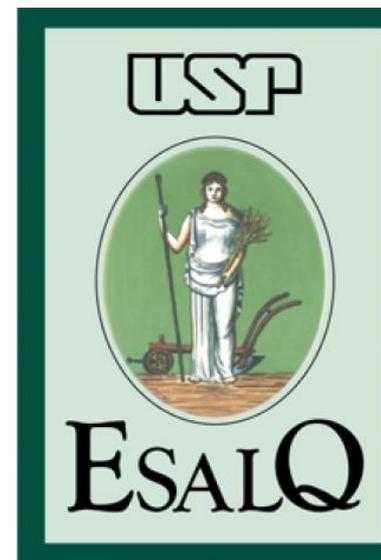


Exercício prático

Resposta do milho à calagem e à aplicação de macronutrientes em cinco solos da Região de Piracicaba

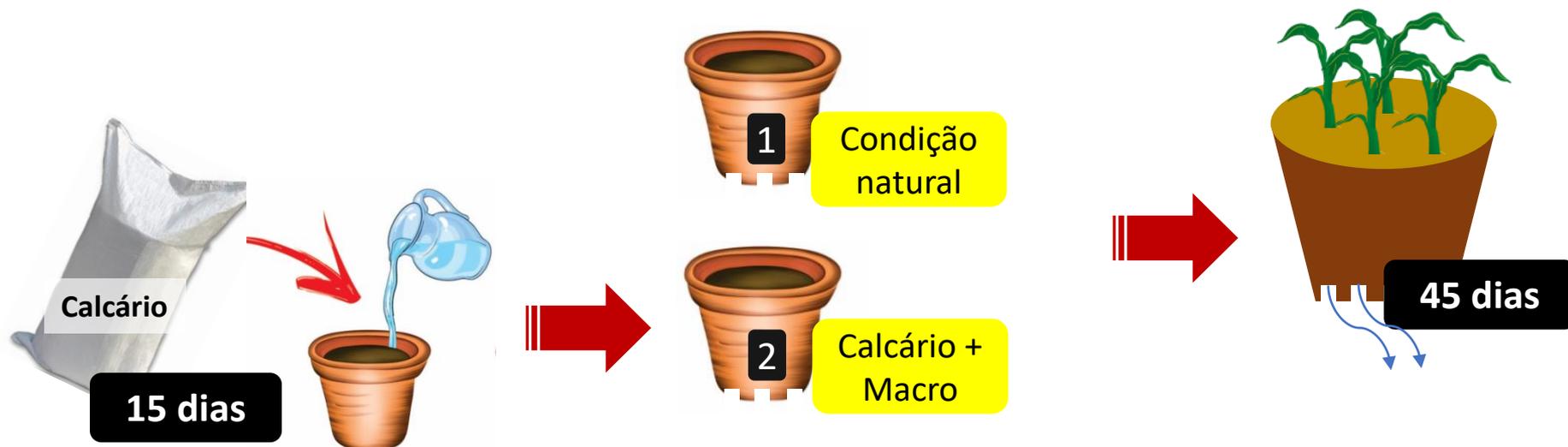
LSO300 - Química e Fertilidade do Solo (2020)



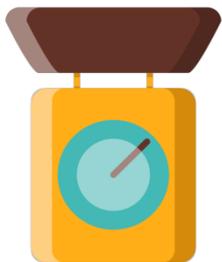
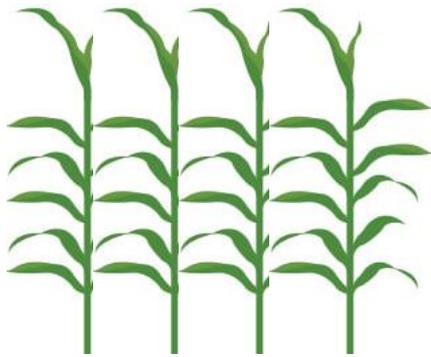
Descrição do experimento: Amostras de 0-20 cm de cinco solos da região de Piracicaba foram acondicionadas em vasos de 3 kg e submetidas a dois tratamentos:

- 1. Sem insumos (condição natural)**
- 2. Com insumos (calcário + NPK + S)**

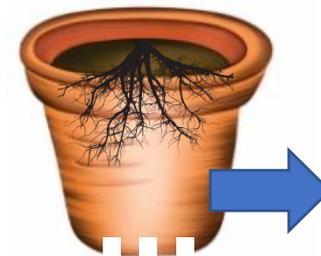
Os solos foram incubados com calcário por 15 dias para correção da acidez. Em seguida, os adubos foram aplicados e plantas de milho (quatro por vaso) cultivadas por 45 dias.



Resultados: A **parte aérea** foi colhida, seca em estufa e pesada para se obter a **produção de matéria seca**. **Amostras de solo** de cada vaso foram coletadas **antes** da aplicação dos insumos e **após** a colheita das plantas.



Antes da colheita



Após a colheita

Exercícios:

1. Considerando os resultados de produção de matéria seca das plantas de milho quando não foram aplicados os insumos (Tabela 1), espera-se que a aplicação dos insumos tenha propiciado aumento de produção de matéria seca em todos os solos? Por quê?

Tabela 1. Produção de matéria seca de plantas de milho cultivadas em cinco solos da região de Piracicaba (média de três repetições) – Sem insumos

Solo	Produção (g / vaso)
Chernossolo	7,8
Cambissolo Háplico	10,5
Nitossolo Vermelho	2,7
Latossolo Vermelho	1,5
Neossolo Quartzarênico	0,7

Respostas:

1. Considerando os resultados de produção de matéria seca das plantas de milho quando não foram aplicados os insumos (Tabela 1), espera-se que a aplicação dos insumos tenha propiciado aumento de produção de matéria seca em todos os solos? Por quê?

Sim. A aplicação de insumos irá proporcionar aumento da produção de matéria seca de milho em todos os solos, devido à correção de acidez (quando necessária) e ao aporte de nutrientes pelos fertilizantes, o que promoverá maior desenvolvimento da planta e aumentará a produção de matéria seca.

Não. Se a aplicação de insumos for acima dos níveis ideais, a calagem e adubação inadequada poderá ocasionar indisponibilidade de alguns nutrientes e desbalanço nutricional na planta, o que prejudicaria o desenvolvimento da planta.

2. Faça uma estimativa do efeito dos insumos na produção de matéria seca das plantas nos diferentes solos, classificando-os em ordem decrescente quanto ao aumento esperado de produção de matéria seca após aplicação dos insumos.

Considerando que a adição de fertilizantes proporcionaria aumento da produção de matéria seca para todos os solos, a classificação seria:

Solo	Produção (g / vaso)	RANKING
Chernossolo	7,8	4
Cambissolo Háplico	10,5	5
Nitossolo Vermelho	2,7	3
Latossolo Vermelho	1,5	2
Neossolo Quartzarênico	0,7	1

Entretanto, a estimativa torna-se incerta, pois não há dados suficientes para interpretação.

3. Compare a sua classificação com os resultados obtidos no experimento (Tabela 2). Houve muita diferença entre o esperado e o obtido? Explique.

Tabela 2. Produção de matéria seca de milho cultivado por 45 dias em solos tratados com calcário e macronutrientes, e incremento de produção em resposta aos insumos (médias de três repetições).

Solo	Sem insumos (A)	Com insumos (B)	Incremento (B/A)
	----- g -----		
Neossolo quartzarênico	0,7	10,5	15
Latossolo Vermelho	1,5	18,0	12
Nitossolo Vermelho	2,7	13,5	5
Chernossolo	7,8	31,2	4
Cambissolo Háplico	10,5	21,0	2

3. Compare a sua classificação com os resultados obtidos no experimento (Tabela 2). Houve muita diferença entre o esperado e o obtido? Explique.

Solo	Sem insumos (A)	Com insumos (B)	Incremento (A/B)
	----- g -----		
Neossolo quartzarênico (1)	0,7	10,5	15
Latossolo Vermelho (2)	1,5	18,0	12
Nitossolo Vermelho (3)	2,7	13,5	5
Chernossolo (4)	7,8	31,2	4
Cambissolo Háplico (5)	10,5	21,0	2

Visto que todos os solos responderam à aplicação de insumos, os solos com menores produções de matéria seca (sem insumos) obtiveram maior incremento de produção (com insumos).

4. Por que a produção do Cambissolo Háplico (Tabela 2), que era a mais alta sem a aplicação dos insumos, deixou de ser quando os insumos foram aplicados?

Provavelmente, o solo estava com teores elevados de nutrientes, o que fez com que o incremento da produção fosse inferior aos demais solos após a aplicação de fertilizantes. O Chernossolo tem alto teor de matéria orgânica e assim elevada CTC, que pode ter retido os nutrientes catiônicos e disponibilizados esses nutrientes para o milho.

5. Com base nas características dos solos não adubados (Tabela 3), divida os valores em classes de acidez, saturação por bases (V%) e teores de P, K, Ca, Mg e S.

Tabela 3. Propriedades químicas dos solos utilizados nos experimento (Sem insumos).

Solo	pH CaCl ₂	M.O.	P	SO ₄	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	m
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³		-----mmol _c dm ⁻³ -----							---%---	
Chernossolo	4,9	64	62	92	13,2	106	30	1	58	149	207	72	1
Cambissolo Háplico	4,9	37	163	48	7,0	80	11	1	58	98	156	63	1
Nitossolo Vermelho	6,1	33	24	49	4,4	82	17	0	16	103	119	87	0
Latossolo Vermelho	4,9	22	19	32	3,4	40	16	1	42	59	101	59	2
Neossolo Quartzarênico	3,6	11	4	15	0,3	4	1	12	25	5	30	17	69

Teor	Produção relativa %	K trocável mmol _c dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³			
			Florest.	Perenes	Anuais	Hortaliças
M. baixo	0-70	0-0,7	0-2	0-5	0-6	0-10
Baixo	71-90	0,8-1,5	3-5	6-12	7-15	11-25
Médio	91-100	1,6-3,0	6-8	13-30	16-40	26-60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
M. alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120

Acidez	pH (CaCl ₂ 0,01 M)	Saturação por bases	V%
Muito alta	até 4,3	Muito baixa	0 - 25
Alta	4,4 - 5,0	Baixa	26 - 50
Média	5,1 - 5,5	Média	51 - 70
Baixa	5,6 - 6,0	Alta	71 - 90
Muito baixa	> 6,0	Muito alta	> 90

Fonte: Raij et al. (1996)

Teor	Ca mmol _c dm ⁻³	Mg mmol _c dm ⁻³	S-SO ₄ mg dm ⁻³
Baixo	0-3	0-4	0-4
Médio	4-7	5-8	5-10
Alto	>7	>8	>10

Fonte: Raij et al. (1996)

INTERPRETAÇÃO DE CLASSES DE TEORES DE ELEMENTOS NO SOLO

Respostas:

5. Com base nas características dos solos não adubados (Tabela 3), divida os valores em classes de acidez, saturação por bases (V%) e teores de P, K, Ca, Mg e S.

Solo	Acidez	Saturação por bases (V%)	P	S	K	Ca	Mg
			----- mg dm ⁻³ -----		----- mmol _c dm ⁻³ -----		
Chernossolo	Alta	Alta	Alto	Alto	M. Alto	Alto	Alto
Cambissolo Háplico	Alta	Média	M. Alto	Alto	M. Alto	Alto	Alto
Nitossolo Vermelho	M. Baixa	Alta	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Latossolo Vermelho	Alta	Média	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Neossolo Quartzarênico	M. Alta	M. Baixa	M. Baixo	Alto	M. Baixo	Médio	Baixo

6. Baseando-se nas características dos solos corrigidos e adubados (Tabela 4) e nos limites de interpretação dos teores de nutrientes em solos, qual ou quais atributos mais limitaram a produção de matéria seca de milho? Por quê?

Tabela 4. Propriedades químicas dos solos após aplicação dos insumos e após a colheita.

Solo	pH CaCl ₂	M.O.	P	SO ₄	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	m
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----							---%---		
Chernossolo	5,5	52	126	107	3,6	100	40	0	25	144	169	85	0
Cambissolo Háptico	5,5	37	166	48	4,5	92	25	0	31	122	153	80	0
Nitossolo Vermelho	6,8	31	89	78	1,1	93	25	0	10	119	129	92	0
Latossolo Vermelho	6,1	20	68	45	1,2	55	20	0	18	76	94	81	0
Neossolo Quartzarênico	5,9	11	56	59	0,8	20	5	0	10	25	35	71	0

Teor	Produção relativa %	K trocável mmol _c dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³			
			Florest.	Perenes	Anuais	Hortaliças
M. baixo	0-70	0-0,7	0-2	0-5	0-6	0-10
Baixo	71-90	0,8-1,5	3-5	6-12	7-15	11-25
Médio	91-100	1,6-3,0	6-8	13-30	16-40	26-60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
M. alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120

Fonte: Raij et al. (1996)

Acidez	pH (CaCl ₂ 0,01 M)	Saturação por bases	V%
Muito alta	até 4,3	Muito baixa	0 - 25
Alta	4,4 - 5,0	Baixa	26 - 50
Média	5,1 - 5,5	Média	51 - 70
Baixa	5,6 - 6,0	Alta	71 - 90
Muito baixa	> 6,0	Muito alta	> 90

Fonte: Raij et al. (1996)

Teor	Ca mmol _c dm ⁻³	Mg mmol _c dm ⁻³	S-SO ₄ mg dm ⁻³
Baixo	0-3	0-4	0-4
Médio	4-7	5-8	5-10
Alto	>7	>8	>10

Fonte: Raij et al. (1985) e Raij et al. (1996)

6. Baseando-se nas características dos solos corrigidos e adubados (Tabela 4) e nos limites de interpretação dos teores de nutrientes em solos, qual ou quais atributos mais limitaram a produção de matéria seca de milho? Por quê?

Solo	Acidez	Saturação por bases (V%)	P	S	K	Ca	Mg
			----- mg dm ⁻³ -----	-----	-----	mmol _c dm ⁻³ -----	-----
Chernossolo	Média	Alta	M. Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Cambissolo Háplico	Média	Alta	M. Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Nitossolo Vermelho	M. Baixa	M. Alta	M Alto	Alto	Baixo	Alto	Alto
Latossolo Vermelho	M. Baixa	Alta	Alto	Alto	Baixo	Alto	Alto
Neossolo Quartzarênico	Baixa	Alta	Alto	Alto	Baixo	Alto	Médio

*Para o **Neossolo Quartzarênico**, quase todos atributos foram limitantes para a produção de matéria seca.*

*No geral, a **acidez** foi o atributo que mais limitou a produção do milho.*

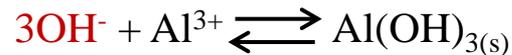
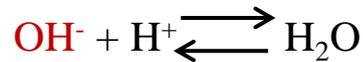
7. Uma vez que as quantidades de insumos aplicadas foram iguais para todos os solos, não seria esperado que os valores de produção de milho nos cinco solos corrigidos e adubados fossem semelhantes? Por quê?

Não. Pois o potencial produtivo e os teores iniciais de nutrientes no solo eram distintos entre as classes de solo.

8. Comparando as características dos solos não adubados (Tabela 3) com a dos solos adubados e cultivados com milho (Tabela 4), como explicar a variação dos teores de P ter sido diferente da variação dos teores de K?

A variação dos teores pode ser explicado pela dinâmica dos elementos no solo e extração/exportação pelas plantas. Enquanto o K tem alta mobilidade no solo, o fósforo tem baixa mobilidade e é exigido em quantidades inferiores às de K.

9. Por ocasião da colheita do milho, os teores de alumínio trocável dos solos se tornaram iguais a zero (Tabela 4). Explique quimicamente o que ocorreu.



10. Que medidas podem ser tomadas para que o Neossolo Quartzarênico produza mais matéria seca?

Adoção de práticas que visem ao aumento do teor de matéria orgânica no solo, como fertilizantes orgânicos (curto prazo), adubação verde (médio prazo), plantio direto (longo prazo), sistemas de integração (longo prazo), entre outros.

11. A dose única de calcário dolomítico foi adequada para todos os solos? Por quê?

Não. Porque a aplicação de calcário não era necessária para todos os solos. A necessidade de calagem deve ser sempre realizada com base na análise química do solo e na cultura a ser empregada. Exemplo: Para o milho, a calagem é recomendada em solos com saturação por bases do solo for inferior a 70%.

Tabela 3. Propriedades químicas dos solos utilizados nos experimento (sem insumos).

Solo	pH CaCl ₂	M.O.	P	SO ₄	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	m
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³		-----mmolc dm ⁻³ -----							---%---	
Chernossolo	4,9	64	62	92	13,2	106	30	1	58	149	207	72	1
Cambissolo Háplico	4,9	37	163	48	7,0	80	11	1	58	98	156	63	1
Nitossolo Vermelho	6,1	33	24	49	4,4	82	17	0	16	103	119	87	0
Latossolo Vermelho	4,9	22	19	32	3,4	40	16	1	42	59	101	59	2
Neossolo Quartzarênico	3,6	11	4	15	0,3	4	1	12	25	5	30	17	69

12. As doses de N, P e K aplicadas foram fixas e independentes do solo. Foi correto aplicar a mesma quantidade de adubo em todos os solos? Explique.

Não. Os teores iniciais de nutrientes em cada solo eram diferentes e, portanto, as exigências deveriam ser interpretadas de forma específica.