



APOSTILA 7 - AULA 7

ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas consiste num processo de cultivo a disposição dos produtores rurais para modernizar e aumentar lucratividade da atividade agropecuária.

Apesar de muito antiga a rotação de culturas não tem conseguido aderir grande número de praticantes, principalmente nos países subdesenvolvidos. No Brasil não poderia ser diferente, provavelmente devido à dificuldade de encaixe no plano industrial ou porque as diferenças de uma monocultura para a rotação só é visualizada ao longo dos anos, além das inúmeras variáveis que irão intervir favorecendo ou não essa prática cultural. Por outro lado a rotação de culturas como prática corrente na produção agrícola, tem recebido através do tempo um reconhecimento acentuado do ponto de vista técnico, como um dos meios indispensáveis para o bom desenvolvimento de uma agricultura estável.

A rotação não é simplesmente trocar de cultura de maneira arbitrária, mas deve ser restabelecido um equilíbrio biológico e um equilíbrio dinâmico entre os diversos fatores.

esta prática consiste em um planejamento racional de plantações diversas, alternando a distribuição no terreno em certa ordem e por certo número de anos a prática da rotação objetiva escalonar as diferentes culturas, promover a rotação de herbicidas, melhorar o controle de plantas daninhas, variar a absorção de nutrientes e propiciar a variação radicular. Além de propiciar índices de produtividade mais elevados, a rotação permite melhor distribuição de serviços, da renda (pela venda escalonada) e do risco.

A rotação certa deve seguir certos conceitos, sendo a manutenção do balanço da matéria orgânica do solo um dos mais importantes. Como uma parte da M.O. do solo se decompõe, devemos depositar anualmente pelo menos 10% do total que existe na camada arável do solo.

Podemos definir rotação de culturas da seguinte maneira: é uma prática agrícola que busca alternar em uma mesma área, diferentes culturas sequenciais segundo um plano previamente definido. Segundo DERPSCH é uma sucessão ordenada de diferentes culturas num espaço de tempo, na mesma gleba, desde que uma mesma cultura não seja implantada no mesmo local por um período de pelo menos 2 anos.

PLANEJAMENTO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS

Os sistemas desenvolvidos pelo IAPAR nos últimos anos, tiveram confirmação e aceitação na aplicação prática e que demonstraram acima de tudo serem interessantes do ponto de vista econômico, deverão no futuro favorecer uma reorientação da agricultura em favor dela e contra a monocultura.

Para a planificação da rotação de culturas, são adequadas as culturas que comprovadamente desenvolvem um efeito residual positivo e que não provocam gastos adicionais com máquinas.

O progresso técnico-científico, em especial nas áreas de biologia, química e organização da empresa, bem como a mudança sócio-econômica e ecológica das condições



estruturais exigem um constante reexame e adequação das rotações de cultura já desenvolvidas.

Os seguintes fatores influem, em geral, sobre a escolha de certas culturas pelo agricultor:

Fatores inerentes à localização:

localização da propriedade e ecologia (clima, solo, topografia, plantas daninhas, doenças, pragas e etc) bem como período vegetativo, potencial e constância de produção das culturas.

distância do mercado e facilidade de transporte

Fatores técnicos:

possibilidades de mecanização
disponibilidade de semente
inclusão de pecuária e produção de forragem
intensidade de pesquisa e assistência técnica
capacidade de gerenciamento e conhecimento técnico

Fatores sócio-econômico e rentabilidade

mercado, facilidades de comercialização, oscilações de mercado e demanda
preço pago ao agricultor pelo produto
incentivos e subsídio ao plantio
desestímulo ao cultivo (impostos elevados ou leis específicas)
custos dos insumos e implementos
disponibilidade e custo da energia
tamanho da propriedade e fatores organizacionais do trabalho
disponibilidade e capacidade de armazenamento do produto final
necessidade, disponibilidade e custo da mão de obra
disponibilidade de insumos financeiros
disponibilidade e custo de capital
riscos de produção e possibilidades de seguro contra perdas parciais ou totais da safra

ESCOLHA DO SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

A escolha da cobertura vegetal do solo, quer como adubo verde, quer como cobertura morta, deve ser feita no sentido da produção de grande quantidade de biomassa. Além disso, deve-se dar preferência para plantas fixadoras de nitrogênio, com sistema radicular profundo ou abundante, promotoras de reciclagem de nutrientes, capazes de se nutrir com os fertilizantes residuais das culturas comerciais que não sejam hospedeiras de praga, doenças e nematóides ou apresentam efeito alelopático para as culturas comerciais.

A multiplicidade de plantas explora o solo de maneira diferente e enriquece-o igualmente com substâncias orgânicas, possibilitando assim uma microvida diversificada.



A menor modificação introduzida neste ecossistema natural acarreta a modificação de todos os seus fatores.

Nossas culturas modificam o ambiente de uma maneira toda particular por sua seletividade na absorção dos nutrientes, suas excreções radiculares e sua microvida toda característica da rizosfera, seu efeito sobre o PH do solo, a absorção transpiração da água e o retorno dos restos vegetais. E, com isso, cada cultura cria seu meio ambiente com sua micro e mesovida de modo que cada plantio agrícola não é somente composto de plantas diferentes, é um ecossistema diferente.

Cada ecossistema diferente introduzido no solo equivale a uma revolução, que pode beneficiar ou prejudicar um outro ecossistema, pertencente a outra cultura(então a rotação de culturas deve ser feita conscientemente. A rotação de culturas contribui não só para a manutenção da bioestrutura do solo, mas também para a sanidade vegetal que se beneficia das condições mais saudáveis no solo, como: arejamento adequado conservação melhor da água disponível, micro e mesovida heterótrofa etc. Além disso é uma medida poderosa no combate a erosão e ao deflúvio da água pluvial (quanto maior a infiltração da água menor será o deflúvio ou escorrimento)

Diante disso tudo temos a monocultura como um ecossistema muito unilateral pois decresce a bioestrutura do solo, formam-se os "PANS", as colheitas baixam. Ocorre uma aridização ou estepização aparente inexplicável, isso é válido para monoculturas manejadas segundo conceitos antieconômicos. A monocultura cria suas invasoras próprias, pois as chamadas invasoras nada mais são da que **ecótipos**, ou seja, plantas cujas necessidades se identificam perfeitamente com as condições encontradas ecossistema.

QUADRO COMPARATIVO DE VANTAGENS E DESVANTAGENS DE MONOCULTURA E ROTAÇÃO DE CULTURAS

MONOCULTURA vantagens

planejamento mais fácil
menos capital investido

mecanização mais fácil
mão-de-obra mais fácil de especializar e, portanto mais eficiente; somente um pico de trabalho
comercialização mais fácil
créditos mais fáceis

DESVANTAGENS

extremamente dependente do clima
depaupera o solo, perde-se a produtividade
exige épocas de abandono para descanso
induz pestes e pragas

ROTAÇÃO desvantagens

planejamento mais difícil
mais capital investido, especialmente em máquinas

às vezes mecanização mais difícil
depende muito de um bom feitor que dirige os trabalhos. Vários picos de trabalho
comercialização, as vezes mais difícil
dificuldade de créditos para culturas de menor expressão econômica

VANTAGENS

menos dependente do clima
conserva as propriedades do solo e mantém a produtividade
não necessita de descanso
controla pestes e pragas



declínio gradativo do rendimento	mantém até aumenta o rendimento
provoca ervas invasoras persistentes	controla as ervas daninhas
extremamente depende do preço de mercado	menos dependente das oscilações de mercado
sujeita a crises econômicas	mais estável a crises econômicas
dependência forte do mercado	pouca dependência do mercado
torna o país dependente de importação de alimentos	torna o país auto-suficiente
dedica-se à produção de culturas comerciais não alimentando o povo	evita a fome e trás prosperidade geral
torna a economia nacional dependente dos compradores estrangeiros	torna a economia nacional independente
	é a base de qualquer progresso sólido e duradouro

OS PRINCÍPIOS DA ROTAÇÃO

A rotação deve ser organizada conforme a ação da cultura sobre a estrutura do solo e da cultura subsequente.

- O EFEITO DO CULTIVO SOBRE A BIOESTRUTURA

GORBING (1944), KOHLER (1951), RUSSEL (1950) SEKERA (1953), PRIMAVESI (1953) FRANS (1960), e, dai por diante todos os ecólogos do solo constataram a perda de porosidade, a decadência dos grumos estáveis à água, a formação de crostas superficiais e adensamento subsuperficiais pelo cultivo. Diante disso a questão a ser levantada não é se o cultivo destrói a bioestrutura do solo e com isso a base para uma produção agrícola abundante, mas como evitar que esta destruição ocorra.

este problema não é novo pois os Romanos tinham leis que obrigavam à utilização de adubação verde, rotação de culturas calagem e leguminosas para não perder a fertilidade do solo. assim como as deficiências químicas, as deficiências físicas do solo também prejudicam as culturas, pois impedem o desenvolvimento radicular restringindo o volume de solo do qual se podem absorver nutrientes; que um regime hídrico comprometido impossibilita a solubilização dos nutrientes; e que uma deficiência de oxigênio diminui grandemente a eficiência do metabolismo dos nutrientes. Uma deficiência física do solo afeta a nutrição vegetal do mesmo modo que a química. Na primeira os nutrientes não existem em quantidade suficiente no solo, na segunda, embora existentes, não podem ser absorvidos e metabolizados de maneira suficiente.

No momento em que se inicia o cultivo de um solo nativo, seja ele de floresta ou de pastagem, inicia-se a decadência de sua bioestrutura, tanto pela decomposição da matéria orgânica, como pelo empobrecimento em cátions (Ca, Mg) e ânions (p) e pela exposição do solo ao impacto das chuvas. Exige-se, pois, um manejo que proteja a bioestrutura. Em solo sem uma estrutura grumosa e ativa na superfície, estável à água, não há resposta satisfatória à adubação química. Com a diminuição da fração orgânica decomponível, diminui a quantidade de grumos estáveis à água e aumenta a densidade aparente do solo. Segundo SCHEFFER



(1956), um solo arenoso deve ter, no mínimo, 23% de agregados maiores que 0,5 mm, estáveis à água, e um solo argiloso 43%, sendo seu ótimo 63%.

Com a decadência da bioestrutura diminui a produtividade do solo.

Porém, a presença de matéria orgânica por si não promove a agregação do solo, nem melhora a estabilidade dos agregados à água. O que se necessita são os produtos intermediários de decomposição. Portanto, é de supor que estrume de curral bem curtido e semi-humificado dará menor efeito agregante que palha de arroz, trigo ou milho em decomposição.

Terra de cultura apresenta-se geralmente com uma crosta superficial, que varia entre 0,5 e 3 cm de espessura, uma camada solta até 6 a 8 cm de profundidade e uma laje adensada a partir de 8 cm até 25 a 30 cm de profundidade, conforme a profundidade da aração e a textura do solo.

EFEITO DA CULTURA SOBRE A BIOESTRUTURA DO SOLO

a) A cultura pode ser exigente, necessitando de uma estrutura grumosa boa, sem, porém, contribuir para a manutenção, como ocorre com algodão, trigo, cana-de-açúcar ou feijão-de-fomento.

b) Ela pode ser modesta em relação à bioestrutura, podendo desenvolver-se bem em solos com densidade maior, mas não contribui para a melhora da bioestrutura, ao contrário, desgasta-a, como ocorre com o milho, sorgo, mandioca, etc.

Mas também existem culturas modestas que mantêm o “status” como, por exemplo, o centeio.

c) Ela pode ser recuperadora, contribuindo para a recuperação dos agregados e grumos do solo. Aqui se incluem quase todas as gramíneas forrageiras de porte pequeno e parte das leguminosas, como guandu, serradela, kudzu, etc.

O efeito depende sempre do sistema radicular da planta, de modo que, por exemplo, a alfafa não é melhoradora, por desenvolver a maioria de suas raízes em profundidade considerável do solo, compactando-se a superfície.

A maioria das leguminosas não somente age sobre a estrutura do solo mas também sobre seu enriquecimento em nitrogênio.

Capins de porte alto, como colônia, elefante ou napier, geralmente não conseguem cobrir todo o solo, permitindo sua degradação. As gramíneas de porte pequeno normalmente contribuem de maneira eficaz para o restabelecimento da bioestrutura devido às excreções de ácidos poliurônicos, bem como pela quantidade de muito grande de radículas. Mas, somente aquelas com raízes de vida curta, renovando-se constantemente, contribuem para a formação de grumos.

Plantas com raízes semiperenes, como a barba-de-bode, não contribuem para melhorar agregação do solo.

Seja chamada a atenção que em pastejos permanentes a terra quase decai como em campos agrícolas. O melhoramento mais substancial ocorre em cultivos de forrageiras ceifadas ou fenadas.

O valor de muitas leguminosas reside no fato de crescerem rapidamente, enraizando as camadas rompidas pelo subsolador e protegendo a superfície do solo com uma folhagem densa, como mucuna, kudzu, lab-lab e outras.



AS EXIGÊNCIAS EM NUTRIENTES E A EXPLORAÇÃO DO SOLO

Nutrientes das plantas

Uma discussão breve dos elementos nutritivos necessários para o crescimento da planta é necessária para entender o papel dos adubos materiais que encerram tais elementos nutritivos na produção de alimentos para o homem e para o gado e de matérias primas outras para a indústria. Do ar e da água as plantas retiram o carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H). O carbono é absorvido principalmente através das folhas de forma de gás carbônico (CO_2), mas pequenas porções de bicarbonato (HCO_3) são retiradas do solo pelas raízes. Como 50 por cento do material seco do vegetal é carbono, a sua importância é óbvia. O carbono ajuda a produção das paredes celulares; é parte essencial dos carboidratos (açúcares, amido, celulose, pectinas) sendo também usado na elaboração de proteínas, gorduras, ácidos e outros compostos orgânicos, de 70 a 90 por cento do peso da planta antes da secagem é constituído de água; o oxigênio perfaz 90 por cento dela; o oxigênio entra na composição dos carboidratos, proteínas e gorduras, é necessário para o processo biológico de produção e liberação de energia; no sistema radicular é necessário para absorção de nutrientes. O hidrogênio que vem da água se combina com o gás carbônico para formar numerosos compostos orgânicos.

Do solo as plantas retiram quantidades relativamente grandes de nitrogênio ou azoto (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). O boro (B), o ferro (Fe), o manganês (Mn), o zinco (Zn), o cobre (Cu), o molibdênio (Mo) e o cloro (Cl), elementos retirados do solo em proporções muito menores mas também essenciais para a vida vegetal são classificados como macronutrientes. Cada um desses elementos desempenha na planta funções determinadas.

Podemos definir “adubo” ou fertilizantes como qualquer material que, melhorando as condições físicas ou biológicas do solo, concorre para o aumento das colheitas. A enciclopédia Britânica (edição 1949) define adubo como qualquer material que aumenta a produtividade do solo.

Em vista o que foi dito torna-se claro que os fertilizantes devem encerrar pelo menos um dos nutrientes que as plantas normalmente retiram do terreno.

Há materiais que, embora concorram para aumentar as colheitas não o fazem por servir diretamente como alimento das culturas - embora possam também desempenhar tal função; melhoram o meio em que as plantas vivem modificando-o e permitindo-lhes assim um maior desenvolvimento, garantia de maior produção. São chamados “corretivos”. Não há, porém distinção rigorosa entre corretivo e adubo.

“Condicionador” ou “melhorado” é qualquer produto, geralmente orgânico, natural ou sintético, que melhora as propriedades físicas do solo, sem contribuir obrigatoriamente com alimentos minerais necessários à vida da planta.



Lei de restituição

Devemos baseando-se nesta lei, incorporar ao solo aquilo que foi retirado pelas colheitas. Tem imperfeições porque nunca sabemos exatamente a quantidade de elementos retirados do solo, pois há perdas por drenagem, etc.

Lei dos adiantamentos

Devemos colocar adubos no solo em quantidades maiores, para que haja nos anos posteriores resíduos dos adubos anteriormente empregados.

Lei do mínimo

Não adianta haver abundância de elementos nutritivos se há falta de um deles, o qual limita a produção.

Leis dos Acréscimos decrescentes

Indica que há um limite de produção ligado a um fator qualquer. Diminui a produção quando há acréscimo de adubo.

Considerações

O espectro de nutrientes absorvidos pela planta é específico não somente à espécie mais também à variedade. Há plantas que exigem e absorvem grandes quantidades de potássio, como algodão, feijão, fumo, milho, sorgo, batatinha, alfafa e mandioca. Uma rotação que inclui duas destas culturas é prejudicada porque acarreta um esgotamento unilateral de potássio. Assim, por exemplo, uma vez que a potência radicular do sorgo é muito maior, conseguindo mobilizar o potássio onde o algodão não o consegue mais.

Outro exemplo: tanto no linho como na alfafa e mandioca são exigentes em boro, um micronutriente. Numa rotação linho-alfafa iriam prejudicar-se mutuamente.

Exige-se que as culturas de rodízio tenham exigências nutricionais diferentes, como, por exemplo, milho e soja. Porém, é importante que o pH às culturas seja idêntico. Um rodízio onde uma cultura exige calagens elevadas e outra tolera solos ácidos, como no caso de soja-trigo, tem de prejudicar a cultura acidófila, neste caso o trigo. Por outro lado espera-se uma exploração adequada dos adubos. A cultura má aproveitadora de adubos deve ir na frente recebendo a adubação maior, como, por exemplo, trigo, algodão, fumo e feijão. As culturas com maior potencial radicular aproveitam os restos da primeira, como milho, sorgo, batata-doce, soja, amendoim, etc. Estas culturas deixam o solo pobre e em estado físico regular a mau e exigem, portanto, alguma cultura que recupere o solo, mobilizando nutrientes fixados e melhorando a bioestrutura, como, por exemplo, leguminosas forrageiras, que em parte mobilizam o fósforo e fixam nitrogênio. Cereais empobrecem o solo, gramíneas forrageiras o enriquecem.



Quanto mais caros os adubos tanto mais importante uma economia radical dos nutrientes do solo!

O EFEITO DAS EXCREÇÕES RADICULARES

Cada espécie vegetal e cada variedade possui excreções radiculares que lhe são próprias. Estas servem:

a) para “afugentar” raízes de outras plantas, por serem tóxicas para elas. Defendem com isso seu espaço radicular contra a invasão por outras raízes.

Raízes com exigências semelhantes não se toleram mutuamente por também excretam substâncias parecidas que lhe são hostis. Assim, muitas plantas de cultura são auto-intolerantes, suportando mal a monocultura, prejudicando-se pelas excreções deixadas no solo pela colheita precedente de semelhante. Por exemplo, ervilhaca, feijão, linho, etc. São auto-intolerantes.

Quanto anos de monocultura o solo suporta depende de seu poder tampão. em solos argilosos e com teor adequado de matéria orgânica, o decréscimo do rendimento pela monocultura pode ocorrer após anos de cultivo, enquanto em solos arenosos, pobres em matéria orgânica, o defeito desfavorável da monocultura pode aparecer no segundo ano.

As excreções radiculares deixados no solo não o enriquecem somente em diversas substâncias, mas modificam seu potencial enzimático, de modo que as condições podem tornar-se favoráveis ou desfavoráveis não somente para outra cultura mas igualmente para as sementes e sua germinação.

Sabe-se que existem sementes que podem sobreviver no solo durante muitos e muitos anos sem poder germinar, simplesmente por serem as condições hostis a seu desenvolvimento de modo que o nascimento das plantas não somente dependem do poder germinativo e da força germinativa das sementes, mas também das condições do solo. Assim, um ensaio de germinação de trigo em solo da rizosfera de diversas culturas mostrou diferenças estatisticamente insignificativas em relação ao testemunho (germinação em placa ou areia) sendo o trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum*) o mais desfavorável para o trigo enquanto o Lab-Lab (*Dolichus lab-lab*) era o mais favorável.

O efeito radicular perdura também na cultura. Assim, raiz alguma entra em espaço de solo tomado por congêneres. Portanto, solo de monocultura sempre é mal enraizado dando margem à erosão. Em culturas mistas ou intercaladas o enraizamento pode ser perfeito, se as espécies de plantas combinarem. Espécies diversas podem enraizar o mesmo espaço de solo, por terem exigências nutricionais diferentes e excreções radiculares diferentes, que até podem ser absorvidas diretamente pela outra espécie, contribuindo assim para seu desenvolvimento melhor, como ocorre, por exemplo, no milho e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) ou milho e guandu (*Cajanus indicus*).

CORRELAÇÃO ENTRE AS CULTURAS

fator	exigentes	modestas	recuperadoras
estrutura	trigo cana	milho	c. gordura
	cevada juta	sorgo	festuca
	algodão fumo	arroz	pangola



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
 DEPT. FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
 DISCIPLINA AGRICULTURA GERAL (AF001)
 PROFS. OSWALDO TERUYO IDO E RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA
 MONITORA ANA SELENA FERNÁNDEZ LUCIUS

	linho	ervilha	centeio	feijão-miúdo	
	feijão	batatinha	aveia	guandu	
			amendoim	batata-doce	
		exigentes	aproveitadoras	esgotantes	mobilizadoras
nutrientes	trigo		milho	sorgo	feijão-miúdo
	cevada		amendoim	tremoço	kudzu
	algodão		soja	mourisco	guandu
	cana-de-açúcar		ervilha	mandioca	centrosema
	feijão		centeio	mileto	etc.
	sofrem dos mesmos		aumentam	neutros	e diminuem
	fungos patógenos		nematóides no solo	nematóides	nematóides no solo
.pestes e pragas	trigo		feijão	fumo	milho
	cevada		trevos aveia	soja	alfafa
	ervilha		batatinha		pangola
			papoula		centeio
			crucíferas		
			<i>Canabis sat.</i>		
		exigentes	modestas	esgotantes	
água	batatinha		trigo	sorgo	
	milho		aveia	alfafa	
	algodão		cevada	girassol	
	arroz		centeio	alguns miletos	
	forrageiras				
	beneficiam-se		toleram-se	prejudicam-se	intolerantes consigo
Excreções	soja - fumo		soja - milho	soja - aveia	feijão
radiculares	guandu - milho		soja - trigo	soja - amendoim	ervilha
	guandu - algodão		trigo - trigo	mandioca - milho	linho
	fumo - cana		trigo - sorgo	trigo - linho	aveia
	crotalaria - cana		milho - milho	mourisco - trigo	trevo-verm.
	festuca - batatinha		arroz - arroz	linho - girassol	kenaf
			cevada - trevo	linho - ervilha	
				cevada - trigo	

Obs: Deve-se ter cuidado quando cereais de grãos miúdos (arroz, trigo) seguem a fixadoras de nitrogênio. (Compilado por **Primavesi**)

A permanência no campo de uma monocultura não depende somente das excreções radiculares e da microvida selecionada mas, igualmente, das ervas invasoras.

A permanência no campo de uma monocultura não depende somente das excreções radiculares e da microvida selecionada mas igualmente, das ervas invasoras induzidas pela cultura, e que, após alguns anos, se tornam dominantes. A persistência de uma determinada espécie de invasoras deve-se ao esgotamento unilateral de alguns nutrientes e ao acúmulo de outros, às excreções radiculares, que em parte podem aproveitar diretamente, e à bioestrutura do solo. Assim, guanxuma é o sinal típico se solos muito adensados. E a papoula no centeio é lendária na Europa, ocorrendo em consequências da absorção reduzida de cálcio pela cultura.

Entre nós o trigo sempre beneficia o nabisco (*Raphanus raphanistrum*) por esgotar o solo unilateralmente em boro e manganês. O arroz “cria”capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*), que é pouco sensível à toxidez do ferro e do gás sulfídrico, suportando o anaerobismo do solo. Cana-de açúcar é facilmente invadida por *Brachiaria plantaginea*, o capim-mar.....melada, e centrosema cria as condições para capim-pangola. Devemos tomar cada invasora como “planta indicadora”de uma condição específica do solo criada pela monocultura. O combate



mecânico ou químico da invasora não a elimina definitivamente por manter as condições que a provocarem e que ela “indica”.

O combate eficaz de ervas invasoras somente se faz pela modificação das condições criadas pela monocultura, sejam elas no setor físico, químico ou biológico. Plantas nativas são muito sensíveis a isso, e portanto, se tornam de fácil combate, ou desaparecem simplesmente como o nabisco do trigo adubado com boro e manganês.

A rotação de culturas é uma das melhores medidas para combater invasoras persistentes.

Segundo as excreções radiculares, as culturas podem beneficiar-se como soja ao fumo, podem tolerar-se, como soja ao trigo, ou podem prejudicar-se como soja à aveia. Os benefícios de uma cultura por outra derivam do fato de que pode utilizar diretamente suas excreções radiculares como, por exemplo, aminoácidos.

ESGOTAMENTO DO SOLO EM ÁGUA

existem culturas altamente esgotadoras de água do solo e são muito perigosas pois podem “drenar” o solo a altas profundidades. Dentre elas estão o sorgo, girassol e alfafa cujos solos podem levar três anos para recuperar seu poder produtivo.

Esta situação é muito agravada em zonas semi-áridas, em regiões com camadas adensadas e regiões sujeitas a veranicos.

“PESTES E PRAGAS CRIADAS PELA CULTURA

Cada planta cria uma microflora toda específica para decompor as suas excreções radiculares e a matéria orgânica que devolve ao solo. Essa microflora irá causar um beneficiamento unilateral de uma determinada espécie de micro e meso que irá proliferar até ao nível de parasita ou em outro caso, permite a multiplicação de patógenos aos quais faltaram os inimigos. Contudo esses parasitas e patógenos são necessariamente praga ou peste. desta maneira elimina-se todo o mecanismo de controle automático do solo.

Normalmente, a luta pela sobrevivência é dura. As chances de nascer são poucas, porque muitos devoram os ovos de outra espécie. As possibilidades de se tornarem numerosos são mínimas, por serem numerosos os predadores de larvinhas, a grande quantidade de tóxicos que impedem a absorção de alimentos, ou de enzimas. Morrer de velho é quase impossível porque não somente predadores mas até mesmo canibais, como o nematóide Mononchus palpatus que, diariamente pode comer até 83 larvinhas do nematóide Heterodera.

A modificação do ambiente equivale, portanto modificação do seu equilíbrio.

No solo normal, nativo, há muitas espécies e cada uma com poucos indivíduos por ser grande a pressão-interespécie.

Mas, nos solos extremos, e o agrícola com sua monocultura é considerado como tal, há poucas espécies, existindo muitos indivíduos de cada uma, porque a pressão interespecífica aí é fraca. As espécies beneficiadas, em geral, completamente inexpressivas no sistema anterior, agora são “criadas” pelo homem, embora inconscientemente. E são geralmente animais que conseguem superar todas as dificuldades causadas pela monocultura e a compactação.

Pela monocultura criam-se os parasitas que a aniquilam. É um erro considerarmos cada patógeno e cada como um ser isolado, e combater-lo como tal. Na verdade, não existem seres isolados, existem somente comunidades, a qual, pode ser alterada pela modificação de

qualquer um dos fatores do meio ambiente. O que existe no solo são equilíbrios dinâmicos que quando alterados só fazem aumentar o problema.

A rotação de culturas, acompanhada da incorporação de palhada na superfície, modifica rapidamente a fauna do solo, reduzindo pragas eliminando situações extremas. Além de se influir sobre a fauna, ****é importante saber que não há doença vegetal sem antes ocorrer deficiência mineral****, o cálcio, potássio, e o fósforo são os elementos que mais influem sobre a sanidade das plantas e desenvolvimento da fauna terrícola variada, através das exscreções variadas das diferentes plantas introduzidas na área. Como é desejável uma recolonização variada, o mais rápido possível, dos solos agrícolas, é importante. e deixar faixas de vegetação nativa entre os campos, como refúgio de comunidades silvestres de macro e mesofauna, a fim de manter a sanidade dos campos.

O uso de culturas de diferentes suscetibilidade a moléstias é um dos métodos mais antigos e eficientes de diminuir a infestação por patógenos.

Dois fatores são responsáveis por isto

1)há uma competição dos patógenos com outros microrganismos do solo no período em que a cultura sensível aos mesmos não é estabelecida e,

2)diminui o numero de esporos que são disseminados pelo vento, baixando a densidade de inóculo.

RENDIMENTO DO MILHO E DA SOJA SOB ROTAÇÃO DE CULTURAS

Depois do cultivo de soja e tremoço e sem adubação nitrogenada houve considerável aumento no rendimento do milho quando comparado com a monocultura e pousio de inverno.

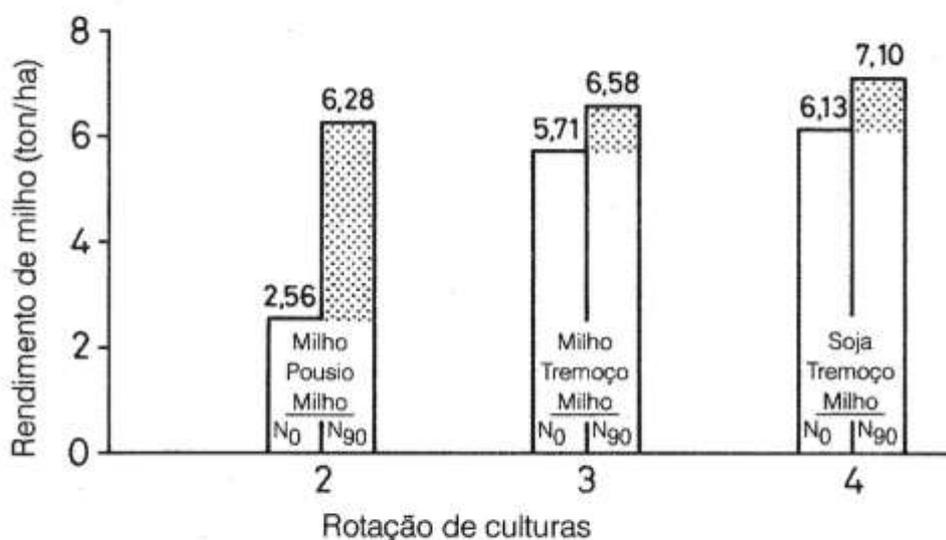
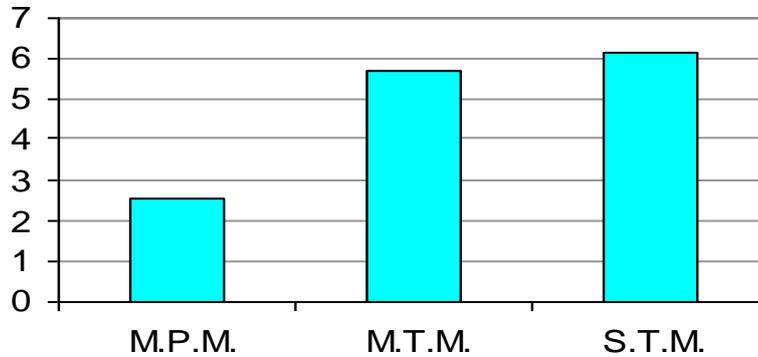


Fig. 7.1: Rendimento de milho em três rotações de culturas e dois níveis de adubação nitrogenada. (Média de três sistemas de preparo de solo e das colheitas de 1983 e 1985)



R.M ton/ha



R-rendimento
M-milho
T-trreçoço
P-pousio
S-soja

Com a soja são alcançados mais altos do que na monocultura através da rotação com milho. MUZILI (1981) obteve, num experimento de vários anos de duração em Londrina e Caranbei um acréscimo no rendimento de 0,33 ton./ha com a rotação das culturas de soja, trigo e milho (2,56 t/ha)

MODELOS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

Um dos pontos que não pode ser esquecido em plano de rotação de cultura, é a ordem da suscetibilidade das culturas e um bom manejo de cobertura de inverno, para que esta venha trazer efeitos benéficos a cultura que for instalada posteriormente.

Para que um plano de rotação de certo o agricultor deve se planejar antecipadamente dividindo sua propriedade em glébas, escolher para cada gléba uma cobertura e ter em mente se a mesma será utilizada para semente, ou para adubação verde. Desta forma, o agricultor terá como seqüência a programação para cada gléba, onde cada espécie é um elo de uma cadeia de atitudes a serem formadas.



ESQUEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS

ANO	ESTAÇÃO	GLEBA 1	GLEBA 2	GLEBA 3
1	VERÃO	soja	soja	milho
	INVERNO	tremoço	trigo	aveia
2	VERÃO	milho	soja	soja
	INVERNO	aveia	tremoço	trigo
3	VERÃO	soja	milho	soja
	INVERNO	trigo	aveia	tremoço

Fonte: DIJKSTRA (1984).

- ESQUEMA ROTAÇÃO 3 ANOS;
- PERMITE REDUÇÃO DOENÇAS E PRAGAS COMPARANDO BINÔMIO (S-T);
- VERÃO 66 % S 33 % M; INVERNO 1/3 CADA;
- TRIGO 1 VEZ CADA 3 ANOS EVITA MAL-DO-PÉ (doença de sequência cultura);
- MILHO COM DUAS LEGUMINOSAS ANTERIOR (soja e tremoço);
- SOJA SEMPRE ANTERIOR GRAMÍNEA (trigo ou aveia);
- SUCESSÃO LEG - GRAM - LEG INTERROMPE CICLO PRAGAS E DOENÇAS ESPEC.
- MILHO APÓS SOJA E TREMOÇO NÃO NECESSITA APLICAR N;
- TREMOÇO SUSCETÍVEL NEMATÓIDES NÃO PLANTAR ANTES SOJA (doenças);
- AVEIA PRETA COMO SANEADORA.

BRANCO
AZUL

ESQUEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS

ANO	ESTAÇÃO	GLÉBA 1	GLÉBA 2	GLÉBA 3
1	VERÃO	soja	soja	milho
	INVERNO	tremoço	trigo	aveia
2	VERÃO	milho	soja	soja
	INVERNO	aveia	tremoço	trigo
3	VERÃO	soja	milho	soja
	INVERNO	trigo	aveia	tremoço

Fonte: DIJKSTRA

Esse esquema de rotação de três anos em comparação com o binômio soja-trigo permite a redução de doenças e pragas nessas culturas. No inverno planta-se trigo 1 vez a cada três anos para evitar, entre outros, o mão-do-pé. Pela menor incidência de doenças e pragas há uma economia sensível de defensivos agrícolas.

As culturas de verão que são as principais e econômicas, recebem rotação ideal. Para o milho duas leguminosas antecedem seu plantio (soja tremoço) e para a soja sempre uma gramínea (trigo ou aveia). Essa sucessão leguminosa-gramínea-leguminosa interrompe o ciclo de pragas e doenças específicas.

No Sul do Brasil a rotação acarreta uma diminuição nas doenças e pragas e portanto um aumento no rendimento. São apresentadas rotações já comprovadas e discutidas suas vantagens e desvantagens. Uma das sequências mais favoráveis é soja/ tremoço/ milho/ trigo. Quando se pretende empregar aveia preta como planta saneadora e para produção de cobertura morta, recomenda-se a sequência aveia preta / soja / trigo / soja / tremoço / milho.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) R. Derpsch, C. H. Roth, N. Sidiras e U. Köpke Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de coberturas de solo, plantio direto e preparo coservacionista, IAPAR, 1991
- 2) MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo, Ceres, 1979. 256 p.
- 3) IHIESEN, W. Rotação de culturas. Curitiba, 1968. 63 p.
- 4) PRIMAVESI, A. O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais. São Paulo, Nobel, 1982. 545 p.
- 5) Anotações referentes ao primeiro seminário técnico de rotação de cultura, AEPAR, 1986. Campo Mourão.

IV - ADUBAÇÃO VERDE

Com a expansão da base tecnológica químico-mecânica, de elevado custo e demanda energética, houve quase um abandono no uso de adubos orgânicos, adubação verde, rotação de culturas e demais práticas de cobertura e proteção de solo, bem como o manejo adequado dos resíduos vegetais.

Nas condições tropicais, a intensa movimentação do solo destrói a M.O., a estrutura e os agregados do solo muito rapidamente, tornando as áreas agricultadas cada vez mais vulneráveis aos fenômenos climáticos, hídricos e térmicos, e consequentemente trazendo a erosão.

Portanto, existe a necessidade de se sustar o processo atual de degradação do solo, através do planejamento da diversificação da unidade agrícola e da utilização de um conjunto de práticas de manejo e conservação do solo e da M.O., práticas essas que irão contribuir para manutenção e recuperação da fertilidade do solo e sua proteção pelo maior tempo possível através da cobertura vegetal viva ou morta. Em outras palavras, se faz necessário a formulação de sistemas de produção mais estáveis, que melhor conservem os recursos naturais, que tenham custos mais baixos e sejam mais eficientes sob a ótica produtiva.

A adubação verde tem demonstrado ser uma das práticas mais promissoras e viáveis nesse sentido, pois os resultados de pesquisa comprovam isso na sua eficiência em cobrir e proteger o solo, na diminuição da infestação por nematóides e na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas solo. Esta prática tem custos reduzidos pois influi positivamente na produtividade dos cultivos econômicos. Porém esta prática pode esbarrar em problemas de ordem fitossanitária, se for adotada apenas uma espécie como adubo verde.



A adubação verde nada mais é do que a utilização de plantas em rotação, incorporando-as ou deixando na superfície. atualmente a adubação verde esta associada a quatro pontos básicos nos diferentes sistemas agrícolas, são eles:

- cobertura e proteção do solo
- manutenção e/ou melhoria das condições físicas químicas e biológicas solo
- aração biológica e introdução de microvida em profundidade no solo
- uso eventual de fitomassa produzida na alimentação animal ou em outras finalidades

A adubação verde desempenha um conjunto de ações integradas que proporcionam aos sistemas agrícolas benefícios de alta significação ao longo do tempo, que são comprovados ao longo do tempo e por evidências praticas.

a seguir relacionamos algumas das funções da adubação verde:

-proteger o solo das chuvas de alta intensidade, pois a cobertura vegetal dissipa a energia das gotas da chuva, impedindo o impacto direto e a conseqüente desagregação do solo, evitando o seu selamento superficial.

-Manter elevada a taxa de infiltração de água no solo pelo efeito combinado do sistema radicular com a cobertura vegetal. As raízes, após sua decomposição, deixam canais no solo que agregam sua estrutura, enquanto a cobertura evita a desagregação superficial e reduz a velocidade de escoamentos das enxurradas.

-Promover grande e continuo aporte de fitomassa, de maneira a manter ou até mesmo elevar, ao longo dos anos , o teor de M.O. do solo.

-Aumentar a capacidade de retenção de água do solo.

-Atenuar as variações térmicas das camadas mais superficiais do solo e diminuir a evaporação, aumentando a disponibilidade de água para as culturas.

-Recuperar solos degradados através de uma grande produção de raízes, mesmo em condições restritivas, rompendo camadas adensadas e promovendo aceração e estruturação, o que pode-se entender como um preparo biológico do solo. Promover mobilização e reciclagem mais eficiente de nutrientes. As plantas usadas como adubo verde, por possuírem sistema radicular profundo e ramificado, retiram nutrientes das camadas subsuperficiais. Quando tais fitomassas são manejadas os nutrientes nelas contidos são liberados na superfície gradualmente durante o processo de decomposição, nas camadas superficiais, ficando disponíveis para as culturas subsequentes. Alguns adubos verdes como o tremoço-branco(CLARKSON, 1985), apresentam a capacidade de solubilizar o fósforo não disponível.

-Diminuir a lixiviação de nutrientes como o nitrogênio e o potássio. A ocorrência de chuvas de alta intensidade e precipitações anuais elevadas, normalmente estão associadas a processos intensos de lixiviação de nutrientes.

-Promover o aporte de nitrogênio através da fixação biológica pelo uso de leguminosas, atendendo a grande parcela das necessidades desse nutriente nas culturas comerciais e melhorando balanço de nitrogênio no solo.

-reduzir a população de ervas invasoras dado o crescimento rápido e agressivo dos adubos verdes (efeito supressor e/ou alelopático). a alelopátia é a inibição química exercida por uma planta sobre a germinação ou o desenvolvimento de outras. exemplos desse fenômeno .são a ação da cobertura morta de aveia-preta inibindo a germinação do papuã e da mucuna sobre o desenvolvimento da tiririca. O efeito supressor é atribuído à ação de impedimento físico. assim, por exemplo, a passagem de luz é prejudicada, reduzindo a germinação de espécies exigentes nesse fator.



-Apresentar potencial de utilização múltipla na propriedade agrícola. alguns adubos como aveia ervilhaca , trevos e serradela de inverno, e guandu, caupi e lab-lab de verão possuem elevado valor nutritivo, podendo ser utilizados na alimentação animal

-Melhorar a eficiência dos adubos minerais. a utilização integrada de adubo verde e mineral tem apresentado muitos aspectos positivos, entre eles o aumento da eficiência da própria adubação mineral, em função dos adubos verdes possuem sistema radicular profundo (diminuem perdas por lixiviação) e capacidade de utilizar nutrientes em formas normalmente inaproveitáveis pelas culturas comerciais, como é o caso do fósforo.

-Fornecer cobertura vegetal para preparos conservacionistas do solo. além da quantidade dos resíduos é muito importante a qualidade dos resíduos que serão utilizados em preparo de solo que vise o controle de erosão. Assim a estabilidade da cobertura, isto é, a velocidade de decomposição deve assegurar a proteção do solo em períodos críticos, e a elevada quantidade de nutrientes na massa vegetal que serão gradualmente colocados à disposição das culturas seguintes, são características desejáveis no manejo do solo.

-Criar condições ambientais favoráveis ao incremento da vida biológica do solo.

EFEITOS DA ADUBAÇÃO VERDE NAS PROPRIEDADES DO SOLO

Efeitos químicos

A fertilidade do solo é bastante influenciada pelos efeitos dos adubos verdes. Os principais são:

-aumento no teor de M.O. do solo, ao longo dos anos, pela adição de fitomassa total (parte aérea + raízes) e outros organismos; “ A adubação verde com leguminosas, em rotação com os cultivos comerciais, melhora o teor de M.O., a fertilidade e a produtividade do solo” (Serrano, 1957, citado por Bokde e Castells, 1971).Esse efeito residual, não só de leguminosas, foi observado por Derpsch em 1985 que, a partir de testes com vários adubos verdes de inverno, obteve rendimentos significativos ao pousio, quando feijão, soja e milho foram semeados sobre a resteva de nabo forrageiro, aveia-preta e tremoço, respectivamente.

-aumento na disponibilidade de macro e micronutrientes no solo, em formas assimiláveis pelas plantas;

-aumento da CTC efetiva do solo;

-auxílio na formação de ácidos orgânicos, fundamentais no processo solubilização de minerais do solo;

-diminuição nos teores de alumínio trocável;

-elevação do pH do solo e conseqüente diminuição da acidez;

-incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que se encontram em camadas mais profundas no perfil do solo, é uma característica especial das leguminosas o seu alto poder de mobilização e absorção específica de nutrientes. Isso deve-se ao elevado rendimento fisiológico do sistema radicular, o que permite a estas plantas extraírem do solo elementos nutritivos poucos solúveis, em especial o fósforo (Hermida,1954, citado por Malavolta, 1967).

os benefícios da adubação verde como pré-cultura de outros cultivos principais não se restringem apenas à melhoria do balanço do nitrogênio no solo. O aprofundamento das raízes é um fator que favorecerá grandemente as culturas subseqüentes, pois estas estenderão seus sistemas radiculares pelos canais das raízes em decomposição do adubo verde, aproveitando-

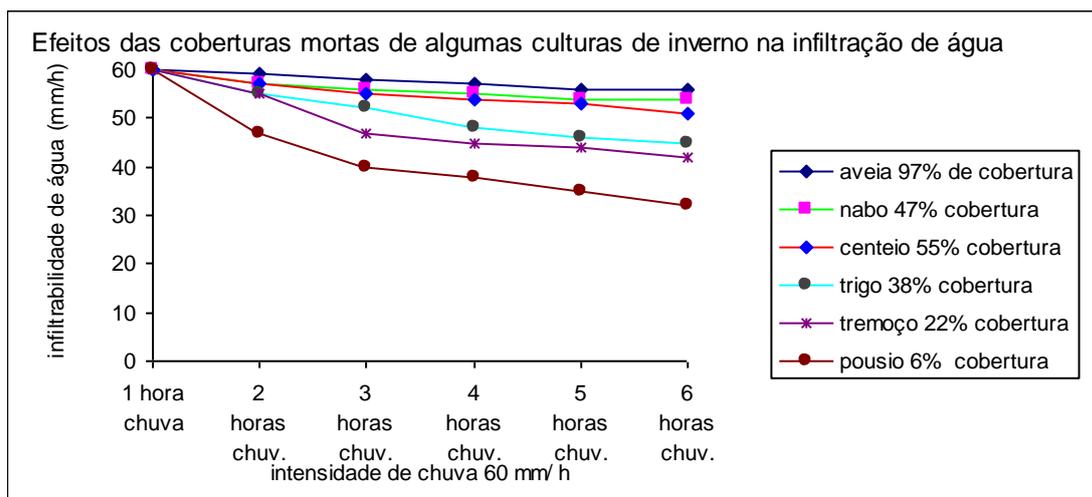
se não apenas dos efeitos físicos provocados por esta decomposição, mas também dos nutrientes que serão liberados.

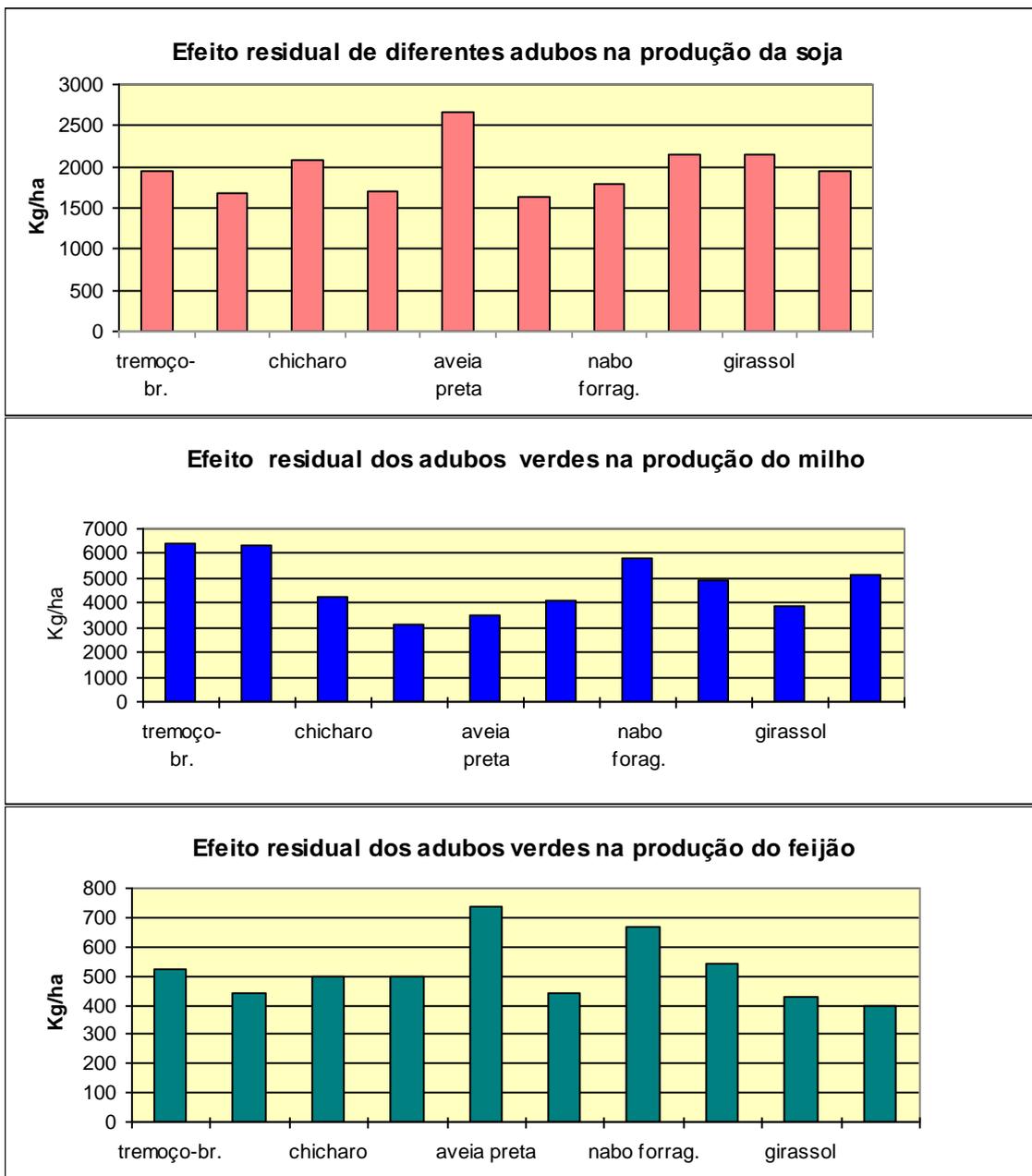
Uma das propriedades mais importantes do solo é a CTC, responsável pelo equilíbrio entre as fases sólida e líquida e pela diminuição das variações das concentrações de íons resultantes de diferentes práticas agrícolas. A utilização de adubação orgânica, ao longo dos anos, tende a aumentar o teor de húmus no solo. Esse húmus tenderá a aumentar a CTC, fundamental para manutenção da fertilidade do solo e nutrição das plantas.

Capacidade de troca catiônica do húmus e de outros constituintes do solo

constituintes do solo	CTC em me/100g
areia	<u>menos de 1</u>
óxidos hidratados de ferro e alumínio	3 a 5
caolinita	3 a 15
ilita e clorita	10 a 40
montmorilonita	80 a 120
vermiculita	100 a 150
húmus	200 a 400

Efeitos físicos





** sequencia dos adubos verdes nos tres gráficos: tremoço-branco, ervilhaca peluda, chicharo, centeio, aveia preta, trigo, nabo forrageiro, colza, girassol e pousio de inverno.

Espécies	esp. entre linhas em cm	sementes metro linear	por peso de 1000 sementes (g)	quantidade de semente por ha
aveia-branca	20	26-107	14-15	20/75
aveia-preta	20	70-100	12-17	60
azevém	20	130-260	2,3	15/30
centeio	20	65-88	18	60/80
chícharo	20-30	4-11	250-400	90/120
ervilhaca comum	20	28-54	30-50	70/80



ervilhaca peluda	20	26-32	38	50/60
espérgula	20	300-400	1	15/20
girassol	20	3-15	70-120	20/50
nabo forrageiro	20	18-37	11	10/20
serradela	20	215	2,8	30
tremoço-amarelo	20-35	10-15	120-160	50/100
tremoço-azul	20-35	10-15	140-180	65/100
tremoço-branco	20-35	10-15	350-400	100/140

nome comum	nome científico	época de plantio	ciclo até a floração	biomassa ano m. s.	t/ha
tremoço branco	<i>Lupinus albus</i>	março-maio	120	2-5	
tremoço-amarelo	<i>Lupinus luteus</i>	//	140	2-6	
tremoço-azul	<i>Lupinus angustifolius</i>	//	120	2-6	
ervilhaca peluda	<i>Vicia villosa</i>	//	120/180	2-7	
ervilhaca comum	<i>Vicia sativa</i>	//	130/170	2-5	
chícharo	<i>Lathyrus sativus</i>	//	90/120	2-3	
serradela	<i>Ornithopus sativus</i>	//	150/200	2-6	
colza	<i>Brassica napus</i>	abril-maio	120/150	2-6	
nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	//	120	2-6	
aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	março-junho	120/140	2-6	
aveia branca	<i>Avena sativa</i>	//	120	2-5	
centeio	<i>secale cereale</i>	abril-maio	100/110	2-4	
azevém	<i>Lolium multiflorum</i>	março-junho	150/170	2-6	
espeergula	<i>Spergula arvensis</i>	março-abril	70/90	1.5-3	
girassol	<i>Helianthus</i>	fev-abr/ago-set	100/120	2-4	

Rentabilidade da adubação verde

Demonstrou-se em experimentos realizados no Paraná que o plantio de adubos verdes no inverno conduz, via de regra, a um nítido aumento de rendimento das culturas de verão. Assim, é possível obter-se uma maior rentabilidade com uma sequência adubo verde/ soja em comparação a sequência trigo/soja. O plantio de aveia como adubo verde antes de soja mostrou-se, devido ao aumento de produção da soja, mais rentável do que o plantio de trigo como cultura comercial precedente a soja. O retorno por ha na sequência trigo/soja, pela média de 2 anos de cultivo foi de US\$ 298,00, baseado no preço de trigo subsidiado (US\$ 218 s/ subsidio), e na sequência aveia/soja foi de US\$ 366.

O plantio de aveia - preta e nabo forrageira como adubo verde antes de feijão mostrou-se mais econômico que o plantio de trigo não subsidiado como cultura comercial devido ao efeito residual positivo de ambos sobre a cultura do feijão. O retorno por ha proporcionado pela sequência trigo/feijão foi de US\$67, ao passo que na sequência aveia-preta/feijão, de US\$136 e na sequência nabo forrageiro/feijão, de US\$ 122.

O plantio do tremoço, ervilhaca peluda e nabo forrageiro como adubo verde antes do milho foi, devido ao aumento de produção do milho, mais rentável que o cultivo de trigo



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPT. FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
DISCIPLINA AGRICULTURA GERAL (AF001)
PROFS. OSWALDO TERUYO IDO E RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA
MONITORA ANA SELINA FERNÁNDEZ LUCIUS

como planta comercial antes do milho. O retorno por ha na sequencia trigo/milho foi US\$285 incluindo-se ai 55% de subsidio para o trigo (US\$ 251 não subsidiado), enquanto as sequencias tremoço/milho, ervilhacapeluda/milho e nabo/milho proporcionaram respectivamente US\$ 478 ,US\$ 446 e US\$ 455 de retorno por ha. Outras vantagens economicas consistem no efeito supressivo que esses adubos verdes, notadamente a aveia preta, nabo forrageiro e azevém,exercem sobre as plantas daninhas.

Referências bibliográficas

Costa, M. B. B. *Adubação verde no Sul do Brasil*. Rio de Janeiro, AS-PTA, 1992. 346 p.

Derpsch, R., Roth, C. H., Sidiras N., Köpke U. *Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*. Eschborn , 1991. 268 p.

II encontro de rotação de culturas. 1984. Campo Mourão-Pr. Ademir Calegari engenheiro agrônomo pesquisador da area de solos do, IAPAR.