

ARTIGO 15/2019

CONSERVAÇÃO DO SOLO, BANANICULTURA E SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO

Hebert Teixeira Cândido

Mestrando em Agronomia, programa: Horticultura. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Botucatu, SP.

O SOLO NA AGRICULTURA

O solo pode ser entendido como a camada superficial que recobre a terra e dá suporte a vida, o qual permite o deslocamento dos seres vivos e confere sustentação às plantas, além de fornecer a essas, os elementos essenciais necessários para o seu metabolismo e a água que compõem suas células e transporta esses elementos. Ao contrário do que se pode pensar, que esse “corpo” é algo que sempre existiu e sempre existirá, deve-se enfatizar o longo processo para sua formação, o qual ocorre a partir da deterioração das rochas, sendo elas, ígneas, metamórficas ou sedimentares. Sendo assim, a formação do solo está diretamente ligada ao ciclo das rochas, motivo pelo qual, esse recurso é definido como um recurso não renovável, visto que o tempo necessário para a sua formação é muito superior ao período de vida do homem.

Dessa forma, ao se analisar do ponto de vista agrícola, faz-se extremamente necessário a adoção de práticas agrícolas que auxiliem na conservação desse bem, o qual para o produtor pode ser considerado um capital de extrema importância, e não deve ter seu consumo ‘depreciação’ ignorado, visto que sustentará a fonte de renda de determinada propriedade. Dentre as depreciações que podem ocorrer no solo agrícola, têm-se a perda de sua fertilidade, a qual pode ser impulsionada pela erosão -, processo natural, mas que pode ter sua ação acentuada pelo homem. Quanto a fertilidade do solo, essa não se limita apenas pela sua capacidade em fornecer elementos essenciais às plantas “quimicamente ricos”, mas, será considerada sua capacidade em fornecer as condições necessárias para que essas cresçam e se desenvolvam, de modo a completar seus ciclos.

Para o produtor rural, conhecer os solos de sua propriedade é de fundamental importância, visto que esse conhecimento poderá ajudá-lo a adequar seu manejo conforme as

características de cada tipo de solo. Dentre essas características, têm-se o perfil do solo, o qual é composto por uma sequência de camadas existentes da superfície até o material de origem.



Figura 1. Perfil de um solo pouco desenvolvido em área rural do município de Botucatu. Solo com limitações quanto a retenção de água, mecanização e fixação de plantas, pouco solo disponível para as raízes explorarem em busca de água e nutrientes e fornecerem suporte à planta. Fonte. Autor.

Essas camadas, conhecidas como horizontes, influenciarão em maior ou menor: capacidade de retenção de moléculas de água e adsorção de nutrientes em suas superfícies coloidais, susceptibilidade a erosão, aeração e infiltração de água, dentre outros. Contudo, são nos horizontes superficiais, onde se localiza a grande maioria dos microrganismos dos solos e os bioporos (poros originados por atividades biológicas), e no caso da agricultura, a adição de adubos, fertilizantes e corretivos de acidez.

O SOLO COMO UM RECURSO NÃO RENOVÁVEL

Ao se pensar no longo período necessário para a formação de poucos centímetros de solo, esse deve ser visto pelo produtor como um recurso não renovável -, sem solo - sem agricultura – produtor sem renda! E a sociedade -, sem alimento!

Recordando a origem dos solos a partir da decomposição das rochas, ao contrário do que se imagina, uma rocha exposta sofrerá decomposição mais lenta do que àquela sob uma camada de solo, isto ocorre, pois, o solo é um produto do intemperismo, de modo que a água é de fundamental importância para condicionar a intensidade dos fatores de formação, dentre eles a atividade dos microrganismos e a hidrólise. Uma rocha exposta ao sol, poderá ficar seca rapidamente após a queda de uma chuva o que diminuirá a atividade de íons de H^+ agindo sob

seus minerais, por sua vez, quando essa rocha se encontrar sob uma camada de solo, ter-se-á maior umidade devido a retenção de moléculas de H₂O pelas cargas do solo, assim como, maior concentração de carbono no meio devido a respiração dos organismos vivos ali existentes. Dessa forma, poderá ocorrer maior formação do ácido carbônico (H₂CO₃), o qual apesar de ser considerado um ácido fraco, agindo constantemente, remove a sílica das estruturas dos minerais. Esse processo ocorre, pois, os íons de H⁺ dissociados do ácido carbônico podem se infiltrar nas estruturas dos minerais, e assim, causar um desequilíbrio de cargas, por conseguinte, causar a desestruturação desse mineral -, intemperismo da rocha. Sendo assim, quanto mais solo se perde por processos erosivos, mais lento será seu rejuvenescimento natural. Logo, um sistema de manejo que não considera o consumo de capital (depreciação do solo) é, um sistema produtivo insustentável. Em outras palavras, o sistema produtivo que apresentar taxa de renovação de solo inferior a taxa de perda, ao longo do tempo, se tornará um sistema insustentável.



Figura 2. Relação perda de solo e renovação natural de solos. Fonte: Autor.

Esse processo pode acarretar perda de Segurança Alimentar e Nutricional para muitos povos a nível mundial. Estudos recentes mostram que a erosão promove a perda de cerca 25-40 bilhões de toneladas de solo anualmente, junto com esse solo, perde-se nutrientes e diminui-se a capacidade de retenção de água, por conseguinte, diminui-se significativamente a produtividade da lavoura. Estimativas apontam uma perda de 7,6 milhões de toneladas na produção de cereais por ano devido a erosão, a qual pode chegar a 250 milhões de toneladas de cereais em 2050, caso não sejam tomadas medidas preventivas contra a erosão.



Figura 3. Princípio (estrias na superfície do relevo) de erosão do tipo: deslocamento em massa, no município de Botucatu. Erosão causada pelo acúmulo de água em locais de solo pouco profundo, ou com grande diferença textural entre os horizontes superficiais e subsuperficial. Exemplo, horizontes superficiais com maior presença de areia, a qual proporciona boa drenagem, e horizonte subsuperficial com acúmulo de argila, drenagem mais lenta. Fonte Autor.

Dessa forma, ao se pensar na produção de alimentos e sua relação com o solo, retomam-se dois conceitos que podem ser aplicados a esta discussão – a Lei da conservação da massa, a qual diz que “nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” e o conceito da termodinâmica de sistema aberto, ou volume de controle, o qual envolve o escoamento de massa e energia de um determinado local (sistema), delimitado por uma superfície de controle, para fora desse local. Dessa forma, os alimentos produzidos numa propriedade rural, levam consigo a massa (acúmulo de água e nutrientes em seus tecidos vegetais) e a energia (fótons capturados e utilizados na produção de moléculas orgânicas ‘energia química’). Logo, faz-se necessário diminuir ao máximo as perdas de matéria do sistema, ou seja, diminuir a perda de solo por processos erosivos, melhorar a eficiência no aproveitamento dos recursos disponíveis (água e nutrientes) e buscar maneiras de se adicionar massa ao sistema para suprir sua saída, seja por meio da reciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio, sequestro de carbono, aumento da diversidade de microrganismos, dentre outras.

PROMOÇÃO DA BIODIVERSIDADE E FERTILIDADE DO SOLO

Partindo dos princípios de prevenção e enriquecimento contínuo da fertilidade do solo, os microrganismos desempenham importantes funções para as características física, química e biológica do solo. A partir de atividades contínuas ao longo de mais de dez anos numa área experimental da Universidade de Tóquio, os pesquisadores perceberam que a utilização de cobertura morta pôde contribuir com o incremento na fertilidade do solo. Nesse local, os resíduos vegetais sobre o solo de mata foram transportados para a área experimental e alocados entre as fileiras e canteiros, simulando uma serapilheira. Dentre as contribuições dessa prática, têm-se as melhorias proporcionadas pelos microrganismos na física, química e biologia do solo. A partir da Figura 4, percebe-se que o solo da imagem A se apresenta compactado e com grande presença de microporos, diferentemente da imagem B, no qual parece haver maior equilíbrio entre macros e microporos.

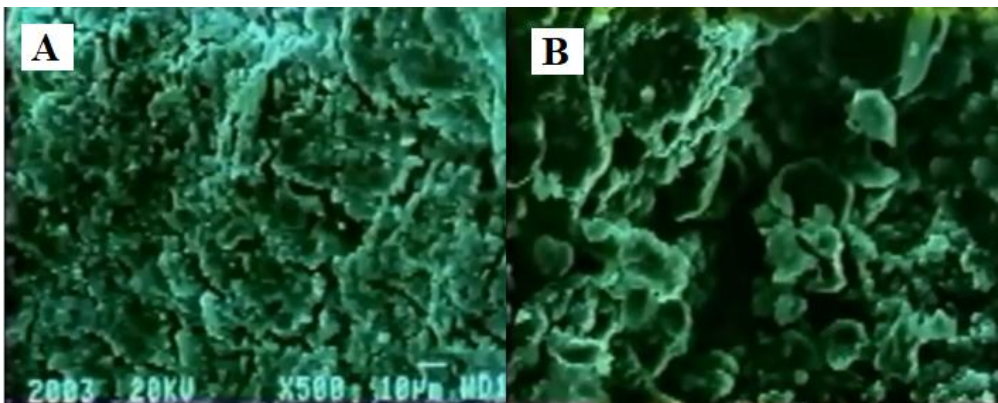


Figura 4. Comparação entre o solo da área experimental antes (A) e após 10 anos (B) do início das práticas de enriquecimento do solo baseando-se principalmente na biologia do solo. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=7ac0FLAUzIc>

Os macros e microporos terão influência direta na infiltração, retenção e ascensão de água no solo, aeração e resistência a penetração das raízes. Em solos com muita microporosidade, as lâminas d'água (pluvial ou irrigação), terão maior dificuldade em infiltrar-se, logo, esse solo se apresentará mais propício ao escoamento superficial, dependendo das características do relevo. Contudo, retém água com muito mais força diminuindo assim a disponibilidade de oxigênio para as raízes, visto que os poros estarão preenchidos com moléculas de água. Por outro lado, em solos com elevado número de macroporos, as águas se infiltrarão e percolarão mais facilmente, no entanto, a ascensão de água capilar será menos representativa, características que poderão resultar em um solo mais seco e, após algum período sem precipitação, as plantas estarão mais suscetíveis ao déficit

hídrico. Dessa forma, o equilíbrio entre macroporos e microporos proporcionados pelos microrganismos é de fundamental importância para a fertilidade do solo.

A estrutura do solo também influenciará sua susceptibilidade a erosão, visto que se correlaciona com a umidade do solo, e essa, com o escoamento superficial, pois quanto mais saturado (úmido) se encontrar o solo, menor será sua capacidade de infiltração e retenção de água.

Essa estruturação das partículas do solo, pode ser promovida por substâncias produzidas pelos microrganismos durante a mineralização da matéria orgânica, por ligação com hifas de fungos e raízes e através de células bacterianas que podem reter essas partículas em sua parede celular por meio de polissacarídeos (carboidratos) excretados como meio de defesa, os quais servirão de adesivo entre células e partículas. Em solos com pouca quantidade de matéria orgânica disponível, os microrganismos do solo poderão utilizar como fonte de energia a matéria orgânica que está sendo utilizada na estruturação do solo, diminuindo a estabilidade de seus agregados. Dessa forma, a disponibilidade de matéria orgânica no solo e o pH (próximo a 6,0 aumenta a atividade das bactérias) possuem alta relação com a estabilidade dos agregados.

Do ponto de vista físico a estruturação do solo também pode ser beneficiada pela disposição da cobertura morta sobre a superfície, visto que essa camada ajuda a dissipar a energia potencial das gotas de chuva e de irrigação sobre os agregados do solo, diminuindo assim o seu efeito destrutivo que poderia pulverizar as argilas e causar entupimento dos poros de drenagem, provocando o selamento superficial. Além dos benefícios citados anteriormente, o uso de cobertura morta auxilia no controle da temperatura e umidade do solo, promovendo assim, maior atividade de microrganismos.

O manejo do solo com o uso de esterco, biofertilizantes, cobertura morta e plantio de cobertura pode fomentar uma maior biodiversidade no solo, fazendo que os diferentes organismos existentes equilibrem entre si suas populações, evitando-se assim a superpopulação de uma única espécie, a qual poderia ser prejudicial ao cultivo de interesse, por exemplo, os nematoides, os quais podem ter suas populações equilibradas por meio de diferentes plantios de cobertura. Esse controle populacional pode ocorrer por meio da produção de antibióticos, competição por alimentos e predatismo.

Ainda quanto a vida no solo, os microrganismos podem auxiliar na disponibilização de nutrientes às plantas, como exemplo, têm-se as micorrizas, as quais vivendo em simbiose com as raízes das plantas atuam como pelos radiculares de modo a aumentar a área superficial de

contato entre raiz e solo, facilitando a absorção de nutrientes, principalmente do fósforo o qual é pouco móvel nos solos tropicais.

BANANICULTURA: IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

Segundo os dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil é o quarto maior produtor de banana (4,8 milhões de toneladas), e o segundo em área colhida, distribuída em mais de 200 mil estabelecimentos rurais. A banana é o fruto mais consumido mundialmente na forma *in natura*. Apresenta grande importância para economias de países em desenvolvimento, principalmente no Sudeste Asiático, África e América Latina. Na África é base alimentar para muitos povos, na América Latina encontram-se alguns dos principais exportadores mundiais, e no Sudeste Asiático, três dos maiores produtores mundiais.

A bananeira é uma planta com sistema radicular superficial, contudo pode ter sua produtividade e qualidade de frutos prejudicadas quando cultivada em solos com profundidades inferiores a 1,0 metro. Em solos de baixa profundidade, ou compactado, as raízes não conseguem fornecer a sustentação necessária pela parte aérea, a qual fica mais suscetível ao tombamento. Outro fator importante para o cultivo é que o local onde o pomar será implantado não apresente lençol freático a menos de um metro de profundidade, visto que esses solos poderão apresentar baixa disponibilidade de oxigênio, o que pode acarretar às raízes: pouca rigidez, cor acinzentada e apodrecimento.

Devido ao seu intenso crescimento vegetativo a bananeira é uma planta que exige alta demanda de nutrientes, dos quais os mais exigidos pela cultura são K, N, Mg (macros) e B, Zn e Co (micros). Contudo, cerca de 66% da fitomassa produzida retorna ao solo.

Quanto a declividade do terreno, recomenda-se locais com inclinação inferior a 8%, pois em locais com declividades superiores, os tratamentos culturais são dificultados, assim como a mecanização e a irrigação, a qual exigirá motobomba de maior potência, o que acarretará maior consumo de energia, logo, maior custo de produção.

MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO EM CULTIVO DE BANANAS

Devido ao seu comportamento perene decorrente da emissão de perfilhos e da exploração comercial do pomar que geralmente é superior a três ciclos, a banana se caracteriza como uma cultura que pouco desagrega o solo. No entanto, seu sistema radicular pouco profundo, a morfologia e posicionamento de suas folhas, densidade de plantio e a rápida decomposição de seus resíduos são características que podem contribuir com elevadas perdas por erosão, a depender das características do solo e do relevo. Os pomares localizados em áreas declivosas deverão ser manejados com práticas de conservação de solo as quais poderão ser adotadas de acordo com o risco de erosão. Dentre essas práticas que poderão ser utilizadas em bananais, têm-se a capina alternada, ceifa do mato, cobertura morta, consórcio de culturas, calagem, adubação verde, terraços, cordão em contorno, plantio em faixas e subsolagem. No entanto, se possível, locais muito declivosos devem ser evitados para a cultura.

A cultura também pode apresentar elevadas perdas de nutrientes por lixiviação e escoamento superficial.

Tabela 1. Estimativa de perda de nutrientes e matéria orgânica devido ao escoamento superficial e lixiviação em cultivo de bananeiras.

Variáveis	Perdas (kg/ha/ano)	Lixiviação	Escoamento superficial	Perdas em relação a adubação
N	219	> 90%	< 10%	55 %
P	1,8	50%	50 %	10 %
K	307	85-95%	5-15 %	50 %
Ca	266	> 90%	< 10%	75 %
Mg	108	> 90%	< 10%	60-70 %
M.O.	125	83-91 %	9-17%	-

Fonte: Godefroy et al., 1970; 1975 apud Souza e Borges, 2000.

Apesar da alta produção de fitomassa, da qual cerca de 66% retorna ao solo, em muitas ocasiões esse material não tem conseguido manter uma cobertura permanente e bem distribuída nos bananais. Nesse ponto, pesquisas têm mostrado que a redução da área coberta e a utilização de plantios em fileiras duplas tem conseguido contribuir com a produção e qualidade dos frutos. A seguir, apresentam-se os resultados para um pomar de bananeira conduzido em fileiras duplas (4m x 2m x 2m) e sob diferentes coberturas vegetais.

Tabela 2. Produção da bananeira sob diferentes coberturas vegetais.

Cobertura vegetal	Massa do fruto (g)	Produtividade (t/ha)
Resíduos da bananeira sem qualquer direcionamento	104,6	14,4
Resíduos da bananeira concentrados no espaçamento estreito	121,3	18,7
Resíduos da bananeira concentrados no espaçamento largo	135,9	22,2
Resíduos da bananeira concentrados no espaçamento estreito + guandu no espaçamento largo	114,3	17,6
Resíduos da bananeira concentrados no espaçamento estreito + feijão-de-porco no espaçamento largo	109,4	20,2

Fonte: Souza e Borges (2000).

ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM CULTIVO DE BANANAS

Apresentou-se a importância do solo para a produção de alimentos, a importância em se preservar o solo devido ao seu longo processo de formação e a contribuição da matéria orgânica para a fertilidade do solo e sua conservação. Agora será apresentada a bananicultura em sistema orgânico de produção, que devido a legislação, lança mão preferencialmente de fontes orgânicas para a nutrição das plantas. Logo, esse sistema pode contribuir com a conservação desse patrimônio. No entanto, apesar de todos os benefícios que foram citados anteriormente, uma exploração agrícola necessita ser produtiva e a fertilidade do solo precisa ser convertida em energia, seja ela para a alimentação do homem e suas criações, ou para a geração de trabalho e eletricidade.

Devido a não permissão de uso de químicos solúveis para a adubação orgânica, faz-se necessário o uso de fontes alternativas de nutrientes, dentre eles as cinzas de madeira e rochas silicáticas moídas, como fonte de K. As leguminosas fixadoras de nitrogênio, por exemplo, feijão-de-porco e, também, os esterco bovinos e de aves e os resíduos agroindustriais como torta de oleaginosas, principalmente de mamona, como fontes de N. Também podem ser empregados o composto orgânico, o biofertilizante e o coquetel (mix de espécies).

Damatto Junior et al. (2006) avaliaram as alterações nas propriedades químicas do solo a partir do uso de composto orgânico na produção de bananeiras Prata-anã. O composto utilizado pelos pesquisadores foi produzido a partir de esterco bovino e serragem de madeira e conferiu aumento nos valores de pH, matéria orgânica, fósforo, cálcio, soma de bases, CTC e saturação por bases do solo. Souza e Borges (2000) também conseguiram promover

resultados positivos na fertilidade do solo (Tabela 3). Segundo Obalum et al. (2017), em solos altamente intemperizados (grande parte dos solos brasileiros), a matéria orgânica do solo é a principal contribuinte para a CTC do solo, essa contribuição ocorre por meio da dissociação de H⁺ dos grupos carboxílicos, que dessa forma, libera cargas negativas (dependentes do pH), nas quais podem se ligar nutrientes como o cálcio, o magnésio e o potássio.

Tabela 3. Resultados de análises de solo aos 18 meses após a implantação de diferentes coberturas vegetais nas entrelinhas do bananal.

Coberturas	K	Ca	Al	SB	CTC	V	M.O
	mg.dm ⁻³	cmol _c . dm ⁻³				%	g.kg ⁻¹
Limpo	44	0,6	1,2	1,0	6,6	15	28,5
Cobertura morta	105	1,7	0,6	2,4	8,0	30	31,8
Feijão-de-porco	51	1,0	1,0	1,6	7,5	21	28,8

Fonte: Souza e Borges (2000).

Flori e Resende (2016) ao estudarem as coberturas vegetais produzidas pelo coquetel vegetal (kudzu tropical, sorgo, mamona, feijão-de-porco, mucuna-preta e milho) e pelo kudzu-tropical conseguiram produtividade média de 24 t no primeiro e segundo ciclo para a cultivar Pacovan. As avaliações foliares realizadas pelos pesquisadores mostrou que não existiu diferença entre as coberturas vegetais no teor nutrientes (Tabela 4), sendo o potássio o nutriente que apresentou maior variação negativa em relação a referência. A produtividade obtida pelos autores apresenta-se quase 10 t acima da produtividade média brasileira, a qual encontra-se em torno de 14,4 t/ha (IBGE, 2017).

Tabela 4. Teor de nutrientes encontrados na 3^a folha de bananeira, cultivar Pacovan, avaliados no 2^o ciclo de plantas cultivadas no sistema orgânico e os valores de referência.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
		g.kg ⁻¹									
Coquetel vegetal											
26,9	2,2	16,9	15,7	3,0	1,21	13,7	11,0	100	30,0	15	214
Kudzu tropical											
25,0	2,1	17,0	18,0	3,1	1,11	12,0	11,0	95	28	20	200
Valores de referência cultivar Pacovan											
22-24	17-19	25-28	6,3-6,7	3,1-3,5	1,7-1,9	13-16	6-7	71-86	31,5-39,8	12-14	_

Fonte: Flori e Resende (2016).

Ribeiro et al. (2013) avaliaram a produção e parâmetros agrônômicos de 6 cultivares de bananas submetidas ao manejo convencional e orgânico (composto orgânico, forrageiras e

fosfato natural). Os pesquisadores não encontraram diferenças na produtividade em nenhuma das cultivares quando manejadas sobre os diferentes sistemas. Contudo, o sistema orgânico promoveu maior produção de fitomassa a qual pode ser utilizada como cobertura morta. Esses resultados mostram que o sistema orgânico pode ser capaz de produzir bananas sem haver perda na produtividade.

Santos et al. (2014) estudando o efeito de doses de biofertilizantes (a base de esterco e a base de soro ‘subproduto da produção de queijo’) sobre bananeiras Nanicão, conseguiram frutos com tamanhos médios que se enquadrariam nas classes 18 (>18 a 22 cm) e 22 (>22 a 26 cm) para os três ciclos avaliados. O calibre (diâmetro) encontrado pelos autores em todos os tratamentos e nos três ciclos avaliados, permitem enquadrar os frutos na categoria Extra, a qual para o grupo Cavendish, delimita diâmetro mínimo de 32 mm segundo a classificação do Programa Brasileiro Para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas.