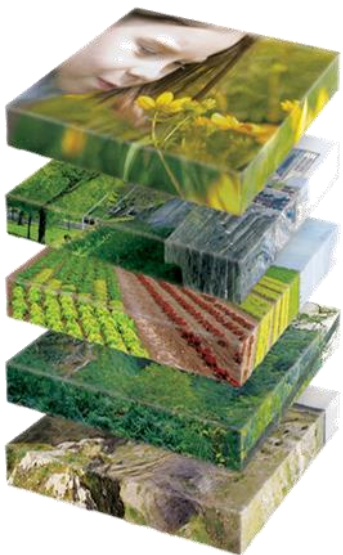




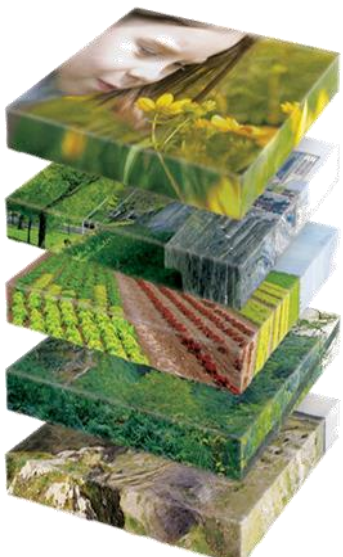
Unidade Curricular

Agricultura biológica





FERTILIZAÇÃO DAS PLANTAS – NECESSIDADES DA PLANTA E ADAPTAÇÃO DA CULTURA AO SOLO

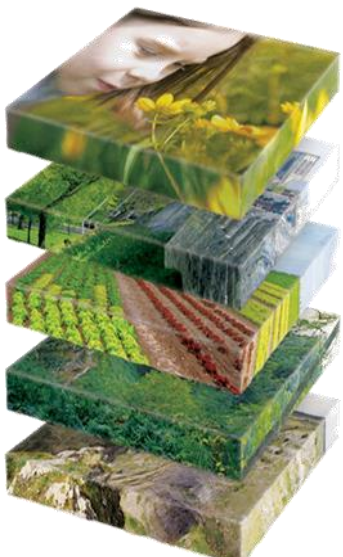




A FERTILIZAÇÃO DA CULTURA CONSIDERANDO O SOLO, A CULTURA E A ROTAÇÃO

Em MPB, o objectivo principal não é adicionar ao solo nutrientes que compensem a exportação da cultura. Fertilizar de forma inteligente deve ter em conta as exportações da planta, mas também o solo e melhorar a sua capacidade de fornecer nutrientes.

A quantidade de nutrientes absorvidos pela planta é tanto maior quanto o é também o desenvolvimento da raiz. Este não ultrapassa normalmente 20% do volume da terra arável. Não basta que uma planta tenha muitos metros de raízes para se alimentar. É que, qualquer que seja o comprimento da raiz, se o seu crescimento pára, ou seja, se não há emissão de novos segmentos da raiz, a absorção de nutrientes é interrompida. O crescimento da raiz é portanto, o motor de absorção de nutrientes pelas plantas. E esse crescimento está dependente da absorção de nutrientes, pelo que o estado de nutrição das jovens plantas determina em grande parte a possibilidade para uma cultura de satisfazer as suas necessidades até à colheita.





Relativamente à planta, estudos recentes puseram em evidência um conjunto de fenómenos que ocorrem junto da raiz, grande parte devido às exsudações (hidratos de carbono, açúcares, ácidos orgânicos, enzimas, etc.) que ela liberta:

- ✓ Modificação do PH
- ✓ Degradação das argilas e de outros minerais, com libertação de fósforo e outros nutrientes de origem mineral;
- ✓ Quelatilização, pelos ácidos orgânicos, de nutrientes do solo tornando-os assimiláveis;
- ✓ Maior desenvolvimento de microrganismos, como bactérias e fungos, até cerca de 100 vezes mais do que no solo sem raiz.

Estes microrganismos, como as micorrizas podem também mobilizar do solo, potássio, fósforo e outros nutrientes antes inacessíveis à raiz.

Quelatilização é a ligação de catiões e aniões orgânicos através de duas ou mais ligações bivalentes. Os quelatos são muito solúveis e dissociam-se muito pouco em solução, ou seja, uma vez ligados permanecem inalterados, fazendo com que os nutrientes (zinco, ferro, manganês, cobre e cobalto) permaneçam inalterados e disponíveis na solução.



ADAPTAÇÃO DA CULTURA AO SOLO

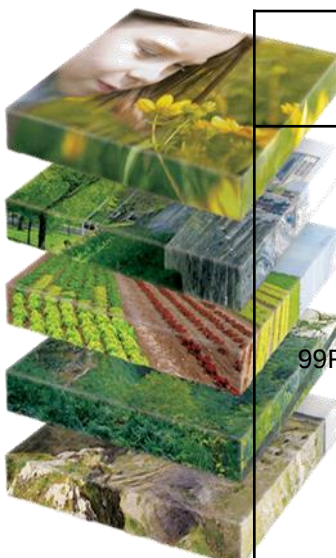
Antes de pensar na aplicação de fertilizantes, é preciso conhecer o solo que temos.

Depois devemos escolher as culturas de modo a se adaptarem o melhor possível, isto é mais importante no caso da instalação de vinhas, pomares e olivas.

A VINHA O PORTA-ENXERTO E O SOLO

As vinhas são muitas vezes instaladas em terrenos calcários. A escolha do porta-enxerto deve ter em atenção o teor de calcário activo do solo, dada a diferente resistência. (Quadro 1.)

Quadro 1.- Resistência ao calcário dos porta-enxertos de videira (Fonte: Ferreira, 2009)



Porta-enxerto	Calcário Activo (%)
Violla	4
Riparia-Gloria; 196-17C	6
3309, 101-104, 6736R	9-11
Rupestris du Lot	14
99R, 110R, SO4, 1103P, 5BB, 420A, 420M	17-20
161-49	25
41B, 333EM	40
Fercal	>40

A vinha não deve ser instalada em terrenos húmidos, pois só alguns porta-enxertos toleram bem a humidade: Riparia-Gloria, 1616C, 216-3, 333M. Alguns não suportam a humidade persistente mas toleram-na no Inverno: 99R e 110R.



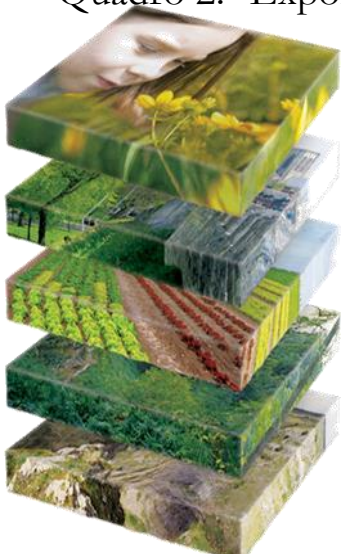
NECESSIDADES DAS CULTURAS EM NUTRIENTES: exportações e restituições

As culturas têm exigências diferentes em nutrientes.

As exportações são as quantidade de nutrientes que a planta retira do solo, indicadas geralmente em Kg/ha. Os valores indicados no quadro 2 referem-se a uma certa produção por hectare, geralmente indicada no quadro. Se a produção da cultura for baixa as exportação em nutrientes também o serão e vice-versa.

Na maior parte dos casos são valores referentes à planta inteira e não á parte que é colhida . Por isso se restituirmos ao solo o resíduo da cultura, devolvemos também parte dos nutrientes ao solo e que ficam para as culturas seguintes.

Quadro 2.- Exportações e restituições da cultura de videira (Fonte: *Rousseau et al* , 1990)



Vinha		
Folhas+vides+uvas	só uvas	
(Kg/ha/ano)	(Kg/ha/ano)	(%)
azoto	15	30
fósforo	6	40
potássio	26	40
Cálcio	9	10
Magnésio	1,8	10

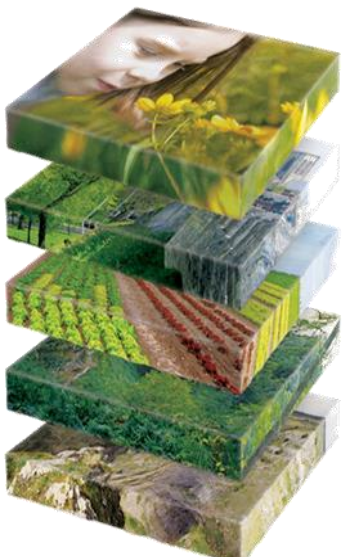
A proporção de nutrientes na parte colhida – frutas no caso das uvas – é muito menor que as folhas e vides, pelo que, neste caso é muito importante aproveitar as vides na fertilização.



Em MPB temos que considerar, para além da exportação e das restituições, a capacidade do solo em fornecer nutrientes à cultura, capacidade essa reforçada pelo incremento da actividade biológica – bactérias fixadoras de azoto, micorrizas eficazes na absorção de fósforo minhocas na solubilização de nutrientes em geral, e muitos outros. Uma intensidade actividade biológica do solo faz diminuir a necessidade de absorção.

Por outro lado há que considerar também as perdas de nutrientes por lixiviação que em MPB devem ser menores que em convencional, pelo facto de não se utilizarem adubos minerais solúveis. Mas ainda assim há que ter cuidado cm a lixiviação dos nutrientes contidos nos estrumes que deixados à chuva, ou com rega excessiva, também se perdem.

É necessário considerar também as interacções entre os nutrientes no solo e entre estes e a raiz.

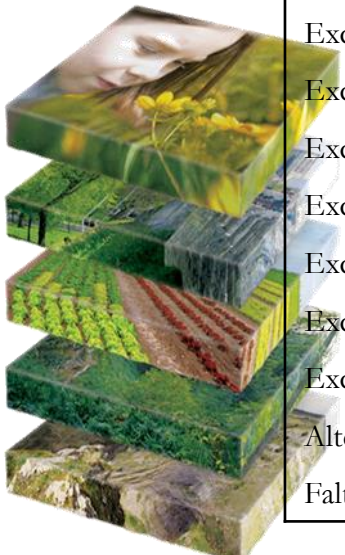


INTERACÇÕES DE NUTRIENTES

Os nutrientes solúveis do solo estão juntos e influenciam-se mutuamente no que diz respeito à absorção pela raiz. Os excessos de uns provocam deficiências doutros e vice-versa - é o chamado Antagonismo Iónico. Quadro 3.

Quadro 3.- Interacções entre nutrientes e com as condições de solo e clima – causas de carências (*) (Fonte: *Ferreira, 2009*)

Nutrientes em carência	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Causas ligadas à fertilização												
Calagem excessiva		*	*		*	*	*		*	*		*
Excesso de N							*	*	*			*
Excesso de P					*			*	*			*
Excesso de K					*						*	
Excesso de Mn		*							*		*	
Excesso de Fe		*								*	*	
Excesso de S											*	
Excesso de Cu									*		*	
Excesso de Zn		*						*	*			
Excesso de Na				*	*							
Alteração relação Ca/Mg									*			
Falta de Ferro			*						*			

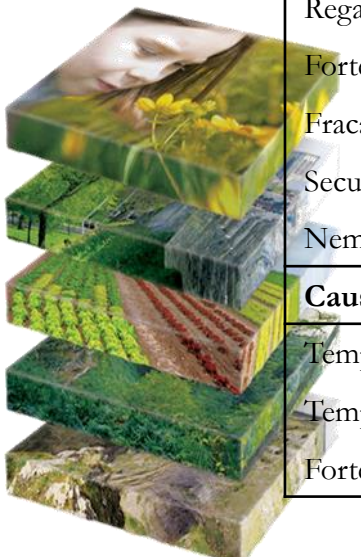




INTERACÇÕES DE NUTRIENTES

Quadro 3.- Interacções entre nutrientes e com as condições de solo e clima – causas de carências (*) (Fonte: *Ferreira, 2009*)

Nutrientes em carência	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Causas ligadas ao solo												
Clacário activo alto		*			*	*	*	*	*	*		*
pH alto (alcalino)		*					*	*	*	*		*
pH baixo (ácido)					*						*	
Matéria orgânica alta								*		*		
Matéria orgânica baixa							*					*
Fraco arejamento (Excesso de CO ₂)									*			
Rega excessiva (lixiviação)	*				*	*	*	*	*	*		*
Forte humidade do solo												*
Fraca drenagem		*			*	*			*	*		*
Secura				*	*		*			*	*	
Nemátodos		*							*	*		*
Causas ligadas ao Clima												
Temperatura baixa		*			*	*			*	*	*	*
Temperatura alta									*			
Forte luminosidade							*		*			9



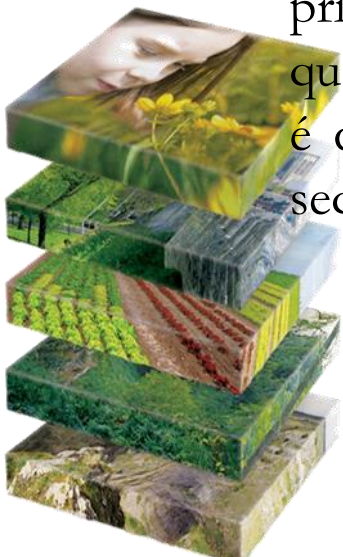
CORRECÇÃO ORGÂNICA E MINERAL DO SOLO

CORRECÇÃO ORGÂNICA: BALANÇO HÚMICO

As perdas por mineralização

O balanço húmico é o saldo entre as perdas anuais de MO do solo (que ocorrem devido à respectiva mineralização) e os eventuais ganhos que resultam dos resíduos das culturas e das ervas que ficam sobre o terreno.

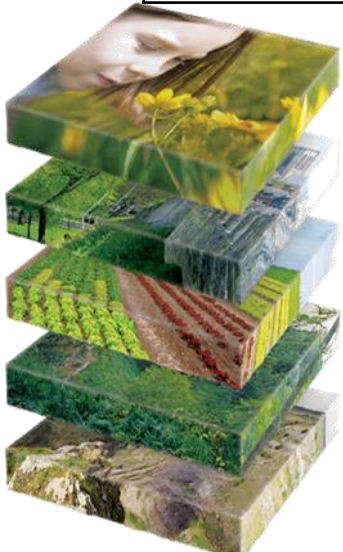
No caso de culturas hortícolas, os resíduos são de rápida mineralização, pelo que só cerca de 10% se transforma em húmus. Assim para efeitos de cálculo, para a maioria das culturas hortícolas não contamos com esses ganhos, pelo que nos basta calcular as perdas. Estas dependem principalmente do teor da MO do solo, e da sua taxa de mineralização, o que varia segundo o tipo de solo (Quadro 5.). Em regadio a mineralização é cerca de 50% superior, pelo que multiplicamos os valores de K₂ em sequeiro por 1,5.





Quadro 4.- Taxa de mineralização da MO do solo (Húmus) em diferentes tipos de solo, em sequeiro e regadio, e em densidade aparente dos mesmos (Fonte: *Ferreira, 2009*)

Tipo de solo	Taxa de Mineralização K2 (%)		Densidade aparente Dap
	Sequeiro	Regadio	
Arenoso	2.5	3,75	1.5
Franco-arenoso	2.0	3.0	1.4
Franco	1.8	2.7	1.3
Limoso	1.5	2.25	1.3
Argilo-arenoso e argilo-limoso	1.2	1.8	1.2
Argiloso	1.0	1.5	1.1
Calcário	0,4	0.6	variável



Ex: solo franco-arenoso com 2% de MO, em regadio, as perdas anuais de MO por hectare e por ano até uma profundidade de 30 cm são:

$10000 \text{ m}^2 \times 0,3\text{m} \times 1,4 \times 2\% \text{ (MO)} \times 2,5\% \text{ (K2)} \times 1,5 \text{ (regadio)} = 3,15 \text{ ton} = 3150 \text{ Kg húmus/ano/ha}$

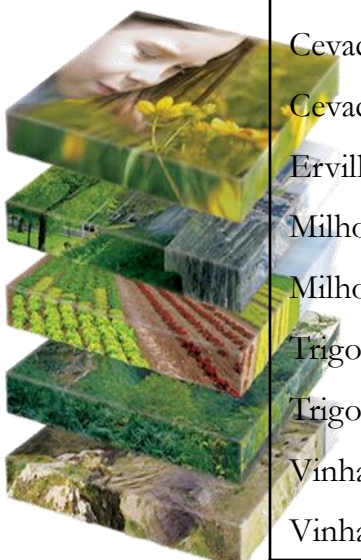
Os ganhos em húmus devido aos resíduos das culturas e a correcção orgânica



Para calcular o húmus formado a partir dos resíduos das culturas, ou da totalidade das mesmas, no caso do adubo verde, é necessário saber a quantidade de resíduos existentes (matéria seca) e qual a respectiva taxa de humificação

Quadro 5.- Resíduos de algumas culturas, coeficiente de humificação e húmus formado após a incorporação no solo (Fonte: *Soltner*, 1988)

Cultura	Resíduos		K1 (%)	Húmus (Kg/ha)
	Tipo	Matéria Seca (Kg/ha)		
Adubo verde	Parte aérea	5000	8	400
Aveia	Raiz + Restolho	2500	15	375
Aveia	Raiz + Palha	6000	15	900
Batata	Raizes	300	12	45
Cevada	Raiz + Restolho	1500	15	600
Cevada	Raiz + Palha	4000	15	600
Ervilha	Palha	4000	15	400
Milho (grão)	Raiz + Restolho	3000	15	450
Milho (grão)	Raiz + Palha	6000	15	900
Trigo	Raiz + Restolho	2500	15	375
Trigo	Raiz + Palha	6000	15	900
Vinha	Lenha da poda	3000	10	300
Vinha	Folhas	3000	10	300

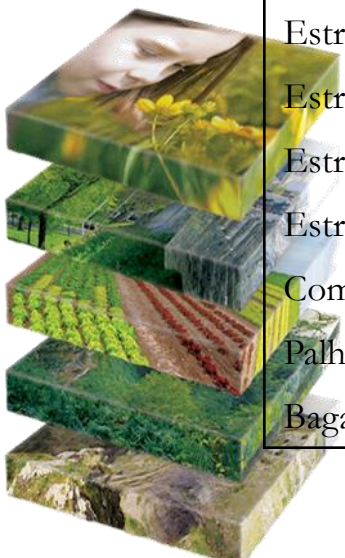




Para cumprir um dos princípios fundamentais do MPB é necessário manter ou aumentar o teor de MO do solo. Nesse sentido há que compensar esse défice, sendo por isso necessário aplicar um correctivo orgânico. Para saber a quantidade a aplicar é preciso saber o teor em Matéria Seca (MS) desse correctivo e a sua taxa de humificação, ou coeficiente isohúmico, a parte do correctivo que após aplicação no solo se transforma em húmus.

Quadro 6.- Teor médio de Matéria Seca e coeficiente de humificação (K1) de alguns correctivos orgânicos (Fonte: *Soltner*, 1988)

Correctivo orgânico	Matéria Seca (%)	K1(%)
Estrume de bovino meio curtido	22	40
Estrume de bovino Fresco e com palha	25	25
Estrume de cavalo	30	30
Estrume de porco	28	30
Estrume de ovelha	35	30
Estrume de galinha seco	70	30
Composto de quinta bem curtido	20	50
Palhas e outros resíduos vegetais secos	85	15
Bagaço de azeitona	90	20



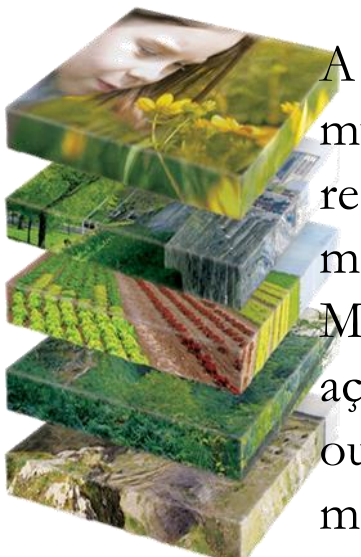


CORRECÇÃO DA ACIDEZ

É feita em solos ácidos e muito ácidos ($\text{pH} < 5.5$) com correctivos alcalinizantes que fazem subir o pH. O excesso de iões de hidrogénio e alumínio e a falta de cálcio e magnésio provocam no solo más características físicas (estrutura compacta e instável), química (baixa capacidade de troca catiónica), e biológicas (actividades das bactérias, minhocas e outros organismos de solo diminuída). O Ca e o Mg melhoram todas estas propriedades, sendo essa acção exercida em pleno a pH entre 6 e 7 e também à solubilidade e assimilação dos nutrientes.

Em solos mais ácidos os óxidos metálicos (de Fe, Mn, Zn, Al) tornam-se mais solúveis, podendo provocar toxicidade à planta.

A correcção da acidez é designada por “calagem” pelo facto de durante muitos anos ter sido a cal o correctivo utilizado. Actualmente já não é recomendada porque reage muito rapidamente no solo, alterando o pH mas não o mantendo estável e acelera excessivamente a mineralização da MO, o que empobrece o solo. A cal industrial resultante da produção de açucara, que contém cal apagada e resíduos orgânicos da cana do açúcar ou a beterraba é excepcionalmente autorizada em MPB como correctivo, mas em doses baixas.





Correctivos alcalinizantes

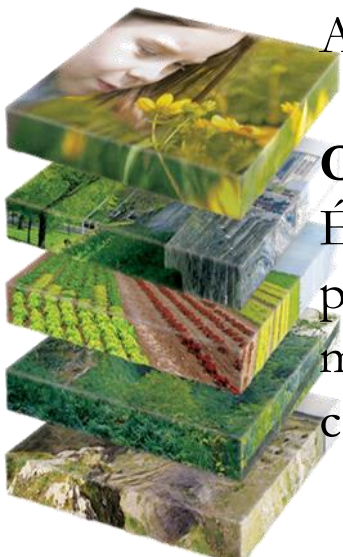
Os mais utilizados são os calcários simples e magnesianos, estes últimos apesar de um pouco lentos a actuar e também mais caros que os simples, são preferidos em MPB pelo facto de conterem Mg. Utilizam-se também o “Lithothamne” e o “Maerl”, resultantes das algas. O primeiro resulta da secagem e moagem da alga colhida viva e o segundo da colheita na praia da alga morta. Têm como principal vantagem o facto de conterem numerosos micronutrientes, como Mn, B, entre outros.

Época de aplicação:

Aplicar à sementeira para evitar custos suplementares

CORRECÇÃO DA ALCALINIDADE

É feita em solos com pH próximo de 8-8,5. nestes solos o principal problema é a reduzida disponibilidade de fósforo e da maioria dos micronutrientes, como é o caso do ferro. Nesse caso pode-se aplicar como correctivo o enxofre de uso agrícola.

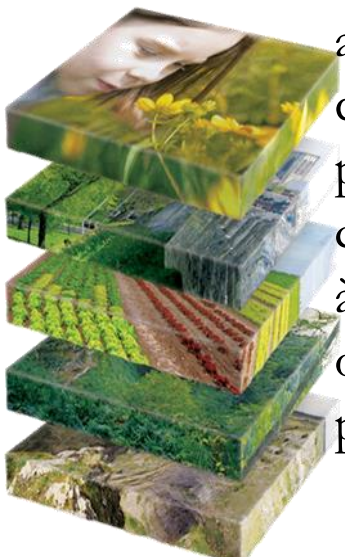




A disponibilidade de azoto para as culturas é um dos principais problemas que ocorre no MPB. Em MPB é fundamental a recuperação e estabilização da MO nos primeiros anos de produção, o que é conseguido para além de outras técnicas culturais, com o recurso à utilização de produtos ricos em MO resistente à decomposição, como acontece com a maioria dos compostos ou correctivos orgânicos.

A utilização da adubação verde visa sobretudo quando se utilizam leguminosas, aumentar a disponibilidade de azoto para as culturas.

O principal problema da adubação em verde em termos de nutrição azotada está relacionado com o facto da disponibilização de azoto só se começar a verificar cerca de 2 semanas após a incorporação no solo, prolongando-se por vários meses após o enterramento, o que implica que a cultura precedente não deve ser instalada imediatamente a seguir à incorporação e que após uma adubação em verde é necessário manter o solo cultivado ou pelo menos com vegetação durante vários meses para que o azoto mineral que se liberta não se perca por lixiviação.





Quando se pretende uma resposta mais rápida à aplicação de azoto deve dar-se preferência à utilização de adubos orgânicos. São produtos com uma relação C/N relativamente baixa e que, por isso, disponibilizam o azoto de uma forma mais rápida.

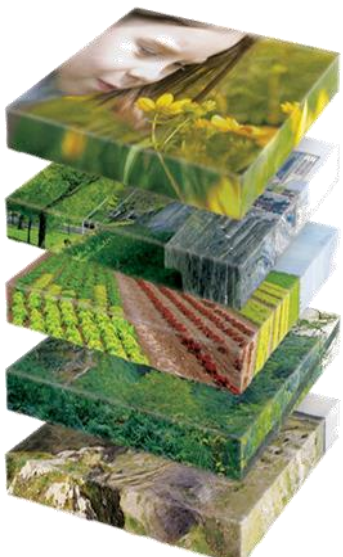
O ideal seria que os fertilizantes aplicados libertassem o azoto quando as plantas dele necessitam, ou seja, que existisse uma sincronização entre o N disponibilizado e as necessidades das culturas.

Para o estabelecimento da fertilização azotada a efectuar, m dos pontos mais importantes a considerar é o cálculo das disponibilidades do N para a cultura. As principais fontes de N a considerar serão as seguintes:

✓ **N proveniente da mineralização da MO do solo:** a quantidade disponibilizada depende do teor de MO do solo do teor de N na MO (4 a 5 % em média, na maioria dos casos), da taxa de mineralização da MO que depende de vários factores (solo, humidade solo, temperatura) e do tempo de permanência da cultura no solo.

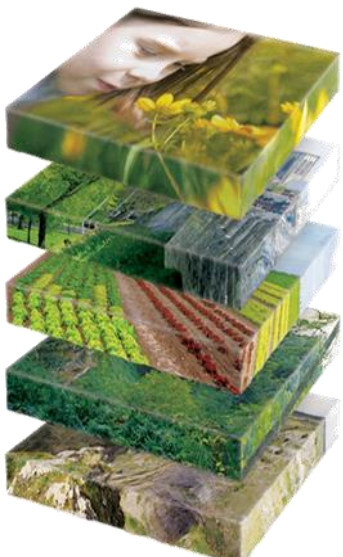
✓ **Azoto mineral presente no solo;**

✓ **Azoto incorporado pela água de rega**





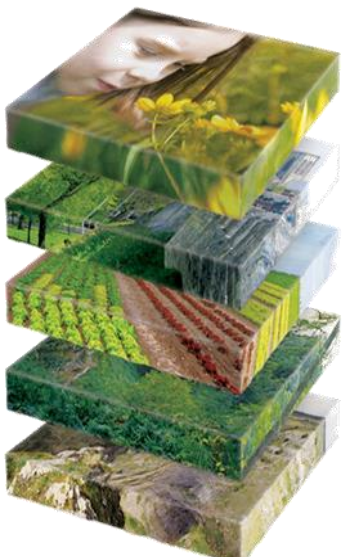
- ✓ Azoto proveniente da adubação verde:
- ✓ O azoto proveniente dos resíduos das culturas
- ✓ O azoto proveniente da fixação biológica por organismos do solo não simbióticos e da actividade das minhocas





PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

Por forma a podermos ter uma estimativa da quantidade e do tipo de fertilizante a aplicar/utilizar para uma cultura, ou para várias culturas num sistema de rotação, é necessário conhecer as necessidades nutritivas da(s) cultura(s) e a capacidade do solo em fornecer nutrientes, em especial o azoto.



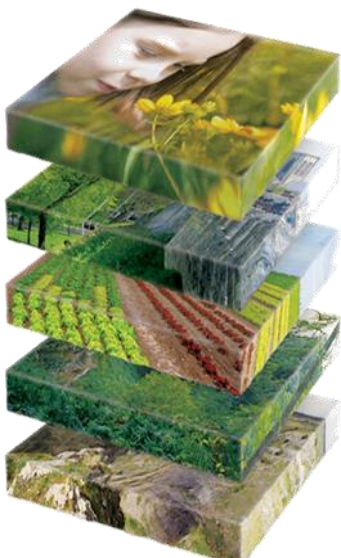


PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

As culturas apresentam necessidades nutritivas diferentes.

Quadro 1 – Exportação de nutrientes – culturas hortícolas e proteaginosas (Ferreira *et al.*, 1998).

Cultura	Produção t/ha	Exportação média (Kg/ha)					Exportação por tonelada de produto colhido (Kg/t)				
		N	P205	K20	CaO	MgO	N	P205	K20	CaO	MgO
Aboborinha	30 (?)	110	160	90	-	-	-	-	-	-	-
Acelga	100	200	100	600	-	-	2	1	6	-	-
Acelga	30	150	36	200	-	-	-	-	-	-	-
Agrião	60	180	70	260	-	-	3	1	4	-	-
Aipo branco	80	170	120	500	-	15	2	1,5	6	-	-
Aipo rábano	35	70	70	175	-	1,3	2	2	5	-	0,6
Alcachofra	10	80	50	100	-	-	-	-	-	-	-
Alface (ar livre)	50	100	50	200	75	10	2	1	4	-	-
Alface (estufa)	60	150	60	270	90	12	2,5	1	4,5	-	-
Alho	20	380	140	180	-	-	19	7	14	-	-
Alho francês	30	90	30	135	-	-	3	1	4,5	-	-
Beringela	60	420	90	450	-	48	7	1,5	7,4	-	0,8
Beringela	40	320	120	320	-	-	-	-	-	-	-
Batata (planta)	30	200	50	200	90	40	-	-	-	-	-
Batata (planta)	25	120	45	200	70	30	-	-	-	-	-
Batata (tubérculo)	30	100	40	150	12	9	3,2	1,6	6	0,4	0,3
Beterraba vermelha	35	180	80	340	-	40	2,8	1,2	5,2	-	0,3
Cardo	70	90	55	400	-	-	1,3	0,8	5,7	-	-
Cebola	30	120	60	90	100	12	4	2	3	3,3	0,4





PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

Cultura	Produção t/ha	Exportação média (Kg/ha)					Exportação por tonelada de produto colhido (Kg/t)				
		N	P205	K20	CaO	MgO	N	P205	K20	CaO	MgO
Cebolinho	20	120	50	120	-	-	6	2,5	6	-	-
Cenoura	50	100	100	250	-	-	2	2	5	-	0,5
Cerefólio	20	60	30	140	-	9	3	1,5	7	-	0,2
Chalota	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chicória	70	90	40	220	-	15	1,3	0,6	3,1	-	-
Couve bróculo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Couve de Bruxelas (planta)	10	210	20	200	-	40	-	-	-	-	-
Couve de Bruxelas (repolho)	10	65	8	50	-	5	6,5	0,8	5	-	0,5
Couve flor (planta)	20	200	60	300	-	-	-	-	-	-	-
Couve flor (cabeças)	20	110	30	130	-	-	5,5	1,5	6,5	-	0,5
Couve repolho	100	300	100	500	-	60	3	1	5	-	0,6
Endívia	60	130	60	400	-	30	2	1	6	-	-
Espargo	5	150	70	200	-	-	-	-	-	-	-
Ervilha (planta)	10	135	45	100	100	12	-	-	-	-	-
Ervilha (semente verde)	10	90	32	50	33	8	-	-	-	-	-
Ervilha (semente seca)	2	100	40	80	-	-	-	-	-	-	-
Escarola	30	120	45	150	-	-	-	-	-	-	-
Espinafre	35	105	70	300	-	17	3	2	8	-	-

Cultura	Produção t/ha	Exportação média (Kg/ha)					Exportação por tonelada de produto colhido (Kg/t)				
		N	P205	K20	CaO	MgO	N	P205	K20	CaO	MgO
Fava verde	?	148	41	109	-	-	-	-	-	-	-
Fava seca	2	100	30	80	-	-	-	-	-	-	-
Feijão seco	2,4	148	41	109	-	13	-	-	-	-	-
Feijão verde	35	180	50	200	-	10	-	-	-	-	-
Feijão verde	8	30	8	25	-	3	3,8	1	3	-	-
Funcho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grão de bico	1	45	15	35	-	-	-	-	-	-	-
Lentilha	1	45	15	35	-	-	-	-	-	-	-
Melancia	-	50	15	65	-	-	-	-	-	-	-
Melão	20	60	40	140	-	30	3	2	7	-	1,5
Milho	7	160	45	125	-	-	-	-	-	-	-
Morango	20	200	100	200	-	-	1	0,5	1,5	-	-
Nabo	85	180	70	400	-	10	1,5	1	4	-	0,01
Nabo	45	70	40	200	-	6	1,5	1	4	-	0,01
Pepino (estufa)	150	200	100	300	-	60	1,3	0,7	2	-	0,4
Pepino (ar livre)	50	60	40	80	30	-	-	-	-	-	-
Pimento	20	100	80	160	-	-	-	-	-	-	-
Rabanete	15	80	40	80	-	-	-	-	-	-	-
Rábano	?	80	40	80	-	-	-	-	-	-	-
Salsa	90	250	100	800	-	20	2,8	1,1	8,8	-	0,2
Tomate (estufa)	80	210	90	530	-	50	3	1	6	-	0,65
Tomate (ar livre)	35	110	30	160	-	-	-	-	-	-	-

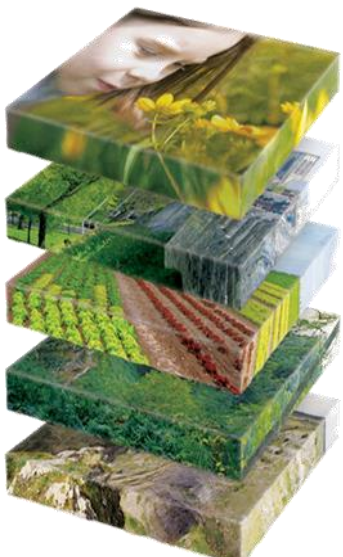


PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

O azoto que podemos encontrar nos solos, encontra-se principalmente sob forma orgânica, não solúvel, fazendo parte do húmus ou da matéria orgânica dos solos. É importante ter em atenção que o azoto do húmus irá ser disponível para a cultura à medida que o húmus se for mineralizando. Todo este processo acontece lentamente, dependendo também e principalmente dos tipos de solos e das práticas culturais utilizadas em sequeiro ou regadio.

As taxas anuais de mineralização (k_2), variam. Os valores estimados de k_2 mais frequentemente citados, referentes a vários tipos de solo (traduzidos por texturas de campo), são:

<i>textura arenosa</i>	2,5%
<i>textura franco-arenosa</i>	2,0%
<i>textura franca</i>	1,8%
<i>textura limosa</i>	1,5%
<i>textura argilo-arenosa e argilo-limosa</i>	1,2%
<i>textura argilosa</i>	1,0%
<i>solo calcário (45% de calcário)</i>	0,4%





PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

O Quadro 2, faz referência à quantidade média de azoto mineralizado no solo no período de um ano, para diferentes casos.

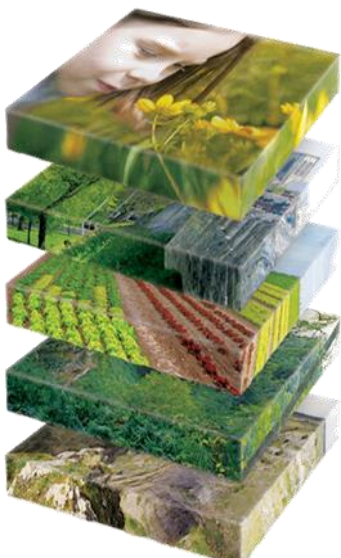
Quadro 2 – Quantidade de azoto que o solo pode libertar a partir da matéria orgânica humificada (ou húmus), considerando diferentes teores de matéria orgânica e dois tipos de solo – solo argilo-limoso ou argilo-arenoso (densidade aparente de 1,3, taxa de mineralização anual k_2 de 1,2 % em sequeiro) e solo arenoso (densidade aparente de 1,5, taxa de mineralização anual k_2 de 2,5% em regime de sequeiro). Consideram-se as situações de sequeiro e regadio e um teor de azoto no húmus de 4% (Ferreira *et al.*, 1998).

Matéria orgânica (%)	Azoto mineralizado anualmente a partir da matéria orgânica do solo (Kg/ha/ano)			
	Solo argilo-limoso ou argilo-arenoso		Solo arenoso	
	Sequeiro ($K_2=1,2\%$)	Regadio ($K_2 \times 1,5$)	Sequeiro ($K_2=2,5\%$)	Regadio ($K_2 \times 1,5$)
1	19*	28**	45	67
2	38	56	90	135
3	56	84	135	202
4	75	113	180	270

Forma de Cálculo:

* $10000 \text{ m}^2 (1\text{ha}) \times 0,3 \text{ m}$ (profundidade do solo até 30cm) $\times 1,3$ (densidade aparente) $\times 0,01$ (1% de matéria orgânica) $\times 0,012$ (1,2% de mineralização anual) $\times 0,04$ (4% de azoto na matéria orgânica do solo) $\times 1000$ (para converter toneladas em quilos) = 19 Kg/ha/ano de azoto

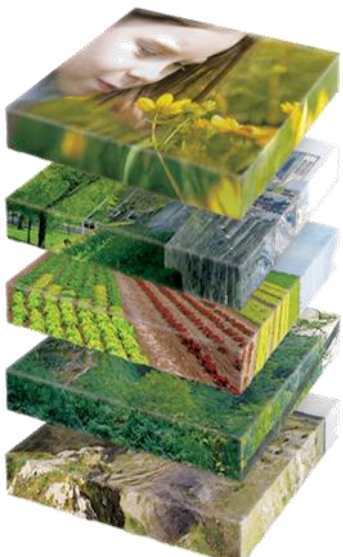
** $19 \times 1,5$ (factor de multiplicação da mineralização anual em regadio) = 28,5 Kg/ha/ano





PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

- Os fertilizantes orgânicos fornecem azoto às culturas, no entanto esse fornecimento é variável, uma vez que depende muito da velocidade de mineralização no solo do fertilizante.
- Por sua vez a velocidade de mineralização do fertilizante depende:
 - da relação carbono/azoto (C/N);
 - do teor de azoto total;
 - e das formas em que o azoto se encontra (azoto orgânico e azoto mineral – nítrico e amoniacal).



A utilização do azoto contido nos estrumes e chorumes varia de acordo com:

- o fertilizante;
- com a regularidade da sua aplicação;
- e com a cultura.

No Quadro 3, temos indicações dos coeficientes de utilização ou de equivalência-adubo, de estrumes e chorumes com aplicação no ano da cultura.

O Quadro 4, faz referência aos mesmos coeficientes referidos anteriormente, mas para casos em que o terreno não recebeu adubo no ano da cultura (Ferreira *et al.*, 1998).



PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

Quadro 3 – Coeficientes de utilização pelas culturas do azoto fornecido pelos estrumes e chorumes:

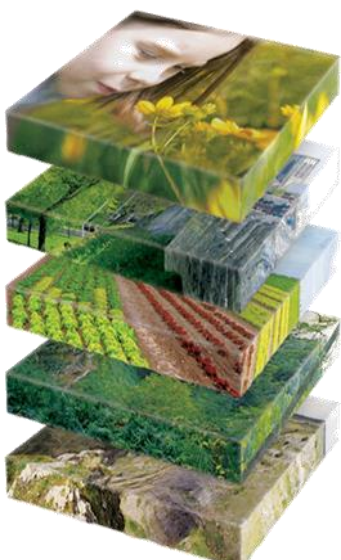
A – Estrume de vaca, ovelha, cabra, cavalo;

B – Chorume de vaca, estrume de porco, estrume de galinha com cama de aparass de madeira e serradura;

C – Chorume de porco e de galinha, estrume de galinha sem cama

Caso em que a parcela recebeu fertilizantes no ano da cultura (Ferreira et al., 1998; Leclerc et al., 1995)

Aplicação	Produto	Cereais		Milho		Pastagens	
		Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera
Ocasional (4 em 4 anos ou mais de 4)	A	0,15	0,15	0,2	0,3	0,2	0,23
	B	0,2	0,3	0,3	0,45	0,35	0,4
	C	0,2	0,4	0,3	0,6	0,35	0,45
Todos os anos	A	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,83
	B	0,4	0,5	0,62	0,77	0,75	0,8
	C	0,3	0,53	0,5	0,7	0,6	0,7
De 2 em 2 anos	A	0,33	0,33	0,45	0,55	0,5	0,53
	B	0,3	0,4	0,46	0,61	0,55	0,6
	C	0,27	0,47	0,4	0,7	0,48	0,58
De 3 em 3 anos	A	0,27	0,27	0,37	0,47	0,4	0,43
	B	0,27	0,37	0,41	0,56	0,48	0,53
	C	0,24	0,44	0,37	0,67	0,43	0,53





PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

Quadro 4 – Coeficientes de utilização pelas culturas do azoto fornecido pelos estrumes e chorumes:

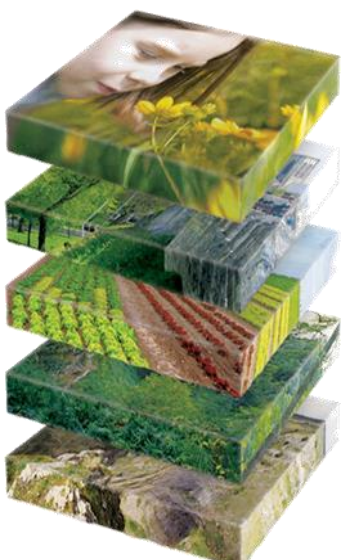
A – Estrume de vaca, ovelha, cabra, cavalo;

B – Chorume de vaca, estrume de porco, estrume de galinha com cama de aparass de madeira e serradura;

C – Chorume de porco e de galinha, estrume de galina sem cama

Caso em que a parcela não foi fertilizada no ano da cultura, mas recebeu aplicações regulares nos anos anteriores (Ferreira *et al.*, 1998; Leclerc *et al.*, 1995)

Aplicação nos anos seguintes	Produto	Cereais	Milho	Pastagens
Todos os anos	A	0,35	0,5	0,6
	B	0,2	0,32	0,4
	C	0,13	0,2	0,25
De 2 em 2 anos	A	0,18	0,25	0,3
	B	0,1	0,16	0,2
	C	0,07	0,1	0,13
De 3 em 3 anos	A	0,12	0,17	0,2
	B	0,07	0,11	0,13
	C	0,04	0,17	0,18
De 4 em 4 anos	Fornecimento de azoto negligenciável após 4 anos			





PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

- Uma exploração de vacas dispõe de chorume de vacas leiteiras (produto B).
- Este ano o agricultor, tal como em todos os anos, espalha, durante a Primavera 30 m^3 de chorume por hectare nas terras de milho e de trigo. No entanto neste ano não aplica nas pastagens, mas nos anos anteriores, de 2 em 2 anos foram aplicados $20 \text{ m}^3/\text{ha}$.
- Segundo os coeficientes dos quadros anteriores (Quadro 3 e 4), podemos calcular o azoto útil para as culturas, sendo assim temos que:

pelo Quadro 3, temos que

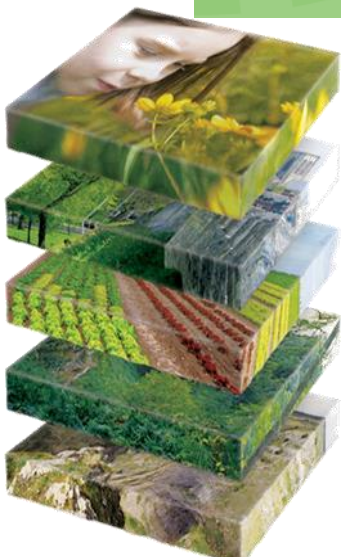
- 0,77 para o milho
- 0,5 para o trigo
- e 0,2 para as pastagens

O chorume de vaca leiteira tem 5 Kg de azoto por tonelada, ou por m^3

Desta forma o azoto útil neste ano é:

- para o milho: $30 \text{ m}^3 \times 5 \times 0,77 = 115 \text{ Kg/ha}$;
- para o trigo: $30 \text{ m}^3 \times 5 \times 0,5 = 75 \text{ Kg/ha}$;
- para as pastagens: $30 \text{ m}^3 \times 5 \times 0,2 = 30 \text{ Kg/ha}$

- Pelos valores obtidos, verificamos que, para igual quantidade de chorume aplicado na mesma altura, o milho aproveita melhor o azoto que o trigo. Para chorume aplicado no ano anterior a pastagem aproveita 20% no ano seguinte.
- Estes valores são valores médios que devem ser revistos em função de dados mais precisos no local, através de referências regionais, resultados das análises das terras e dos fertilizantes. Servem no entanto de referência para calcular a fracção do azoto contido no fertilizante que vai ser aproveitado pela cultura.
- Segundo o autor, para outras culturas anuais de regadio, como por exemplo as hortícolas, não referidas nos quadros 3 e 4, podem utilizar-se, embora sem grande precisão, os coeficientes do milho com uma correcção para mais ou menos consoante o ciclo da cultura seja maior ou menor que o do milho.





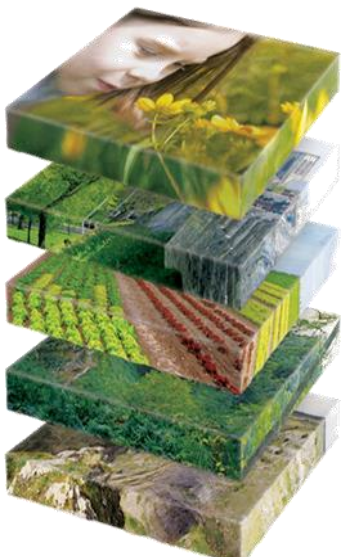
PLANEAMENTO E CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO EM AB

- Aquando do cálculo da *fertilização* azotada, deve ter-se ainda em atenção o azoto deixado pelos resíduos das culturas, mas este só deve ser tido em linha de conta quando deixar azoto disponível para a cultura seguinte, o que nem sempre acontece.
- Por exemplo, as palhas dos cereais não deixam azoto disponível devido à alta relação C/N. Mas o mesmo já não acontece com as palhas deixadas pelas leguminosas, uma vez que estas deixam algum azoto para a cultura seguinte.

OS FERTILIZANTES ORGÂNICOS E A FERTILIZAÇÃO AZOTADA

Quadro 5 – Azoto disponível para a cultura durante 10 meses em solo argiloso e arenoso (Ferreira *et al.*, 1998; Castellanos & Pratt, 1981), durante 8 meses em solo arenoso (Ferreira *et al.*, 1998; Leclerc *et al.*, 1995), com rega; valores em percentagem do azoto total contido no *fertilizante* aplicado (Ferreira *et al.*, 1998).

Correctivo	Azoto disponível (%)		
	Ensaio 1 (10 meses)		Ensaio 2 (8 meses)
	Solo argiloso	Solo arenoso	Solo arenoso
Estrume de vaca leiteira 1	25	30	-
Estrume de vaca de carne	27	40	-
Estrume de ovelha	27	36	-
Estrume de porco	38	47	-
Estrume de galinha	55	65	-
Composto de estrume de vaca muito velho	4	6	-
Composto de estrume de vaca 1	14	21	-
Composto com 3 meses de estrume de vaca	-	-	29
Composto com 6 meses de estrume de vaca	-	-	49
Composto de estrume de galinha	34	35	-
Composto de casca de choupo	-	-	4
Composto de casca de pinho	-	-	28
Composto de matos	-	-	28
Composto de engaço + borras	-	-	14





CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO AZOTADA (Exemplo Prático)

Cultura: Tomate de estufa, 5 meses (Março-Junho)

Solo:

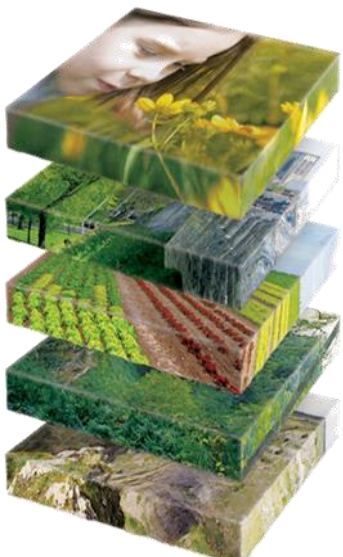
- Arenoso, matéria orgânica = 2%
- Densidade aparente = 1,5;
- Profundidade = 0,3 m;
- Taxa de mineralização anual $k_2 = 2,5\% \times 1,5 = 3,75\%$

Necessidades da cultura para uma produção de 80 t/ha

(consultar Quadro 1):

N = 210 Kg/ha

Azoto do solo (Quadro 2): 135 Kg/ha/10 meses (período de mineralização activa em estufa, considerando 2 meses de paragem no Verão sem rega): em 5 meses temos então $135 \times 5/10 = 67,5$ Kg/5 meses





CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO AZOTADA (Exemplo Prático)

Azoto dos resíduos de cultura:

- Os resíduos de cultura em estufa podem ser aproveitados mas devem ser retirados e bem compostados de modo a eliminar pragas e doenças. E só depois então reutilizados como fertilizante no composto.

No caso da cultura do tomate os nutrientes que ficam na planta são tanto ou mais como os que são exportados pelos frutos.

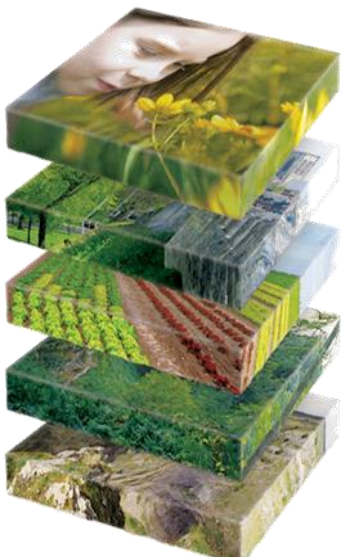
Azoto do correctivo orgânico:

- Estrume de vaca aplicado com vista simultaneamente a corrigir o solo (manter ou até aumentar o teor de matéria orgânica com base no balanço húmico): 20 t/ha
 - parte que se transforma em húmus (de acordo com a taxa de humificação, $k_1 = 25\%$): $20 \times 0,25 = 5$ t/ha
 - parte que se mineraliza e fornece azoto (75%): $20 \times 0,75 = 15$ t/ha/10meses

- Temos ainda que o teor de azoto = $0,5\% = 5$ Kg/t
azoto disponibilizado: $15 \text{ t} \times 5 \times 5/10 = 37,5$ Kg/ha/5meses
(considera-se que a fracção que não se transforma em húmus mineraliza-se praticamente na totalidade no primeiro ano visto tratar-se de cultura em estufa, em que as condições são favoráveis a uma rápida mineralização)

- Se calcularmos com base no coeficiente de utilização do azoto (Quadro 3), utilizando o coeficiente da cultura do milho como referência, visto a cultura do tomate não ser referida no quadro temos então um valor superior:
 $20 \text{ t} \times 5 \text{ Kg/t} \times 0,8 = 80$ Kg de azoto para a cultura

- Se se tratasse de uma cultura de regadio ao ar livre, poderíamos utilizar os valores do Quadro 5.





CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO AZOTADA (Exemplo Prático)

- ...
- O valor real deverá situar-se entre os 37,5 Kg e os 80 Kg, neste exemplo o autor considerou o valor mais baixo calculado com base na mineralização do azoto de $75\% \times 5/10 \text{ meses} = 37,5\%$ em 5 meses, valor esse considerado como adequado para as condições do exemplo.

Azoto do solo + azoto do estrume:

- $67,5 + 37,5 = 105 \text{ Kg/ha}$

Azoto em falta:

- $210 \text{ (necessidades da cultura para produção de } 80 \text{ t/ha)} - 105 = 105 \text{ Kg/ha}$
- Por forma a colmatar a falta, podemos de certa forma aumentar a dose de estrume ou aplicar um adubo orgânico mais rico em azoto.

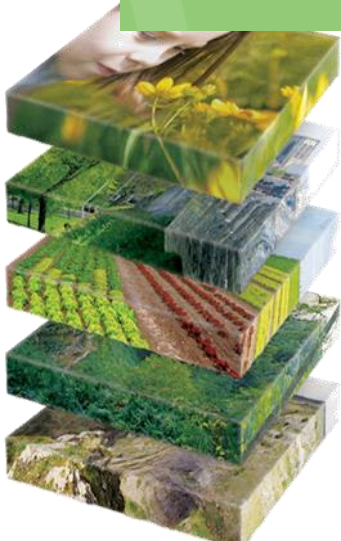
...

Vamos partir do princípio que optaríamos por aplicar um adubo orgânico, por exemplo o guano de aves marinhas e que o mesmo tem 16% de azoto e uma mineralização de 5 meses. De acordo com o Quadro 6, temos então uma mineralização de 93% em 8 meses: $93\% \times 5/8 = 58\%$

- $105 \text{ Kg/ha} / 0,16 / 0,58 = 1131 \text{ Kg/ha}$ (quantidade de guano a aplicar)

As doses de fertilizantes assim calculadas devem ser avaliadas na prática com a observação da cultura e eventuais carências ou excessos e, sempre que possível, através de análises de solo e análises foliares (Ferreira *et al.*, 1998).

É importante reter que, a avaliação dos nutrientes fornecidos pelos fertilizantes orgânicos são difíceis de calcular com precisão.





CÁLCULO DE UMA FERTILIZAÇÃO AZOTADA (Exemplo Prático)

Quadro 6 – Mineralização do azoto dos adubos orgânicos, durante 8 meses (36 semanas) de Março (19/3) a Novembro (27/11) – mineralização até 8 meses e tempo para mineralização de 50% de cada um dos adubos (meia vida) (Ferreira *et al.*, 1998).

Adubo orgânico	N total (%)	N Mineralizado (%)	Meia Vida (semanas)
Guano de aves marinhas	16	93	5
Farinha de sangue	10 - 11%	82 - 85%	10
Farinha de penas			11
Pêlos granulados			8
Farinha de carne	6 - 9%	66 - 72%	12
Farinha de osso			14
Bagaço de ricino			12
Farinha de penas granuladas			8

- Para nutrientes como o potássio, o fósforo, o cálcio e o magnésio, o cálculo é um pouco diferente, uma vez que os referidos nutrientes são menos móveis no solo que o azoto. Estes nutrientes mantêm-se relativamente disponíveis de um ano para outro.
- Os fertilizantes orgânicos fornecem, também, potássio e fósforo. No caso de uma falta de potássio no solo, poderíamos aplicar um fertilizante mineral autorizado, por exemplo o Patentkali (sulfato de potássio com magnésio) ou então um fertilizante orgânico autorizado, por exemplo a “vinhaça” de beterraba.
- No caso do cálcio, poderíamos recorrer a fertilizantes minerais com cálcio (principalmente correctivos alcalinizantes como os calcários e as algas do tipo “maer”. Ou então recorrer aos adubos minerais com cálcio autorizados em agricultura biológica, por exemplo o cloreto de cálcio (só para aplicação em macieiras) e o fosfato natural de cálcio (Ferreira *et al.*, 1998).

