Feliz aquele que transfere o que
sabe e aprende o que ensina
Cora Coralina
Prof. J. L. Favarin
Sistema de produção plantio direto
5ª aula - 08/setembro/2019

Balanço de nitrogênio. Demanda e oferta de N

Exercício: sedimentar o conhecimento!

Faça o balanço de N de um talhão com resíduos de braquiária e de outro talhão com resíduos de soja.

Forrageira produziu 6 t/ha de MS (42% C) com C/N 50, a soja produziu 4 t ha^{-1} de grãos com 12% de água e C/N 18. Para fins de cálculo, admita C/N do solo 9.

Do total de carbono da biomassa, 30% ficam no solo ao final de um ano (k_1), onde será transformado em C humificado - obtido pela análise química de solo.

O que aconteceria à cultura semeada na sequência em cada um dos talhões?

Composição. Essência da produtividade

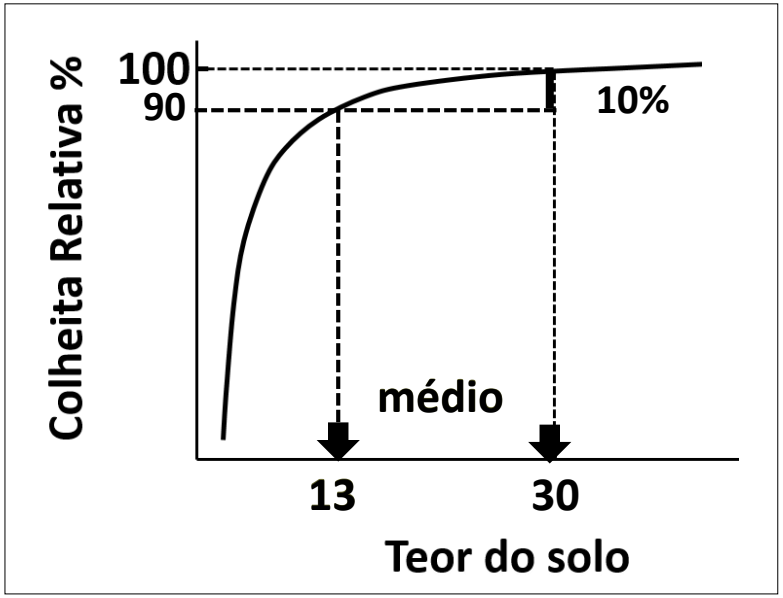
Produtividade (massa de grãos/ha) é **limitada** por três fatores: sol, água e nutrientes, e **reduzida** pelos fatores bióticos (pragas, doenças e mato).

Composição	kg	Origem
C - carbono	45	Atmosfera
O - oxigênio	45	Água
H - hidrogênio	5	
Fotossíntese	**95 kg**	
Nutrientes e não nutrientes	5	Solo e adubo, via água
Matéria seca	**100 kg**	

Captação da **radiação** depende da população de plantas/ha. Absorção de **água** pelas raízes no solo e subsolo, e **nutrientes** - teor e umidade (FM e DI).

Fertilidade - conceito estático. Limite à produtividade

<u>Fertilidade</u> - é representada pelo teor de nutriente, obtido pela análise após <u>extração</u>, em amostra de 20 cm solo, e que relaciona com 90 a 100% de CR.



Nutrientes/extrator	Médio 90 a 100% CR
Fósforo (resina; mg/dm^3)	**16 a 40**
Potássio (resina; $cmol_c/dm^3$)	**0,16 a 0,3**
Magnésio (resina; $cmol_c/dm^3$)	**0,5 a 0,8**
Enxofre (CaH_2PO_4; mg/dm^3)	**5 a 10**
IAC (1997)	**Mg/K no solo = 1,5 a 3**

A influência da fertilidade e dos nutrientes na produtividade tem limite, e já é conhecido (teor médio/bom). Nesses teores, usar <u>dose</u> = <u>exportação</u>.

Mecanismos de contato. Nutrientes - raízes

Fluxo de massa (FM = V_{H2O} x Cs): é controlado pelo gradiente de potencial entre a raiz e o solo. No solo, o potencial varia entre -0,03 MPa (CC) e -1,5 MPa (PMP), intervalo correspondente à água disponível (AD).

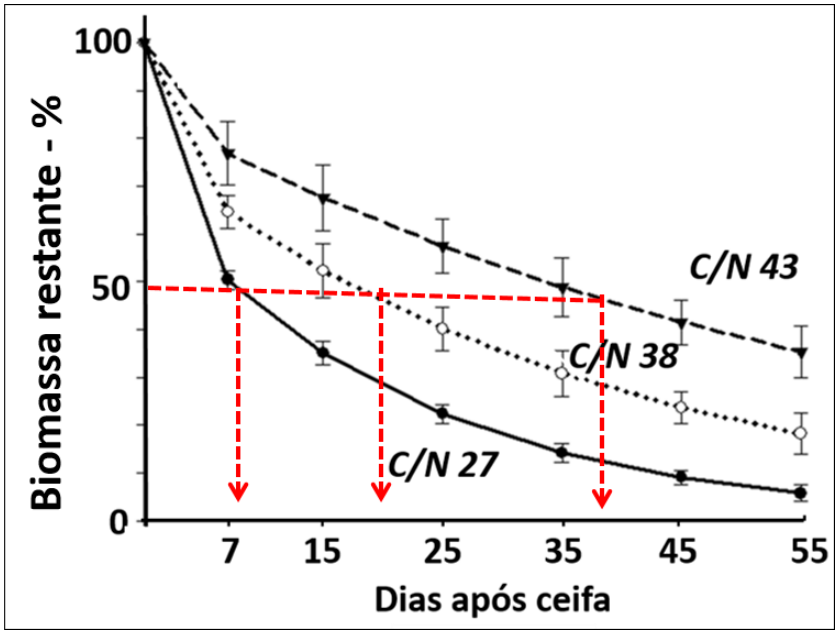
Difusão (DI = Df x θ x dCs/dx): regulada pelo gradiente concentração entre um ponto A (massa/volume; movimento cinético causa bilhões de impactos/s entre os íons e moléculas) e a rizosfera (deplecionada), através da solução solo.

Nutrientes. Eficiência e conversão são diferentes

Eficiência diz respeito a fração absorvida em relação à aplicada, enquanto a conversão é a parte da fração orgânica que passa à forma mineral.

Nutrientes	Eficiência %	Conversão %
Nitrogênio	60 (50 a 70)	50
Fósforo	12 (5 a 20)	60
Potássio	60 (50 a 70)	100

Kiehl (1993), p.28; Siqueira et al. (1987)/CNPT

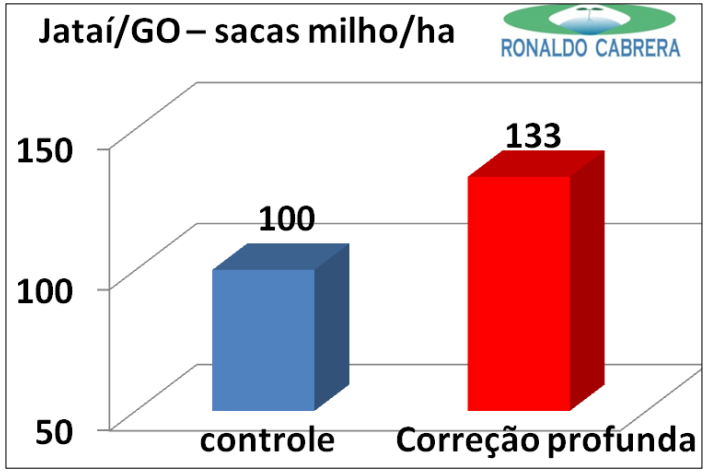


Reduzir dose de nutrientes pode e deve ser feita em dois casos: o solo tem reserva e/ou aduba com dose superior à demanda. Descontar da demanda.

Calcário. Correção do solo e subsolo - água

Atributos solo	0 a 20	0 a 5
pH $CaCl_2$	4,5	6,0
P (mg/dm)	12	62

Calcário: sal básico insolúvel (14 g/1000 L), reage solo ácido. Implantação do PD, calcário ação residual fundo; ASD em produção usar calcário reativo.



Estimação da dose de calcário. Análise crítica de métodos

DC = T x (V_2 - V_1)/PRNT (t/ha) (T, $cmol_c/dm^3$) **e DC = T x (V_2 - V_1)/10 x PRNT** (T, $mmol_c/dm^3$); PRNT = PN x RE/100; PN = %CaO x 1,79 + %MgO x 2,5; RE - eficiência relativa (0,2; 0,6 e 1) das frações granulométricas; RE = 0,2**x** + 0,6**y** + **z** (**x,** % retida na peneira 20 ou 0,84 mm, **y** a % retida na peneira 50 ou 0,3 mm e **z** a % que passa na peneira 50) (IAC, 1997)**. Problema, perde-se material reativo - modo de aplicação, fica difícil obter V_2.**

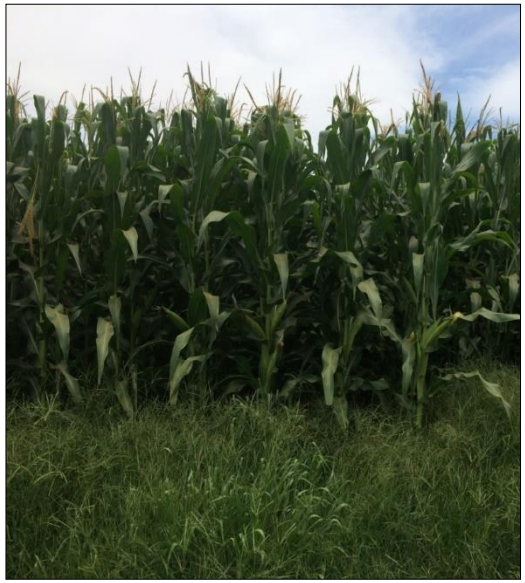
DC = X - (Ca + Mg) (t/ha) (CFSEMG, 1999)**. Problema, fixa valor para a soma de Ca e Mg** (X; 1, 2 e 3 $cmol_c/dm^3$ - exigência da cultura), **sem saber a exigência de Ca, obtida pela relação entre a colheita relativa (y) e teor de Ca no solo (x).**

DG = Y x Al ($cmol_c/dm^3$) (t/ha) (CFSEMG, 1999)**. Problema, fixa valor para Y (1 a 3), de acordo com a textura do solo. Há, ainda, a combinação das duas fórmulas.**

<u>Calcário na superfície em ASD</u>. Método saturação por bases (65%) em amostra de 20 cm de profundidade e pH inferior a 5,6 ($CaCl_2$) em 5 cm de solo (Caires et al, 2000).

Gesso agrícola. Melhorador do subsolo - água

Gesso é um sal neutro solúvel, penetra no subsolo onde diminui toxidez de alumínio (Al^{3+}) e, ainda, fornece cálcio (Ca^{2+}) e enxofre (SO^{4-}) às raízes.



Formação de pares iônicos: Al (3/0,5Å = 6)> Mg (2/0,65Å = 3,1) > Ca (2/0,99 = 2) > K (1/1,33Å = 0,8). Plantas com raiz no subsolo sofre menos a falta de água.

Gesso agrícola. Alguns resultados pesquisas!

Tempo	Gesso - t/ha		
	0	14	56
	sacas/ha		
2 anos	49	61	56
4 anos	55	75	64
6 anos	53	71	61

Gesso	Irrigação		
t/ha	0	50%	100%
M - 3 safras	sacas/ha		
0	8c	16b	19b
10	15b	32a	25a

Fernandes (Uniube/Fazu)

Estimação da dose de gesso agrícola

- análise crítica de métodos -

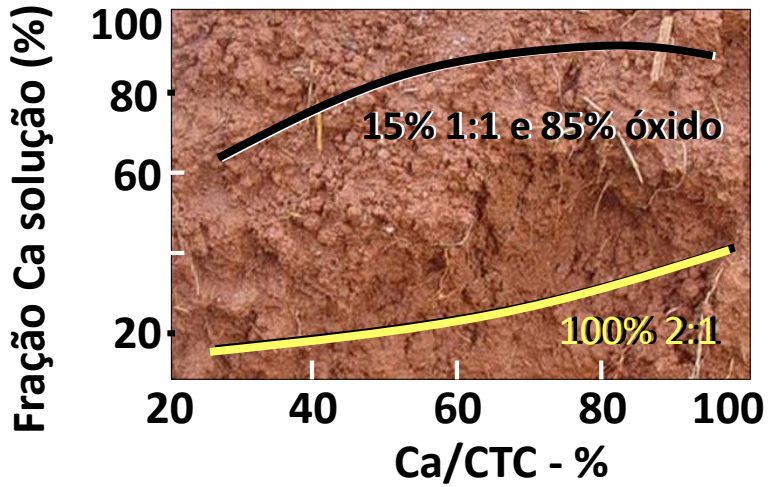
DG = % argila x 60 (kg/ha) (IAC, CPAC e CFSEMG)**. Problema - dose máxima não chega a 6 t/ha; desconsidera o modo de aplicação - aspecto que afeta a dissolução e pode diminuir os riscos de doses altas, em comparação ao método de incorporação solo.**

DG = (0,6 × CTCe - Ca-trocável) x 6,4 (t/ha). (CTC efetiva é obtida pelo somatório de Ca, Mg, K e Al; e Ca trocável em cmolc/dm^3 é obtido na amostra de solo retirada de 20 a 40 cm de profundidade) (Caires & Guimarães, 2018)**. Problema - falta mais experimentação para confirmar a eficiência dessa metodologia, especialmente em planta perene. A princípio, é o método mais racional para o fim proposto.**

Teor absoluto. Relação de nutrientes

Energia de atração - cátions e coloide do solo, é dada pela relação entre a carga e o raio hidratado íon (DC, densidade de carga), nessa ordem: Ca > Mg >> K = Na (série liotrópica, em solo drenado).

Íon	Carga	R-H_2O	DC
Ca	2^+	2,28	0,88
Mg	2^+	3,18	0,63
K	1^+	3,31	0,30
Na	1^+	3,58	0,28



Relação entre cátions é fator secundário que pode afetar a disponibilidade de nutrientes, e relação da CTC não é indicador fertilidade. Dar exemplo.

Relação importante no solo. Mg/K > 1,5

Regra prática: "...o teor de potássio não deve superar o teor de magnésio" (Raij, 2011, p.268, final do segundo parágrafo).

K	Ca	Mg	Mg/K
cmolc/dm³ de solo			
0,2	1,5	0,3	1,5
0,1	-	-	-
0,3	1,5	0,3	1,1

Cada 94 kg/ha K_2O aumenta 0,1 $cmol_c/dm^3$ de K no solo. Esse problema pode ocorrer quando usa-se calcário com baixo teor de MgO (Balsas/MA).

Demanda de nutrientes. Método IAC 2018

Por que acrescentar 100 kg a 120 kg/ha de N à demanda (grãos + casca)? Não deixa claro a dose a aplicar para produtividade superior a 80 sacas/ha.

Produtividade sacas/ha	N	P_2O_5	K_2O	Excesso/falta (kg/ha)		
	kg/ha			N	P_2O_5	K_2O
< 20	140 (40)	20 (12)	100 (74)	+100	+8	+26
30 a 40	200 (80)	30 (24)	140 (148)	+120	+6	-8
50 a 60	240 (120)	40 (36)	220 (222)	+120	+4	-2
70 a 80	280 (160)	50 (48)	300 (296)	+120	+2	+4
> 80 (115)	350 (230)	60 (63)	340 (389)	+120	-3	-49

(Grãos + casca): 2 kg N; 0,6 kg P_2O_5 e 3,7 kg K_2O por saca beneficiada café.

Profissional inteligente sabe praticar a teoria!

J. L. Favarin

Até mais...

favarin.esalq@usp.br

Prof. José Laércio Favarin

Departamento de Produção Vegetal

Setor agricultura