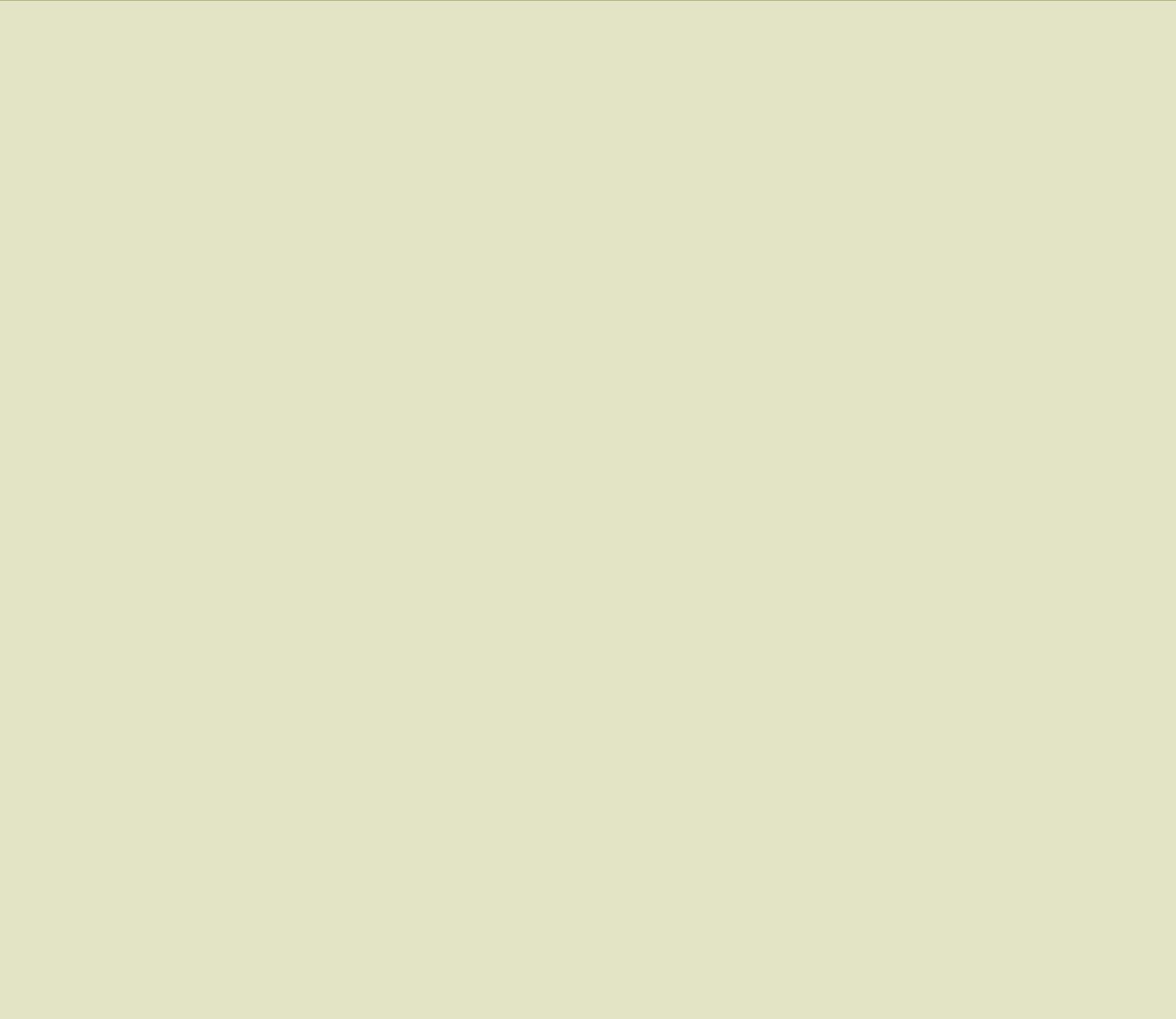
A região semiárida, devido às suas características edafoclimáticas, possui grandes extensões de área, cujos solos apresentam elevada erodibilidade, com alta susceptibilidade à desertificação. Aliado a isso, a região é caracterizada por pequenas propriedades rurais, nas quais a baixa adoção de tecnologia e o manejo inadequado do solo colaboram para que o processo erosivo seja acelerado.

Assim, nesta região, a adoção de práticas conservacionistas de manejo de solo e água são essenciais para a sustentabilidade da agricultura, visando aproveitar ao máximo as poucas e mal distribuídas chuvas. O intuito desta publicação é demonstrar que essas práticas podem ser adotadas também em pequenas propriedades, que trabalham com sistema de produção agroecológico, e que por suas características de cultivo sem o aporte de insumos químicos, são ainda mais dependentes de um solo fértil para que alcancem boas produtividades.

A publicação, por se tratar de tema relativo à conservação de água e solo, contribui para o desenvolvimento sustentável da agropecuária, dentro do objetivo estratégico de desenvolver conhecimentos e tecnologias para o adequado manejo e aproveitamento sustentável dos biomas brasileiros, relacionado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 (Fome zero e agricultura sustentável) e 12 (Consumo e produção sustentáveis).

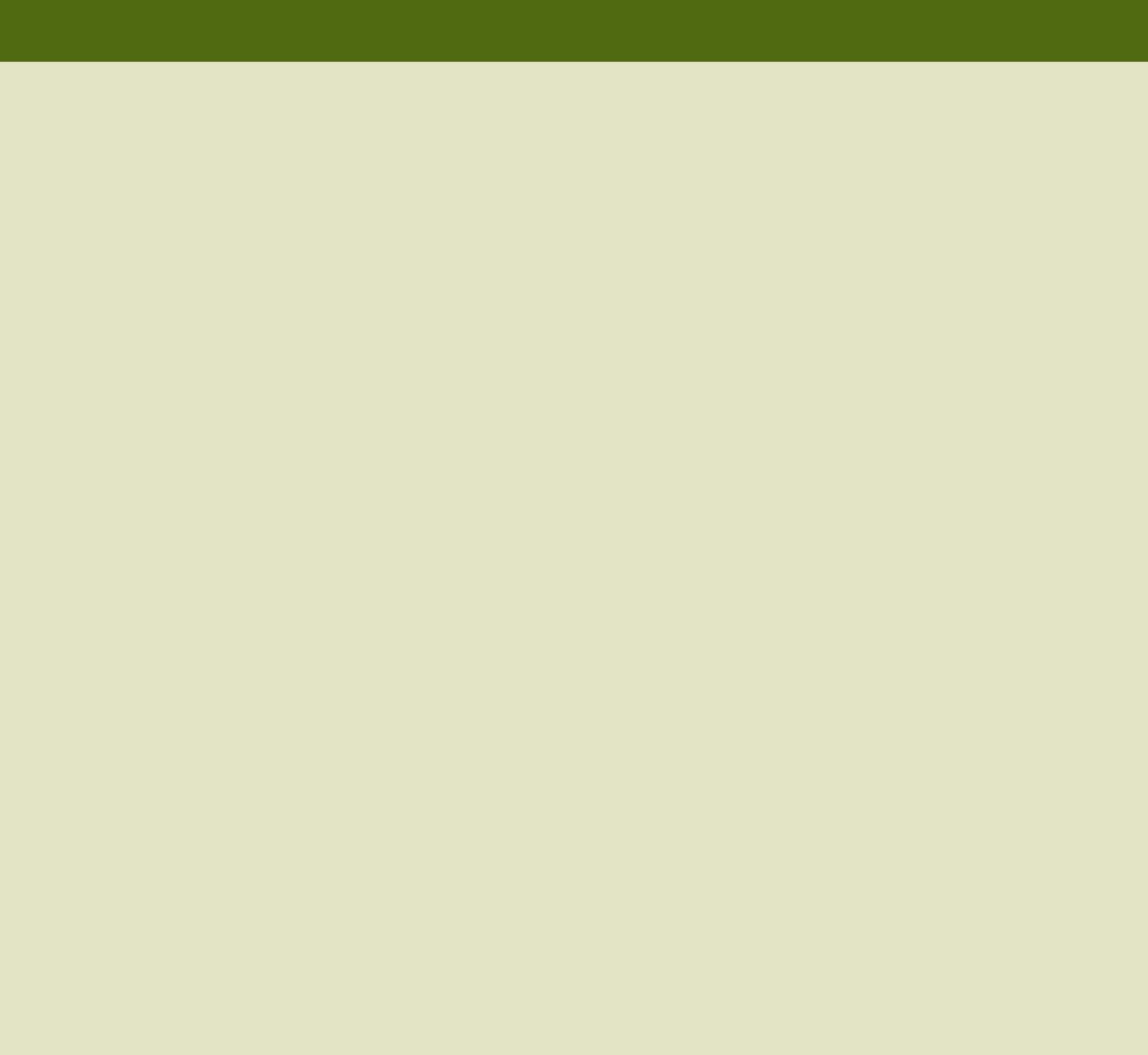
Alderí Emídio de Araújo

Chefe-Geral da Embrapa Algodão



Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução..... | 9 |
| Capacidade de uso das terras..... | 10 |
| Principais causas de desgaste das terras..... | 11 |
| O que são sistemas agroecológicos?..... | 14 |
| Manejo agroecológico do solo..... | 17 |
| Manejos conservacionistas | 18 |
| Estudo dos solos | 23 |
| Práticas conservacionistas | 27 |
| Fertilização dos cultivos agroecológicos | 33 |
| Manejo de água..... | 35 |



Introdução

O solo é considerado elemento básico no que diz respeito a qualquer atividade agropecuária, sendo imprescindível o emprego de técnicas visando à melhoria de sua fertilidade e conservação de forma a torná-lo cada vez mais produtivo com sustentabilidade.

Nos ambientes semiáridos, os solos tendem a ser mais susceptíveis a erosão, e o uso de práticas de manejo inadequadas, como queimadas, preparo do solo com grade aradora e plantio morro abaixo, vem piorando a situação.

Uma das alternativas para sanar esse processo é o uso de sistemas agroecológicos, os quais buscam imitar os ecossistemas naturais, comumente considerados sustentáveis (Figura 1). No entanto, alguns aspectos em relação a manejo de água e solo carecem de informações. Para isso, elaborou-se esta Cartilha, que traz informações e orientações sobre manejos adequados para o cultivo de algodão agroecológico em consórcios agroalimentares.



Foto: José Carlos Aguiar

Figura 1. Área da Unidade de Aprendizagem Participativa-UAP do Sertão Sergipano após a implantação das práticas conservacionistas como terraceamento, cultivo mínimo e plantio em nível, em consórcios agroecológicos de algodão com milho, gergelim e palma forrageira, Gararu, SE, 2019.

Capacidade de uso das terras

Para que se decida qual o manejo a ser usado, é preciso que se conheça a capacidade de uso dos solos da propriedade, que é o potencial produtivo das terras, de forma que possam ser utilizadas sem o empobrecimento de suas fertilidades.

Na prática, o uso mais conveniente que se pode dar a uma determinada área depende de vários fatores como:

- Localização, vizinhança.
- Tamanho da propriedade agrícola.
- Tamanho da área para os fins que se pretende usar.
- Quantidade de terra para outros fins.
- Afloramento de rochas.
- Presença de voçorocas.
- Disponibilidade e localização de fontes de água como rios, riachos, córregos, barragens, poços, etc.
- Vontade e habilidade do proprietário.
- Disponibilidade de máquinas, implementos, ferramentas, animal de trabalho, etc.
- Disponibilidade de recursos.

Em uma propriedade rural, geralmente, o relevo é variado, podendo ser constituído de áreas planas, onduladas e/ou acidentadas, com alta variabilidade de tipos de solos, fontes de água, rios, pastagens, matas, caatingas e seres vivos, numa verdadeira harmonia natural.

Principais causas de desgaste das terras

Degradação do solo

É o processo que reduz a capacidade do solo para produzir bens ou serviços. O uso e o manejo do solo podem determinar a extensão e o grau de degradação de um ecossistema, portanto, a ação das atividades agrícolas realizadas, quando de forma indevida, pode aumentar ou diminuir a resistência natural do solo aos mecanismos de desgastes.

Resumindo, a degradação do solo refere-se à deterioração das suas propriedades, incluindo: desagregação de partículas; compactação; redução da porosidade, do teor de matéria orgânica e dos nutrientes, tendo, como consequência, a diminuição na atividade e diversidade dos microrganismos, a formação de crostas superficiais (Figura 2) e de camadas compactadas (Figura 3) que, além de limitarem a infiltração de água no solo, dificultam a germinação e a penetração das raízes das plantas.

Foto: José da Cunha Medeiros



Figura 2. Crosta superficial Limoeiro do Norte, CE, 1996.

Foto: José da Cunha Medeiros



Figura 3. Perfil de solo com camada compactada de 15 cm a 30 cm. Descrição do perfil como prática de metodologia de formação e pesquisa participativa para a construção do conhecimento agroecológico no Sertão do Apodi, Umarizal, RN, 2019.

Queimadas

Apesar da facilidade da utilização das queimadas para limpeza de áreas recém-desbravadas (Figura 4), seu uso deve ser condenado, pois acarreta todo tipo de degradação do solo, como a queima da matéria orgânica, ressecamento, desagregação, redução da população de microrganismos e volatilização de nutrientes, o que diminui a fertilidade do solo, tornando essas áreas cada vez mais pobres.

Foto: José da Cunha Medeiros



Figura 4. Queimada de restos culturais, Santa Maria da Boa Vista, PE, 1997.

Erosão

A erosão é um processo de desagregação, transporte e deposição de solo. Geralmente se inicia pelo impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície, as quais vêm carregadas de energia, desagregando e dispersando a terra, que é carregada e transportada pelo excesso da água que não infiltrou, e depositada em áreas mais baixas, rios, riachos e barragens, promovendo assoreamentos. Isso pode trazer graves problemas para sociedade, principalmente para as famílias agricultoras, por destruir seu maior patrimônio, que é o solo (Figuras 5, 6 e 7).

Principais problemas provocados pela erosão:

- Destruição da estrutura do solo, provocando desequilíbrio no complexo ar-água-nutrientes-plantas, prejudicando o crescimento, a fauna e a flora.
- Perda da fertilidade natural, diminuição do teor de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas.
- Perda de solo, carreando junto os insumos como calcário, adubos, sementes, etc., aumentando o custo de produção e diminuindo os rendimentos das lavouras.

O escoamento de água superficial merece maior atenção, onde a água excedente pode levar terra e adubos em grandes volumes. Isso tem como consequência o empobrecimento do solo; a contaminação de riachos, rios, lençóis freáticos, reservatórios de água, etc.



Foto: José da Cunha Medeiros

Figura 5. Erosão laminar severa em área com plantio de algodão, Acreúna, GO, 2000.



Foto: José Carlos Aguiar

Figura 6. Erosão laminar severa na área da Unidade de Aprendizagem Participativa – UAP - do Sertão Sergipano, antes da implantação das práticas conservacionistas e consórcios agroecológicos, Gararu, SE, 2019.



Figura 7. Área da UAP do Sertão Sergipano apresentando erosão laminar com algumas voçorocas, antes da implantação da UAP, Gararu, SE 02/2019.

Monocultura

Entende-se por monocultura o cultivo extensivo de uma única espécie vegetal em uma determinada área. Tal prática é incompatível com a noção de agroecologia, permitindo o surgimento de novas ervas daninhas, animais e insetos, que se transformam em pragas. Além disso, deixa o solo debilitado; isto porque explora a terra sempre da mesma forma, o que dificulta a reciclagem de nutrientes.

O restabelecimento do equilíbrio biológico dos solos degradados pela monocultura tem sido feito pelo método da rotação e consórcios de culturas, uma vez que as plantas exploram o solo de maneira diferente, reciclando nutrientes, e o enriquecem com diferentes substâncias orgânicas, possibilitando o desenvolvimento mais diversificado da população de micro-organismos.

• O que são sistemas agroecológicos?

São cultivos que buscam imitar ao máximo os ecossistemas naturais. Para isso são usadas técnicas, processos e princípios que sejam de natureza sustentável, ou seja, de forma que não diminua a capacidade produtiva da propriedade e preserve o meio ambiente.

Principais características dos sistemas agroecológicos que diferem dos sistemas convencionais:

- Independência de insumos externos à propriedade. Para isso lançam mão de produtos naturais como, por exemplo, bactérias que promovem a fixação biológica de nitrogênio e fungos micorrízicos solubilizadores de fósforo.
- Aproveitamento ao máximo dos materiais disponíveis no local, como restos culturais, estercos e cinzas.
- Ciclagem e reciclagem de nutrientes através de práticas como compostagem; consórcios e rotação de culturas utilizando espécies de plantas de ciclos e raízes diferentes, capazes de buscar os nutrientes nas camadas mais profundas e distribuí-los nas mais rasas do solo.
- Adaptação às condições locais.
- Busca-se o rendimento ótimo da propriedade como um todo e não a produtividade máxima de uma ou poucas lavouras.
- Resgate e conservação da diversidade genética local, pois espécies e plantas nativas já estão adaptadas às condições locais.
- Resgate e conservação dos conhecimentos regionais.

Consórcio de cultivos

O que é consórcio?

Consórcio é quando duas ou mais culturas são crescidas na mesma área agrícola e ao mesmo tempo, em linhas, faixas ou até mesmo aleatoriamente, embora não necessariamente tenham sido plantadas na mesma data. Nesse caso, elas vão compartilhar luz solar, gás carbônico, água e nutrientes minerais do solo.

Para evitar que haja competição entre as espécies consorciadas, o ideal é que sejam escolhidas plantas diferentes em relação ao ciclo, ao porte, à arquitetura, ao hábito de crescimento e ao sistema radicular. Outra dica é que a população de plantas total na área seja a soma das populações ideais mínimas de todas as culturas envolvidas no consórcio.

O consórcio de plantas tem muitas vantagens

- Melhor aproveitamento de espaço, luz, água e nutrientes; a diversificação biológica dificulta a proliferação de pragas e/ou doenças ao mesmo tempo em que cria um ambiente favorável aos inimigos naturais.
- Culturas com sistemas radiculares diferentes em morfologia e profundidade vão absorver e reciclar, juntas, nutrientes em todo o perfil explorado do solo e não apenas em uma determinada profundidade.
- Dá mais segurança ao agricultor, pois em caso de perda de uma cultura, há colheita da(s) outra(s).

Algodão em consórcios agroecológicos

O algodão pode ser consorciado com culturas alimentícias importantes (Figura 8) tais como milho, feijão, gergelim, amendoim, abóbora e melancia, dentre outras, com excelentes resultados em relação ao controle das pragas que atacam o algodoeiro, como o bicudo, a lagarta-rosada, a lagarta-das-maçãs, a mosca-branca e o pulgão.

Foto: Fábio dos Santos Santiago



Figura 8. Algodão em consórcio agroecológico com gergelim.

O consórcio de algodão com culturas alimentares traz grandes vantagens para as famílias agricultoras

- Aumento da renda, pois, além de lucrar com a venda do algodão, o produtor também lucra com a venda das culturas agroalimentares como milho, feijão e hortaliças, por exemplo, além de enriquecer a alimentação da própria família.
- Com o sistema de consórcio agroecológico (Figuras 9 e 10), o produtor vai conseguir um preço diferenciado pelo algodão, superior ao conseguido com o plantio em sistema convencional.
- Como o consórcio é um sistema agroecológico de produção, o agricultor estará conservando melhor os recursos naturais da sua propriedade, como o solo, a água, a fauna e a flora, contribuindo para a sustentabilidade do sistema produtivo.



Foto: Fábio dos Santos Santiago

Figura 9. Algodão em consórcio agroecológico com milho.

Manejo agroecológico do solo

Manejo do solo consiste em práticas simples que podem proporcionar bom desenvolvimento para as culturas, as quais devem ser utilizadas racionalmente.

No sistema agroecológico, o manejo visa construir ou manter as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo. Para isso, as famílias agricultoras devem conhecer bem a área a ser manejada, especialmente o tipo de solo, o clima da região e as plantas a serem cultivadas. O conhecimento das características do solo, como textura, estrutura, porosidade e fertilidade, é fundamental para que

se decida o manejo ideal a ser usado na lavoura. De todas as formas, deve-se optar por **manejos conservacionistas** com um mínimo revolvimento do solo e algum nível de cobertura (plantio direto e preparo mínimo). Este fator é de grande importância, pois a cobertura protege o solo do impacto direto das gotas da chuva, evitando a formação de crostas, a desagregação, o deslocamento de terra e de matéria orgânica. Com isso, pode-se afirmar que o **plantio direto** é um excelente tipo de manejo para a implantação de consórcios agroecológicos de algodoeiro com culturas alimentares.

Foto: José Carlos Aguiar



Figura 10. Prática de consórcio agroecológico de algodão com milho utilizada como metodologia de formação e pesquisa participativa na Unidade de Aprendizagem Participativa - UAP Sertão Sergipano, para a construção do conhecimento agroecológico, Gararu, SE, 2019.

Manejos conservacionistas

Estes tipos de manejo buscam ajustar tecnologias que possibilitem aliar menor mobilização do solo a maior preservação da matéria orgânica, o que é de fundamental importância para a sustentabilidade do ecossistema e nos processos químicos, físicos e biológicos. Produzem o mínimo revolvimento do solo e deixam maior quantidade de resíduos culturais sobre a sua superfície, conferindo-lhe maior resistência contra os agentes causadores de erosão. Este fator é de grande importância, pois a cobertura protege o solo do impacto direto das gotas da chuva, evitando a formação de crostas, a desagre-

gação, o deslocamento de terra e de matéria orgânica. Nesse sentido, destaca-se o Sistema de Plantio Direto (SPD) e o Cultivo Mínimo como dois tipos de manejo capazes de associar produtividade e conservação do solo e água com sustentabilidade, em sistemas agroecológicos, devido aos seus altos potenciais de proteção do solo.

Sistema de plantio direto

O sistema de plantio direto (SPD) fundamenta-se na mobilização mínima da superfície do solo, sendo restrita apenas na linha de semeadura, mantendo o solo com pelo menos 30% de cobertura vegetal; e na necessidade de rotação de culturas. Esta cobertura pode ser obtida com o plantio de culturas de cobertura como as leguminosas cunhã, feijão de corda, feijão-de-porco, feijão-guandu, mucuna-preta e as gramíneas forrageiras capim-buffel (Figura 11), capim-corrente (*Urochloa*) e outras plantas que são cultivadas na localidade. Antes da semeadura se faz o rebaiamento destas plantas de forma que os resíduos permaneçam na superfície cobrindo o solo para efetuar o plantio direto sobre a palha. Esta prática pode ser efetuada de várias maneiras, como através de roço com roçadeira, de acamamento com rolo faca ou de pastejo com ovinos e/ou caprinos.

Esta técnica revolucionou os sistemas agrícolas no mundo, principalmente porque permite que os agricultores manejem suas lavouras com menos energia, mão de obra, insumos e máquinas. Ao mesmo tempo é uma medida de controle de erosão muito eficaz e melhora a eficiência do uso de água e fertilizantes. Para áreas irrigadas, além da proteção do solo, o SPD torna a lavoura mais rentável devido a menor taxa de irrigação e/ou ampliação do turno de rega.

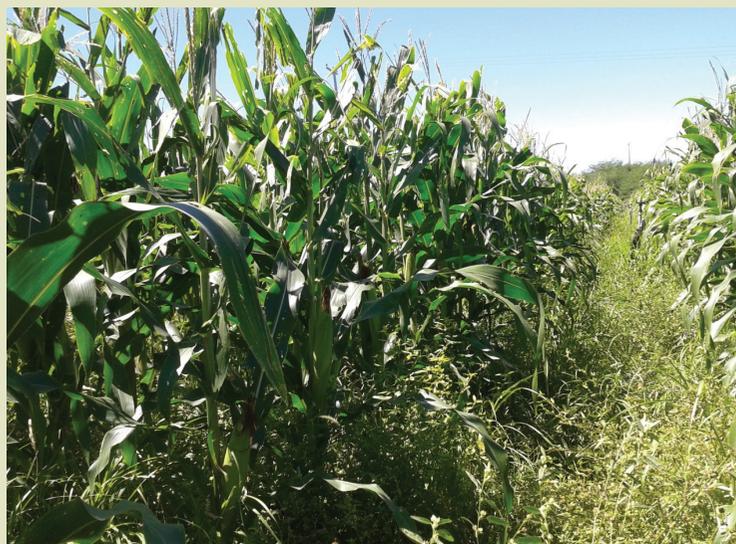


Foto: José da Cunha Medeiros

Figura 11. Plantio direto de milho na palhada de capim-buffel, em sistema integrado lavoura pecuária-ILP, sem uso de herbicida, São José do Seridó, RN, 2011.

Principais vantagens do plantio direto

- a) A cobertura do solo com palhada evita o impacto direto da gota da chuva e o protege constantemente da erosão.
- b) Conserva a umidade do solo, o que traz grandes benefícios em regiões secas ou com chuvas irregulares.
- c) Por não haver necessidade de preparo do solo, não há gasto com essa operação.
- d) Evita a compactação do solo, contribuindo para manter uma boa estrutura para o desenvolvimento das raízes.
- e) Com a continuação da prática, o teor de matéria orgânica tende a se elevar, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.
- f) Controla a temperatura do solo, evitando grandes oscilações diárias, favorecendo a proliferação de microrganismos benéficos.
- g) Aumenta a taxa de sequestro de carbono pelos restos da plantação anterior, o que contribui para a redução do aquecimento global.
- h) Diminui a lixiviação de nutrientes.
- i) Aumenta o teor de Nitrogênio no solo.
- j) O plantio é efetuado diretamente sobre os restos da cultura anterior, logo após as primeiras chuvas, sem perda de tempo à espera do preparo do solo, aproveitando melhor as águas das chuvas.

Manejo com preparo mínimo

Consiste no uso de implementos sobre a palhada da cultura anterior, com o revolvimento mínimo necessário para tornar o solo mais frouxo sem revolvê-lo muito e sem causar compactação. Geralmente, usa-se escarificador em profundidade suficiente para destruir crostas e/ou romper camadas compactadas (Figuras 12 e 13). O escarificador é de grande eficiência na descompactação de solo que apre-

senta este problema. Essa técnica também contempla o preparo do solo apenas na linha de plantio. Desse modo, só as linhas em que haverá o plantio terão o solo escarificado. As demais partes do terreno, isto é, as entrelinhas, permanecerão com o solo coberto de palha, facilitando a infiltração de água, a manutenção da umidade e das características do solo, fundamentais para a sua proteção contra a erosão.

Importante frisar que esse tipo de manejo deve ser executado com a consistência do solo friável, ou seja, quando seus torrões puderem ser facilmente rompidos em frações menores ao serem comprimidos entre os dedos, sem aderir aos mesmos.

Foto: José da Cunha Medeiros



Figura 12. Cultivo mínimo com escarificador realizado como metodologia de formação e pesquisa participativa para a construção do conhecimento agroecológico no Sertão Alagoano, Água Branca, AL, 2019.

Foto: Felipe Macêdo Guimarães



Figura 13. Cultivo mínimo com escarificador realizado como metodologia de formação e pesquisa participativa para a construção do conhecimento agroecológico no Sertão do Apodi, Umarizal, RN, 2020.

Principais vantagens do cultivo mínimo

- a) Ao revolver minimamente o solo, expõe o mínimo possível a matéria orgânica à ação do sol, chuva e vento.
- b) Aumenta a infiltração e conservação da água do solo.

- c) As fissuras no solo proporcionadas pelas hastes do escarificador, além de reter mais as águas de chuva, permitem um melhor desenvolvimento das raízes das plantas.
- d) Reduz a erosão.
- e) Reduz o custo operacional com máquinas e implementos em relação ao preparo convencional.

Além de ser excelentes sistemas de manejo do solo para culturas consorciadas, estes tipos de manejo são muito vantajosos, principalmente por produzir o mínimo revolvimento e manter algum nível de cobertura (cultivo mínimo).

No caso do plantio direto, o solo permanece, no mínimo, com 30% de cobertura. Este fator é de grande importância, pois a cobertura é uma proteção para o solo, evitando principalmente o impacto direto da chuva sobre o mesmo, que é onde se inicia o processo de erosão. Por isso, sempre que possível, o solo deverá estar coberto, principalmente durante o período das chuvas, ou seja, durante o ciclo produtivo do algodão agroecológico e demais cultivos do consórcio.

Subsolagem

A subsolagem é uma operação realizada por meio do implemento agrícola denominado de subsolador, e é utilizada, especialmente, quando se tem camadas compactadas em profundidade superior a 30 cm (Figura 14). Nesse caso, é praticada para o rompimento dessas camadas. Vale ressaltar que essa operação tem custo elevado, devendo ser utilizada somente nestas circunstâncias. Compactação até essa profundidade pode ser rompida usando-se escarificador (Figura 15), que é de menor custo.



Foto: José da Cunha Medeiros

Figura 14. Subsolador.



Figura 15. Escarificador.

Estudo dos solos

Principais constituintes do solo

Textura

A textura do solo refere-se à proporção relativa em que se encontram os diferentes tamanhos de partículas como areia, silte e argila. Esta característica tem influência direta na taxa de infiltração e na capacidade de retenção de água, na aeração, na disponibilidade de nutrientes e na aderência do solo aos implementos, facilitando ou dificultando o trabalho de preparo, plantio e manutenção da lavoura.

Para simplificar a compreensão, dividem-se os solos em três classes de textura: solos leves (areias), solos médios e solos pesados (barro).

- **Solos leves** (areias): solos de textura arenosa têm alta drenagem, baixa capacidade de retenção de água, baixa fertilidade e são altamente suscetíveis à erosão. Estes tipos de solos podem ser usados para consórcio de algodão agroecológico, no entanto, apesar de facilitar os tratos culturais, necessita de cuidados especiais na reposição de matéria orgânica, no preparo e nas práticas conservacionistas.
- **Solos médios**: solos de textura média apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila, o que facilita o manejo das culturas em consórcio. Normalmente, são de boa drenagem, fertilidade e capacidade de retenção de água, além de média resistência a erosão, podendo ser considerado a melhor opção para o cultivo de algodão em consórcio.
- **Solos pesados** (barro): solos de textura argilosa possuem baixa drenagem, alta capacidade de retenção de água, boa fertilidade, alta pegajosidade quando úmido e dureza quando seco, dificuldade na penetração de raízes e grande facilidade de grudar nos implementos, dificultando os trabalhos de manejo das lavouras. Embora sejam mais resistentes à erosão, são altamente suscetíveis à compactação, merecendo cuidados especiais no seu preparo. Quando manejados adequadamente, costumam proporcionar alta produtividade no cultivo de consórcio de algodão com culturas alimentares.

Estrutura

A estrutura resulta, principalmente, da agregação de areia e barro com matéria orgânica, formando grumos, chamados de agregados do solo. Envolve uma série de inter-relações estabelecidas entre os componentes minerais e orgânicos do solo. Essa agregação pode facilmente se desmanchar pelo mau uso de implementos.

O manejo do solo é o fator de maior influência nos processos de agregação. Quando feito racionalmente, pode ser ferramenta restauradora de algumas propriedades, melhorando a produtividade do solo. Mas, quando o uso é inadequado, geralmente acarreta o desencadeamento da deterioração da estrutura.

Muito relacionado com a estrutura está o desenvolvimento das crostas superficiais que, além de repercutir negativamente sobre a infiltração de água no solo, dificulta a germinação das sementes. Vale a pena enfatizar que a matéria orgânica é o componente de maior importância no desenvolvimento da estrutura.

Juntas, a textura e a estrutura são as características físicas mais importantes em relação a uso e manejo do solo, já que influenciam diretamente na quantidade de ar e água, formando a porosidade.

Porosidade

É constituída pelo espaço deixado entre partículas e entre grumos (agregados), o qual é ocupado por água e ar.

Por exemplo:

Solos leves (areias): retêm pouca água porque têm mais macroporos, o que permite maior drenagem e menos retenção de água.

Solos pesados (barro): apresentam menos macroporos, reduzindo a drenagem, e mais microporos, resultando em maior poder de retenção de água.

Solos médios: apresentam um equilíbrio entre a macro e a microporosidade, o que promove um equilíbrio, também, entre a drenagem e a retenção de água.

Vale salientar que o teor de matéria orgânica tem grande influência na capacidade de retenção de água em todo tipo de solo.

A camada agrícola ou arável é a parte superior, rica em matéria orgânica, onde a maior parte das raízes se desenvolve. As características dessa camada é um dos fatores principais que serve de base para a decisão do tipo de manejo de solo a ser adotado.

Profundidade

A profundidade do solo é uma das características de grande importância na escolha de áreas para o cultivo do algodoeiro em consórcio agroecológico. Consideram-se aptos para estes sistemas os solos que apresentam profundidade acima de 45 cm, cujas raízes têm largo espaço para buscar água e nutrientes (Figura 16). Esses tipos de solos facilitam a recomendação das técnicas de cultivo, bastando-se analisar a textura, a estrutura, a fertilidade e a presença de alguma camada compactada, a qual deve ser rompida por implementos adequados e a estrutura recuperada através de cultivo de plantas de cobertura e de rotação de culturas.

Quando a profundidade efetiva não alcança os 45 cm, torna-se difícil o crescimento de plantas com raízes pivotantes, como é o caso do algodoeiro, pois, além do pequeno espaço disponível para o de-

envolvimento do sistema radicular para que as plantas explorem suas necessidades nutricionais e orgânicas, esses solos tanto podem encharcar como secar facilmente, provocando estresse hídrico na cultura. Ademais, esses solos, geralmente, apresentam altos índices de erodibilidade, devendo ser evitados para o cultivo do algodoeiro em consórcio agroecológico.

Fotos: José da Cunha Medeiros

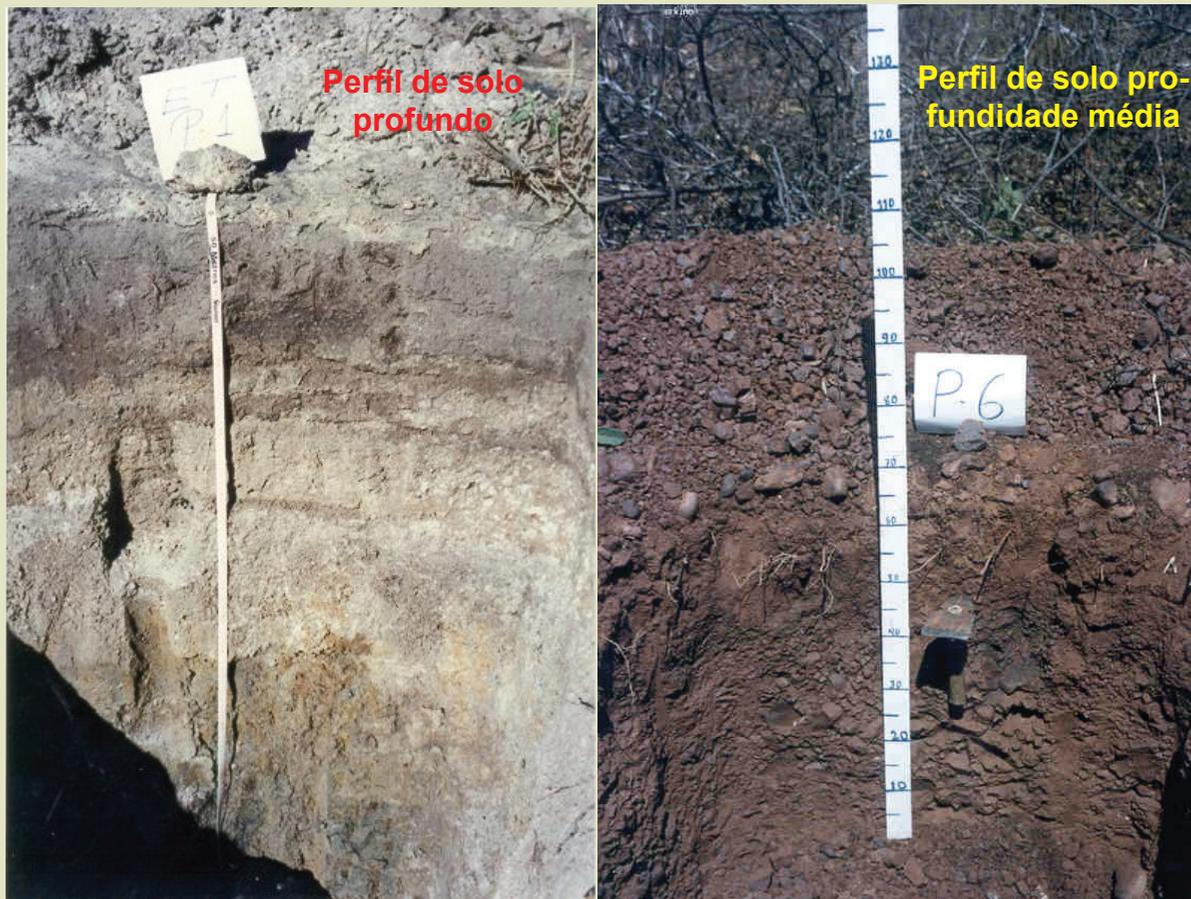


Figura 16. Perfis de solo de profundidades, média e profunda, São Gonçalo, PB, 1987.

Práticas conservacionistas

As práticas conservacionistas são usadas para melhorar as condições físicas do solo e têm por objetivo proteger e recuperar o solo agrícola, evitar a erosão, aumentar a disponibilidade de água e nutrientes, bem como promover a atividade biológica.

São muitas as opções de práticas conservacionistas, como por exemplo:

Práticas conservacionistas de fácil execução

Cobertura do solo

A cobertura sobre a superfície (Figura 17) cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal e contribui para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção da qualidade do solo. Funciona como dissipadora de energia, protegendo o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, atuando como obstáculo ao escoamento superficial do excesso de água que não infiltrou, reduzindo o processo de erosão. Protege a superfície do solo da ação direta do sol e do vento. Diminui a evaporação, aumentando o armazenamento da água do solo, promovendo amenização da temperatura nas horas mais quentes do dia, o que favorece o desenvolvimento de plantas e microrganismos. Promove aumento de matéria orgânica e, conseqüentemente, da atividade microbiana que, através da mineralização, torna disponível nutrientes às plantas, induzindo melhoria na produtividade.



Foto: José da Cunha Medeiros

Figura 17. Cobertura com palhada de mucuna-preta, Rodelas, BA, 1996.

O cultivo de plantas de cobertura (Figura 18) com alto grau de competitividade reduz a incidência de plantas daninhas (mato), economizando recursos em capinas, além de melhorar e manter as características físicas, químicas e biológicas do solo.

Foto: José da Cunha Medeiros



Figura 18. Mucuna-preta, Rodelas, BA, 1996.

Florestamento e reflorestamento

Áreas muito susceptíveis à erosão e de baixa capacidade de produção devem ser mantidas cobertas com vegetação permanente, de preferência nativa. Isso permite seu uso econômico de forma sustentável e proporciona a conservação da propriedade.

Curvas de nível

Consiste em linhas traçadas na superfície do solo unindo os pontos seguindo-se o nível do terreno em sentido contrário ao escoamento das águas da chuva (Figura 19).

Figura 19. Marcação de curvas de nível com nível de bolha realizada como metodologia de formação e pesquisa participativa para a construção do conhecimento agroecológico no Sertão Alagoano, Água Branca, AL, 03/2019.



Cordões de vegetação ou barreiras vivas

Disposição das culturas em faixas de largura variável, de tal forma que a cada ano se alternem plantas que oferecem pouca proteção com outras que protegem muito bem o solo contra a erosão.

Rotação de culturas

Consiste em plantar alternadamente, numa mesma área, culturas diferentes e que possuam sistemas radiculares diferentes; é importante fazer o plano de rotação de acordo com a aptidão agrícola do solo.

Terraceamento

Trata-se de uma estrutura composta de canal escoadouro e camalhão de terra construído transversalmente à inclinação do terreno (Figuras 20 e 21). Essa estrutura tem a finalidade de reter e infiltrar a água da chuva nas partes em nível, e escoar o excesso de forma vagarosa para os canais escoadouros. Mesmo



Figura 20. Confecção de terraço com arado de discos realizado como metodologia de formação e pesquisa participativa para a construção do conhecimento agroecológico no Sertão do Apodi, Umarizal, RN, 01/2020.



Figura 21. Terraço de base média confeccionado durante práticas metodológicas de formação e pesquisa participativa para a construção do conhecimento agroecológico no Sertão do Apodi, Umarizal, RN, 01/2020.

em pequenas declividades, o ideal é que se façam barramentos em curvas de nível, de forma a proporcionar o controle da erosão, evitando, assim, o arraste do solo para as baixadas ou para fora da área agrícola, o que, muitas vezes, se inicia de forma imperceptível, mas, com o passar do tempo, pode progredir para formação de grandes crateras, as chamadas voçorocas.

Cultivo em faixas

Permite o cultivo em faixas, numa mesma área, de culturas que proporcionam baixa proteção ao solo com aquelas que proporcionam boa proteção contra a erosão (Figuras 22).

Foto: José Carlos Aguiar



Figura 22. Consórcio de algodão com milho em faixas.

Capinas alternadas

Limpa-se uma entrelinha por vez e deixa-se a seguinte, que será controlada na próxima limpa, reduzindo-se o tempo de controle para não permitir a competição com a cultura principal.

Ceifa do mato

Roçagem do mato nas entrelinhas das culturas;

Faixas de bordaduras

Uso de planta de porte baixo, forte enraizamento e baixa capacidade invasiva (Figura 23), nas bordaduras das áreas de cultivo, para evitar a erosão e servir de área de manejo para máquinas e animais de serviço.



Figura 23. Terraceamento com plantio de palma forrageira nas bordas realizado como metodologia de formação e pesquisa participativa na UAP Sertão Sergipano, para a construção do conhecimento agroecológico, Gararu, SE, 03/2019.

Quebra-ventos

É uma barreira vegetal em forma de faixa, onde se plantam árvores de crescimento rápido para proteger as culturas, reduzindo a velocidade do vento e, conseqüentemente, evitando perdas por ressecamento, erosão eólica e/ou acamamento das plantas.

Plantio sem preparo

É parecido com Plantio Direto, sendo que, nesse caso, não tem a palhada cobrindo o solo. Planta-se diretamente sobre os restos culturais da safra anterior, logo após as primeiras chuvas, antes da emergência do mato. As plantas cultivadas terão desenvolvimento mais rápido e, no decorrer do ciclo, procede-se apenas o 'roço'.

Plantio em nível ou plantio contra as águas

Todas as etapas do cultivo são realizadas seguindo-se as curvas de nível, que funcionam como obstáculos à enxurrada, diminuindo sua velocidade. Desta forma, ajudam a reter a erosão e facilitam a infiltração da água no solo (Figura 24).

Figura 24. Área da UAP do Sertão Sergipano após a implantação das práticas conservacionistas como terraceamento, cultivo mínimo e plantio em nível de consórcios ecológicos de algodão com milho, gergelim e palma forrageira, Gararu, SE, 08/2019.



Foto: José Carlos Aguiar

A escolha dessas práticas é feita em função do solo, do ambiente, da situação socioeconômica do produtor e da disponibilidade de material e mão-de-obra de cada propriedade. É de suma importância a manutenção de vegetação à beira de riachos, córregos, rios e áreas de preservação permanentes.

Fertilização dos cultivos agroecológicos

Matéria orgânica

O uso de matéria orgânica está presente nas atividades agrícolas desde os primórdios da agricultura, e sua utilização está ligada, de maneira histórica e diretamente, à fertilidade e produtividade dos solos cultivados.

Antes da agricultura industrial, a adição de matéria orgânica ao solo para aumentar a sua fertilidade era mais rotineira: as famílias agricultoras mantinham os solos altamente fertilizados e obtinham boas colheitas ao mesmo tempo em que fechavam completamente, em suas propriedades, os ciclos de água e nutrientes mediante rotação de cultivos, incorporação de resíduos e restos culturais, compostagem e criação de animais aproveitando a vegetação natural. Esses sistemas mantinham-se em equilíbrio dinâmico e sustentável dentro de uma perfeita integração lavoura-pecuária-floresta ou

caatinga. Observava-se, nesses agroecossistemas, uma perfeita associação entre conservação da potencialidade produtiva e manutenção do ciclo de matéria orgânica.

Com o advento da Revolução Verde, as tecnologias modernas difundidas – monocultivos, variedades melhoradas de alta produção, mecanização, adubos solúveis e agrotóxicos - aumentaram de sobremaneira a produção agrícola, mas causaram uma série de problemas ambientais, principalmente pela perda do equilíbrio dinâmico que existia há milênios entre o homem e a natureza, resultando em aumento de pragas e doenças nas lavouras; poluição do solo, do ar e das águas subterrâneas e superficiais; além de problemas de natureza social como empobrecimento das famílias agricultoras e êxodo rural com consequente inchamento das grandes cidades.

Em solos tropicais, principalmente os do Semiárido, a quantidade e a qualidade da matéria orgânica humificada do horizonte superficial é o principal fator responsável por sua “capacidade de troca de cátions” (CTC), verdadeiro estoque de nutrientes que podem ser liberados lenta e progressivamente às plantas. Além disso, o húmus contribui, como já citado anteriormente, para o aumento da estruturação e da porosidade do solo, da capacidade de retenção de umidade, da quantidade e diversidade dos micro-organismos, além de reduzir a toxidez por metais pesados e os efeitos deletérios do alumínio. Sem falar que o húmus é um dos principais condicionantes do desenvolvimento da estrutura e da estabilidade do solo. A degradação da estrutura incide sobre a distribuição do tamanho de poros, provocando erosão, ou seja, perda de solo.

Não é fácil citar uma receita para aumentar e/ou manter os teores de matéria orgânica do solo. Não obstante, existem algumas práticas básicas que podem ser usadas, por exemplo, a adição de resíduos vegetais e/ou animais ao solo (Figura 25). Os sistemas conservacionistas de manejo constituem-se, no momento, a forma mais barata e eficiente para o incremento e a manutenção dos teores de matéria orgânica. Como exemplo cita-se o Plantio Direto, onde os resíduos dos cultivos anteriores deixados na superfície protegem o solo da ação direta do impacto da chuva (responsável pelo selamento de poros e formação de crostas superficiais), incidem sobre o regime de temperatura e umidade e diminuem o escoamento superficial, que é outra fonte de perda de nutrientes.

Quanto ao conteúdo de nitrogênio do solo, dada a sua estreita correlação com a matéria orgânica, está comprovado que aumenta como incremento desta.



Fotos: José da Cunha Medeiros

Figura 25. Adubação de algodão com esterco de gado bovino, Estação Experimental da Embrapa, Patos, PB, 1986.

Manejo de água

O manejo hídrico em sistemas agroecológicos visa conservar, no solo, a água proveniente das chuvas, de forma a disponibilizá-la às plantas quando necessário. A água é imprescindível para um grande número de operações agrícolas e para as reações que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera durante o ciclo da cultura.

No Semiárido, medidas para o satisfatório armazenamento superficial de água podem não ser efetivas na maioria dos locais e anos. Nesse sentido, vale salientar que as reservas subsuperficiais são dependentes do reabastecimento advindo do regime local de chuvas. Também, por se localizarem no interior da formação rochosa mais comum no Nordeste brasileiro (o cristalino), as águas são, na maioria das vezes, salobras, o que prejudica de sobremaneira a sua absorção pelas plantas além de causar problemas de toxidez às mesmas. Assim, práticas que favoreçam a conservação e a oferta de água às plantas no próprio solo, na simultaneidade dos cultivos agroalimentares com o período chuvoso local, terão maior oportunidade de êxito em atender às necessidades hídricas ao longo do ciclo dos cultivos nas condições climáticas de baixa e irregular precipitação, naturais do Semiárido brasileiro.

Para gerenciar a água das chuvas, principalmente em regiões onde a distribuição pluviométrica é deficiente e irregular, o agricultor precisa, antes de tudo, ter uma visão geral do “caminho das águas” de sua propriedade ou comunidade. O planejamento do manejo hídrico envolve uma série de fatores, que a princípio deve-se ter uma visão geral das paisagens com suas pendentes, seus mananciais e sua vegetação, tanto ao nível de propriedade, como de comunidade e região, conhecendo-se muito bem as áreas planas, os morros, as serras, os rios, os riachos e os pequenos córregos (Figura 26).

Não se pode deixar de pensar, também, na construção de micro e minibacias às margens dos contornos, dos caminhos e das estradas, levando-se em consideração a movimentação de pessoas, animais, veículos e máquinas

que cruzam a área agrícola às margens destes. Esse planejamento possibilitará a conservação do solo, evitando o arraste de partículas pela erosão e a compactação por tráfego na área agrícola. As micro e minibacias, os açudes e os barreiros permitem o acúmulo superficial de água das chuvas e sua redistribuição/infiltração para o solo e o subsolo (alimentação de aquíferos/veias subsuperficiais, ou seja, abaixo dos 40 cm de profundidade do solo).

Assim, o agricultor deve busca maneiras de aplicar práticas conservacionistas na sua propriedade a fim de manter o solo coberto por vegetação e protegido das enxurradas, como também com boa facilidade de infiltração e armazenamento de água. Ademais, deve aplicar, nem que sejam o mínimo possível, práticas conservacionistas não somente na área agrícola selecionada para o plantio, mas também nas áreas limítrofes e, mais além, acima ou abaixo do mapa do caminho das águas local.



Foto: José Rodrigues Pereira

Figura 26. Caminho das águas na Propriedade de “Seu” Humberto (Assentamento Cachoeirinha II, Garuru, SE. Fevereiro de 2019). Visualiza-se os limites, por cercas, entre diferentes propriedades locais e, as pendentes ou pequenos córregos (caminhos) das águas, desembocando em um caminho maior, um rio.

Infiltração de água

O conteúdo hídrico do solo é a resultante do balanço entre a quantidade de água que chega e a que sai. Esse balanço inclui a taxa de infiltração, o escoamento superficial, a ascensão capilar, a drenagem e a evaporação. Do volume de água que cai na superfície e se infiltra no solo, parte atinge o lençol freático e a outra parte é retida pelas partículas, constituindo-se a água disponível para as plantas, de grande importância, pois o processo de nutrição vegetal depende de água disponível para formação da solução do solo, de onde as plantas absorverão os nutrientes necessários para seu pleno desenvolvimento. Parte da água retida no solo é perdida por evaporação e/ou evapotranspiração e, em função da capacidade de infiltração e retenção de água e da intensidade das chuvas, parte pode exceder e ser perdida por escoamento superficial. Dependendo do volume e da velocidade deste escoamento, pode ocorrer o arraste de partículas de solo e insumos nele aplicados, sedimentando em baixadas, lagos e rios, o que afeta gradativamente a capacidade produtiva do solo, reduzindo, entre outros fatores, a sua fertilidade, a capacidade de infiltração e retenção de água. Além disso, eleva a acidez e provoca irregularidades superficiais, o que vem dificultar seu uso agrícola, exigindo mais energia e insumos para a manutenção de sua produtividade.

A capacidade de infiltração e retenção de água no solo é um dos fatores determinantes de sua produtividade e dependem de uma série de propriedades, principalmente da densidade aparente, da porosidade e da distribuição do tamanho dos poros. Estas propriedades, por sua vez, dependem da existência ou não de agregados, de sua estabilidade e do teor de matéria orgânica que, como temos visto, vem sendo afetado pelos diferentes sistemas de manejo do solo.

Captação de água de chuva “*in situ*”

O solo é preparado em forma de sulcos em nível, de forma que toda a água da chuva seja retida e infiltrada. Esta prática pode ser efetuada de duas formas:

- 1) Utilização de aração em faixas (Método Guimarães Duque) (Figura 27): consiste na aração do solo em faixas para formar os sulcos seguidos por camalhões altos e largos, construídos em curvas de nível. Para isso, utiliza-se o arado reversível de três discos, mas retirando-se o disco dianteiro;

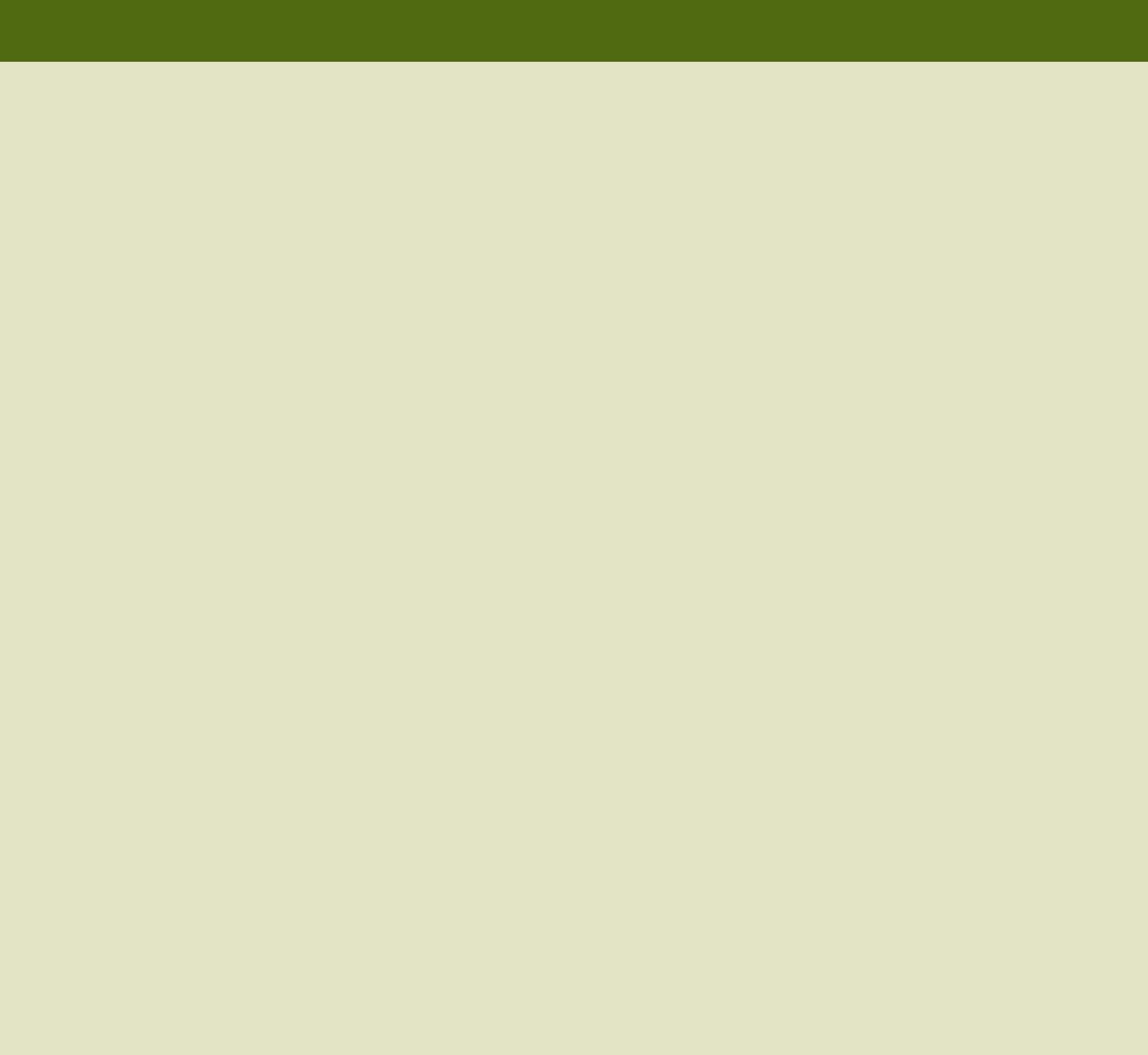


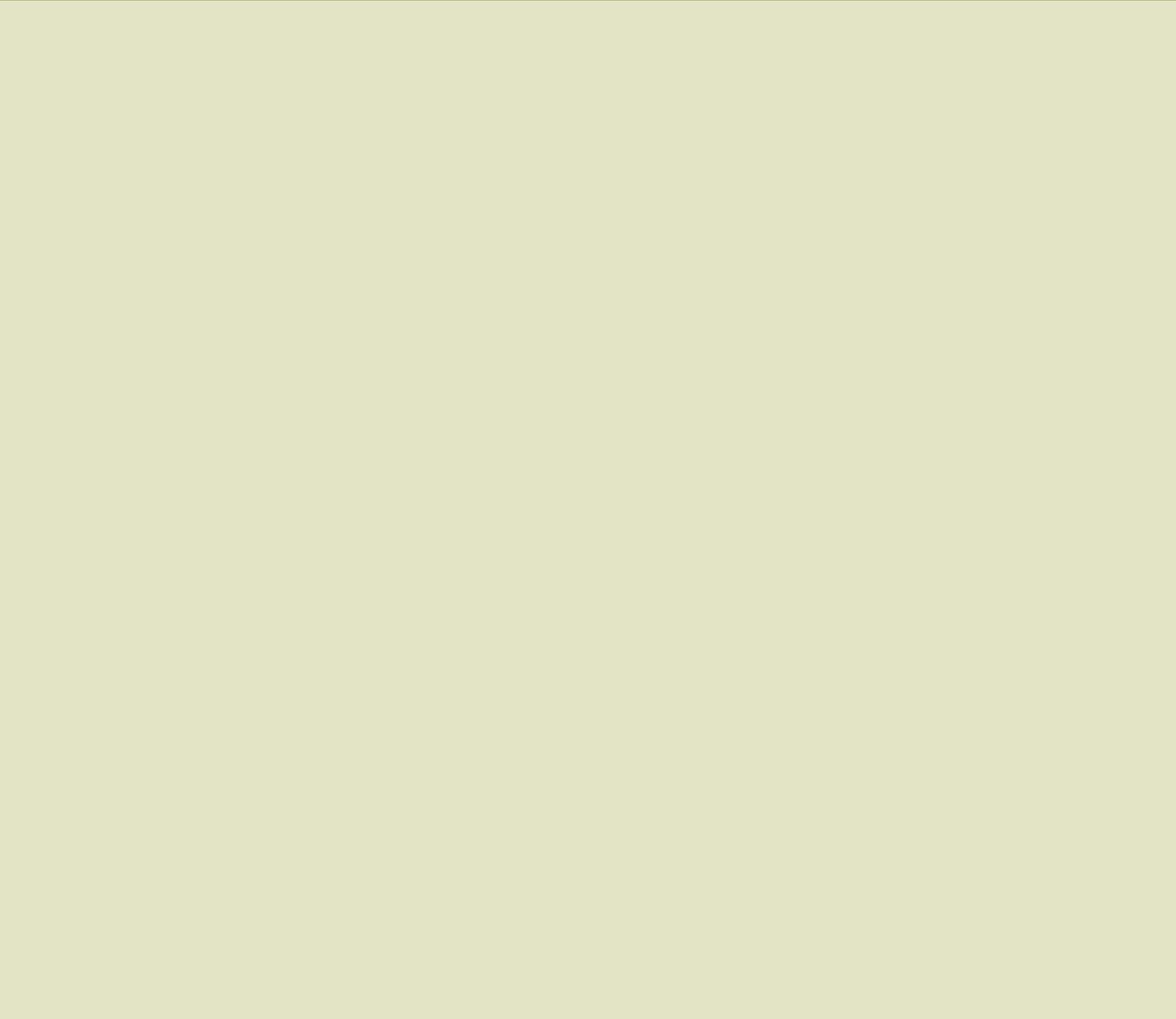
Figura 27. Métodos Guimaraes Duque.

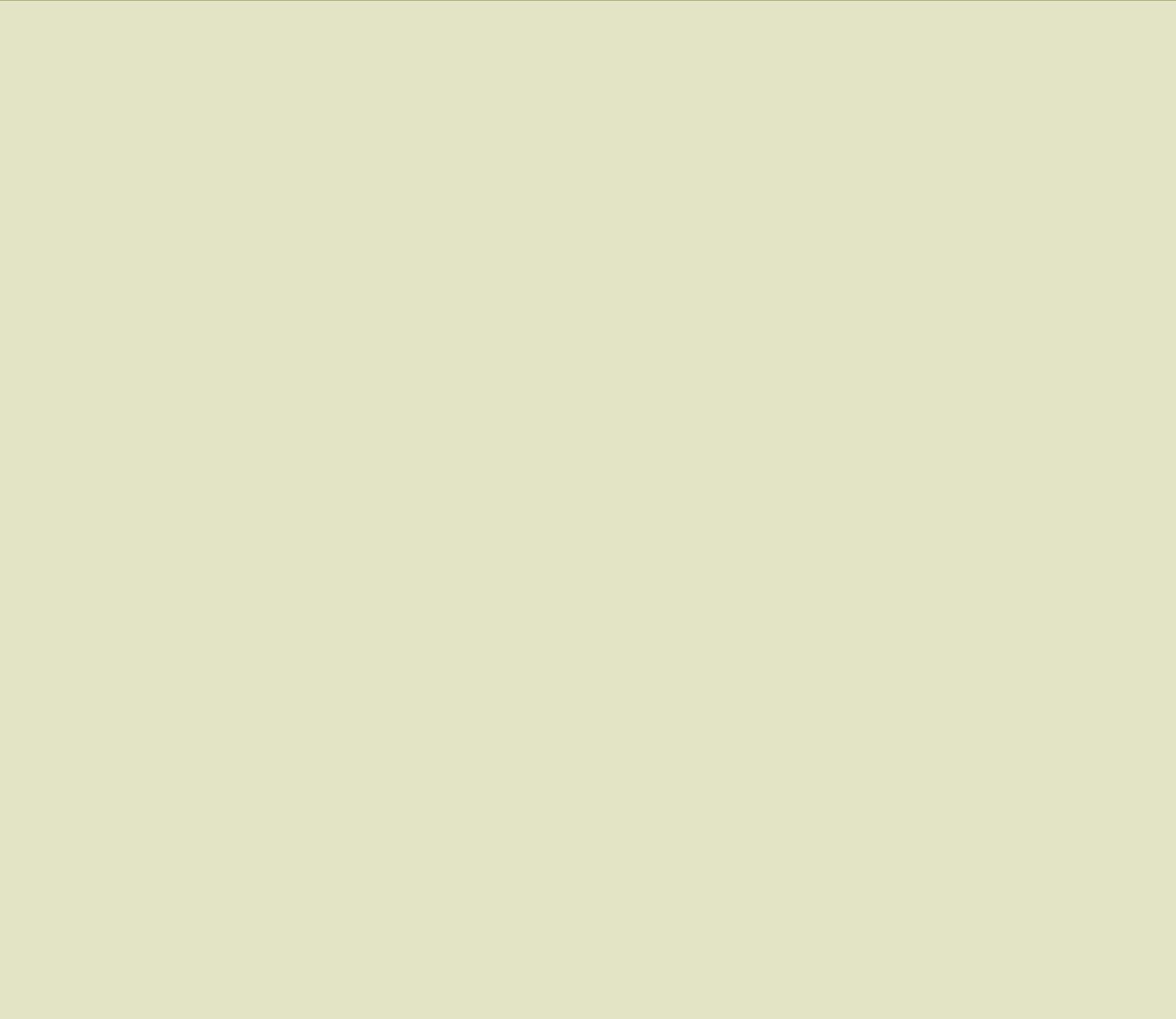
2) Utilização de sulcos barrados (Figura 28): consiste em pequenas barreiras construídas dentro dos sulcos com o objetivo de reduzir o escoamento superficial da água da chuva e promover maior infiltração desta no solo.



Figura 28. Métodos Sulcos barrados.







Embrapa

Algodão

O manejo adequado do solo e da água em uma propriedade agrícola possibilita a sua utilização ao longo do tempo, sendo essencial para que se obtenha uma boa produtividade e para o sucesso do produtor. Para se alcançar isso, é fundamental o conhecimento sobre as técnicas disponíveis existentes, para que haja um bom desempenho nas atividades referentes à lavoura e à pecuária. Nessa busca por uma maior capacidade produtiva aliada à sustentabilidade, propõe-se a presente publicação, onde são apresentadas informações e orientações técnicas, trabalhadas pelos pesquisadores da Embrapa Algodão, técnicos da Diaconia, com produtores da região semiárida nordestina, com base nos conhecimentos gerados até hoje e com ênfase na cultura do algodão agroecológico em consórcios agroalimentares.

Patrocínio

 **Diaconia**
actaliança

Apoio

Instituto C&A

CGPE 017317

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

 **PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL