

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

RHENAN LIMA TOMAZ DUARTE

**COMPARAÇÃO DE DOIS CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICOS DA
FERTILIDADE DO SOLO E DE RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2016

RHENAN LIMA TOMAZ DUARTE

**COMPARAÇÃO DE DOIS CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICOS DA
FERTILIDADE DO SOLO E DE RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Viçosa como parte das exigências para a
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: trabalho
científico.**

Orientador: Reinaldo Bertola Cantarutti

**Coorientador: Samuel Vasconcelos
Valadares**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2016

RHENAN LIMA TOMAZ DUARTE

**COMPARAÇÃO DE DOIS CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICOS DA
FERTILIDADE DO SOLO E DE RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Viçosa como parte das exigências para a
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: trabalho
científico.**

APROVADO: 08 de novembro de 2016.

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti
(Orientador)

RESUMO

O Brasil é um dos principais *players* do agronegócio mundial, faturando cerca de 498 bilhões de reais em 2015. Nesse contexto, a fertilização se destaca entre os fatores de produção, diante da limitada fertilidade dos solos brasileiros. Entre os manuais para o diagnóstico da fertilidade do solo e as recomendações de adubação, com base na análise química, destacam-se a Recomendação de Adubação e Corretivos para Minas Gerais -5ª Aproximação, e as Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo – Boletim 100. O objetivo deste trabalho foi confrontar o diagnóstico da fertilidade e as recomendações de adubações indicadas pela 5ª Aproximação e pelo Boletim 100. Para isso utilizaram-se resultados das análises químicas de 50 solos produzidos no Laboratório de Rotina do DPS/UFV e no Laboratório do Instituto Agrônomo de Campinas, SP. Os teores de P-Mehlich-1 (5ª aproximação) e de P-Resina (Boletim 100) correlacionaram-se quando os solos foram agrupados pelo fator capacidade (P-remanescente). Em geral houve a Resina estimou maiores teores de P. Os teores K-Mehlich-1 e K-Resina se correlacionaram sem, no entanto, serem equivalentes. Apenas os teores de Zn e Cu obtidos por ambos os extratores se correlacionaram, mas em geral o extrator Mehlich-1 extraiu maiores teores Zn, Cu, Fe e Mn. A acidez potencial em acetato de cálcio (5ª Aproximação) e em SMP (Boletim 100) se correlacionaram, mas este último subestimou a acidez. Os modelos de diagnóstico da fertilidade e de recomendação da adubação nos dois manuais foram estruturados sob os mesmos fundamentos. No entanto, não se verificou plena convergência nas classes de diagnóstico da fertilidade dos solos, sendo frequentes discrepâncias em até uma classe de disponibilidade. Também foram discrepantes as doses de P₂O₅ e K₂O recomendadas para soja (2.882 e 3.600 kg/ha) e milho (4.207 e 9.000 kg/ha). Para as duas produtividades de soja a 5ª Aproximação recomendou maiores doses de doses de P e K. Houve maior equivalência entre as doses de P recomendadas para a milho com a menor produtividade, sendo que a 5ª Aproximação recomendou sistematicamente menores doses de K. Para milho de maior produtividade a 5ª Aproximação recomendou, em geral maiores doses de P, embora o mesmo não tenha sido verificado para as doses de K.

Palavras chave: Mehlich-1, Resina, Calibração, Minas Gerais, São Paulo

Abstract

Brazil is one of the main *players* of the world Agribusiness, making the profit of around 498 billion reais in 2015. In this context, the fertilization is highlighted between the production factors, against Brazilian soil limited fertility. Among the manuals of the fertility diagnostics of soil and fertilization recommendations, with the basis in a chemical analyzes, are highlighted the Recommendation of Fertilization and Corrective to Minas Gerais -5^a Aproximação and the Recommendations of Fertilization and Liming for the São Paulo state -Boletim 100. The aim of this work was to confront the diagnostics of fertility and the recommendation of fertilization indicated 5^a Aproximação and by the Boletim 100. Due to this purpose it was used results from chemical analyzes from 50 soils produced in the Laboratório de Rotina do DPS/UFV and in the Laboratório do Instituto Agronômico de Campinas, SP. The P-Mehlich-1 contents (5^a Aproximação) and P-Resina (Boletim 100) correlated to each other when the soils were grouped by the capacity factor (P- remaining). In general, it was estimated the major P contents. The contents K-Mehlich-1 and K-Resina correlate to each other although, without, equivalents. Only the K-Mehlich-1 and K-Resina contents obtained by both the extractors correlate to each other, but, in general, the extractor Mehlich-1 extracted contents Zn, Cu, Fe and Mn. The potential acidity in calcium acetate (5^a Aproximação) and in SMP (Boletim 100) correlate to each other, but the last underestimated the acidity. The diagnostics fertility models and the recommendation in the manuals were structured under the same fundamentals. Even though, it wasn't verified the full convergence in the diagnostics fertility classes in the soils convergence, being frequent discrepancies until one class of availability. There were also discrepant the P₂O₅ and K₂O quantities recommended for soybeans (2.882 and 3.600 kg/ha) and corn (4.207 and 9.000 kg/ha). To the soybean productivity the 5^a Aproximação recommended bigger of P and K. There was a bigger equivalence between the P contents and the corn with a smaller productivity, considering tha the 5^a Aproximação recommended systematically smaller K contents. In order of a bigger corn productivity the 5^a Aproximação recommended, in general bigger P contents, though the same haven't been verified to the K quantities.

Keywords: Mehlich-1, Resin, Calibration, Minas Gerais, São Paulo

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1 Teores de Fósforo	11
3.2 Teores de Potássio	14
3.3 Teores de Cálcio e Magnésio	14
3.4 Teores de Zinco, Manganês, Ferro e Cobre	15
3.5 Acidez Potencial (H+Al)	16
3.6 Recomendação de Adubação para Milho e Soja.....	17
4. CONCLUSÃO	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos principais *players* do mundo no agronegócio faturando R\$ 498,48 bilhões em 2015, sendo este setor responsável pelo saldo de R\$ 88,22 bilhões nas exportações do país neste período. A participação de 46,2 % do total das exportações brasileiras coloca o setor agropecuário como principal responsável pelo saldo positivo da balança comercial do país (MAPA, 2016). Estes dados comprovam a importância de se construir níveis de produção cada vez mais sólidos e competitivos que continuem a impulsionar o Brasil no cenário mundial e no desenvolvimento interno.

Para que se tenha boa produção agrícola se faz necessário que os nutrientes estejam em quantidades adequadas às plantas, de tal forma que se atinjam altas produtividades. A aplicação de fertilizantes no solo visa repor suas perdas, onde as plantas, a cada ciclo de cultivo, extraem os nutrientes do solo na forma de grãos de milho, soja e arroz que não retornam para a área (Camargo, 2012). Como maneira de se identificar a ausência de um equilíbrio nutricional, recomenda-se realizar a análise de solo antes de qualquer trato cultural buscando identificar as possíveis falhas.

A principal finalidade da análise de solo é avaliar a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Assim, é possível estimar, em caso de deficiência, a quantidade a ser aplicada de corretivos e fertilizantes adequado de acordo com a necessidade eficiência de uso das plantas. A análise de solo somente é viável quando apoiada em um programa de calibração dos valores encontrados pelo método analítico com o rendimento das culturas (Schlindwein & Gianello, 2008).

Os métodos de análise química de solo em uso no Brasil podem ser categorizados em dois grupos: um é fundamentado no uso do extrator ácido Mehlich-1 e da solução salina de KCl e o outro usa como extrator resinas de troca iônica (aniônica e catiônica) e o extrator quelatante DTPA (Cantarutti et al., 2007). O Mehlich-1, que consiste de uma mistura bi-ácida (HCl 0,5 mol/L + H₂SO₄ 0,0125 mol/L), é o extrator oficial em Minas Gerais, embora seja de uso generalizado no Brasil para caracterizar a disponibilidade de P, K, Zn, Fe, Cu e Mn. Já as Resinas mistas são polímeros sintéticos, com capacidade de adsorver ânions, como fosfato, e cátions, como Ca, Mg e K ativos na solução. O DTPA é

utilizando para avaliar a disponibilidade dos micronutrientes catiônicos (Zn, Cu, Fe e Mn). Ambos são amplamente usados no Estado de São Paulo e em outras regiões do Brasil.

Os critérios para o diagnóstico da fertilidade com base nas análises químicas de solo, bem com as orientações para a fertilização das culturas estão organizadas em manuais, tendo como exemplos: Recomendação para Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (Ribeiro et al., 1999), Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo – Boletim Técnico 100 (Raij et al., 1996), Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Sociedade..., 2004) e Sugestão de Adubação e Calagem para Culturas de Interesse Econômico no Estado do Paraná – Circular Técnica 128 (Oliveira, 2003). Cada manual exhibe uma metodologia para produzir um diagnóstico da fertilidade do solo e recomendação da adubação, podendo variar de um para outro.

O modelo de diagnóstico da fertilidade do solo se fundamenta na vinculação dos teores dos nutrientes categorizados em classes de disponibilidade com a produção relativa das culturas. Em geral, consideram-se cinco classes de disponibilidade que se relacionam com produção relativa variando de 50 a 100% (Cantarutti et al., 2007).

As recomendações de fertilizantes para as culturas são sistematizadas em tabelas seguindo as classes de disponibilidade dos nutrientes no solo. As recomendações de adubação são feitas com base em produtividades esperadas ou metas estipuladas de produtividade, onde as maiores produtividades demandam maior quantidade de fertilizantes. No entanto, não se deve confundir produtividade esperada com produtividade desejada (Raij et al., 1996), sendo que a expectativa de produtividade deve ser baseada nas médias atingidos em safras anteriores (Sociedade..., 2004). Os índices de produtividade serão baseados nas recomendações de macro e micronutrientes que terão como função exigências nutricionais das culturas.

Observa-se que há maior detalhamento nas recomendações de fósforo e de potássio haja visto sua importância nas plantas, embora também haja recomendações de micronutrientes para algumas culturas. Já as

recomendações de cálcio e magnésio geralmente estão ligadas a correção da acidez do solo. Recomendações de nitrogênio são baseadas em experimentos locais de resposta à aplicação de doses crescentes de N (Ribeiro et al., 1999), no diagnóstico indireto da disponibilidade por meio do teor encontrado de matéria orgânica (Sociedade..., 2004) ou no manejo de solo e culturas anteriores (Raij et al., 1996).

Apesar da semelhança entre os procedimentos de calibração dos métodos de análise, não há uma perfeita equivalência entre as doses recomendadas para as culturas nos diferentes manuais, mesmo considerando-se as mesmas classes de disponibilidade dos nutrientes nas faixas de produtividade (Cantarutti et al., 2007). Além disso, esses autores relatam a baixa consistência entre as recomendações por diferentes manuais, o que é evidenciado por meio de baixas correlações entre as doses recomendadas.

O objetivo deste trabalho foi comparar os diagnósticos da fertilidade do solo e as recomendações de adubações de acordo com a 5ª Aproximação (Ribeiro et al., 1999) e o Boletim 100 (Raij et al., 1996), que diferem, basicamente por utilizarem os extratores Mehlich-1 e Resina de troca aniônica/catiônica respectivamente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas 50 amostras de solo entre 2000 amostras analisadas em 2015 no Laboratório de Análises de Rotina de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos (DPS) da Universidade Federal de Viçosa. Essas amostras foram selecionadas de modo a cobrir uma ampla variação de fator capacidade: entre 5 e 55 mg/L de P remanescente (Prem) (Tabela 1).

Para o presente estudo foram utilizados os resultados analíticos obtidos no laboratório do DPS, considerando-se os teores de P, K, Fe, Zn, Mn e Cu disponíveis obtidos com o extrator Mehlich-1 (HCl 0,5 mol/L + H₂SO₄ 0,0125 mol/L), Ca²⁺ e Mg²⁺ com o extrator KCl (1mol/L), P remanescente (Prem) e de acidez potencial (H+Al) extraído em (Ca(OAc)₂ pH 7,0).

As mesmas amostras de solo foram enviadas ao Instituto Agronômico de Campinas (IAC), onde foram obtidos os teores de P, K, Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com resina mista (aniônica/catiônica), Cu, Fe, Mn e Zn utilizando o DTPA (ácido dietilenotriaminopentaacético) e a acidez potencial (H+Al) estimada pelo método tampão SMP.

Tabela 1. Número e distribuição relativa dos 50 solos de acordo com a variação no fator capacidade, caracterizado pelo valor de P remanescente (P rem)

P rem mg/L	Distribuição	
	Nº	%
< 10,0	3	6
10,1 - 19,0	7	14
19,1 - 30,0	14	28
30,1 - 44,0	20	40
> 44,0	6	12

Estabeleceram-se regressões lineares ($Y = \alpha + \beta X$) entre os resultados analíticos obtidos pelos dois laboratórios e considerou-se a equivalência entre eles quando $\alpha \approx 0$ e $\beta \approx 1$. Considerou-se que houve consistência entre os resultados quando r (coeficiente de correlação $\approx 1,00$).

Os resultados obtidos no laboratório do DPS foram interpretados seguindo o manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (Ribeiro et al., 1999). Os resultados obtidos no laboratório do IAC foram interpretados de acordo com o Boletim 100 (Raij et al., 1996).

Os teores de P e K, Zn, Cu, Fe, Mn, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram interpretados considerando-se as classes de disponibilidade muito baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4) e muito alta (5), de acordo com os critérios da 5ª Aproximação e Boletim 100, respectivamente. Os números entre parêntese correspondem a códigos que possibilitaram estabelecer índices de discrepâncias (Δ Disp), ou seja o grau de divergência entre as interpretações realizadas a partir dos resultados e os respectivos manuais de interpretação. Assim, obtiveram-se Δ

Disp com magnitude de até $|4|$ unidades ocorrendo, situações de equivalência no diagnóstico dos dois manuais, ou seja, discrepância nula ($\Delta \text{Disp} = 0$), outras em que a 5ª Aproximação estimou menor disponibilidade ($\Delta \text{Disp} > 0$) e ainda aquelas que o a 5ª Aproximação estimou maior disponibilidade ($\Delta \text{Disp} < 0$). Calculou-se, também a distribuição percentual dos 50 solos nas classes de discrepância.

Com base no diagnóstico da disponibilidade de P e K foram estabelecidas doses de P_2O e K_2O para milho e soja, utilizando as recomendações dos respectivos manuais. Para tanto, consideraram-se como produtividades esperadas as médias brasileiras de 2.882 e 4.207 kg/ha de soja e milho respectivamente, e as produtividades médias de lavouras de elevado nível tecnológico de 3.600 kg/ha de soja e 9.000 kg/ha de milho, conforme estimativas da CONAB para a safra brasileira 2015/2016.

Para os solos em que ocorreram menor discrepância entre os diagnósticos ($-1 \geq \Delta \text{Disp} \leq 1$) estabeleceu-se a discrepância entre as doses (ΔDose) de P_2O_5 e K_2O recomendadas pela 5ª Aproximação e pelo Boletim 100. Para a equivalência entre as doses $\Delta \text{Dose} = 0$, enquanto para doses maiores recomendadas pela 5ª Aproximação $\Delta \text{Dose} > 0$ e para doses menores $\Delta \text{Dose} < 0$.

3. Resultados e Discussão

3.1 Teores de Fósforo

Os teores de fósforo encontrados pelo método da Resina e Mehlich-1 apresentaram baixa correlação (Figura 1). Seria esperada correlação entre os dois métodos mesmo que não apresentem equivalência, considerando que ambos foram selecionados pela capacidade de estimar a disponibilidade de fósforo (Cantarutti et al, 2007).

Para tentar compreender a não correlação entre os teores de fósforo estimados por Mehlich-1 e Resina, fez-se a interpretação agrupando os solos com base no fator capacidade (Figura 2). Assim, quando se agruparam os solos

pelo fator capacidade observou-se boa correlação entre os teores extraídos por Mehlich-1 e Resina. Isso poderia ser uma evidencia de que a Resina apresentou sensibilidade ao fator capacidade do solo, contradizendo o que se afirma na literatura sobre Resina.

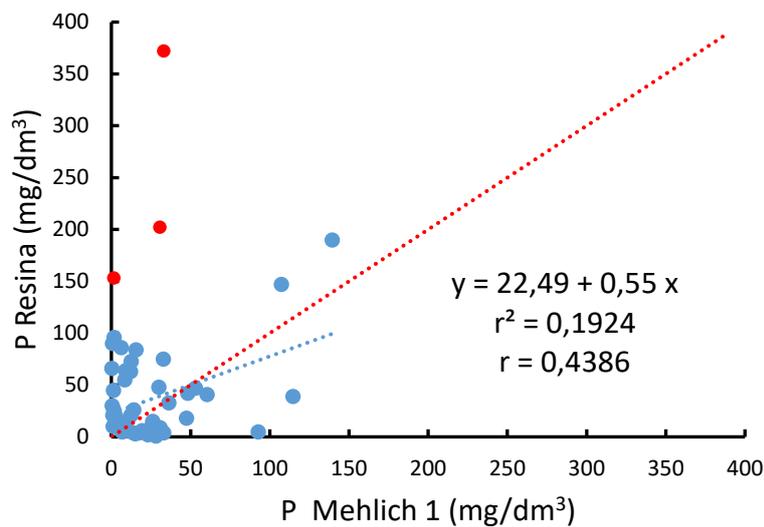


Figura 1. Relação entre os teores de P disponível extraído pelos extratores Mehlich-1 e Resina de troca aniônica. Pontos em cor vermelha foram considerados *outliers* (variação maior que 100%) e não incluídos no ajuste da regressão. A linha em vermelho representa a equivalência entre os métodos ($y=x$).

Como era esperado nos solos bem tamponados ($P\text{-rem} < 10 \text{ mg}$) a Resina superestimou os teores de P extraídos, o que se justifica pelo desgaste sofrido por Mehlich-1. Contudo, mesmo em solos pouco tamponados ($P\text{-rem} > 44 \text{ mg}$) a Resina também extraiu teores de P maiores que os extraídos por Mehlich-1, para as condições de maiores disponibilidades de P.

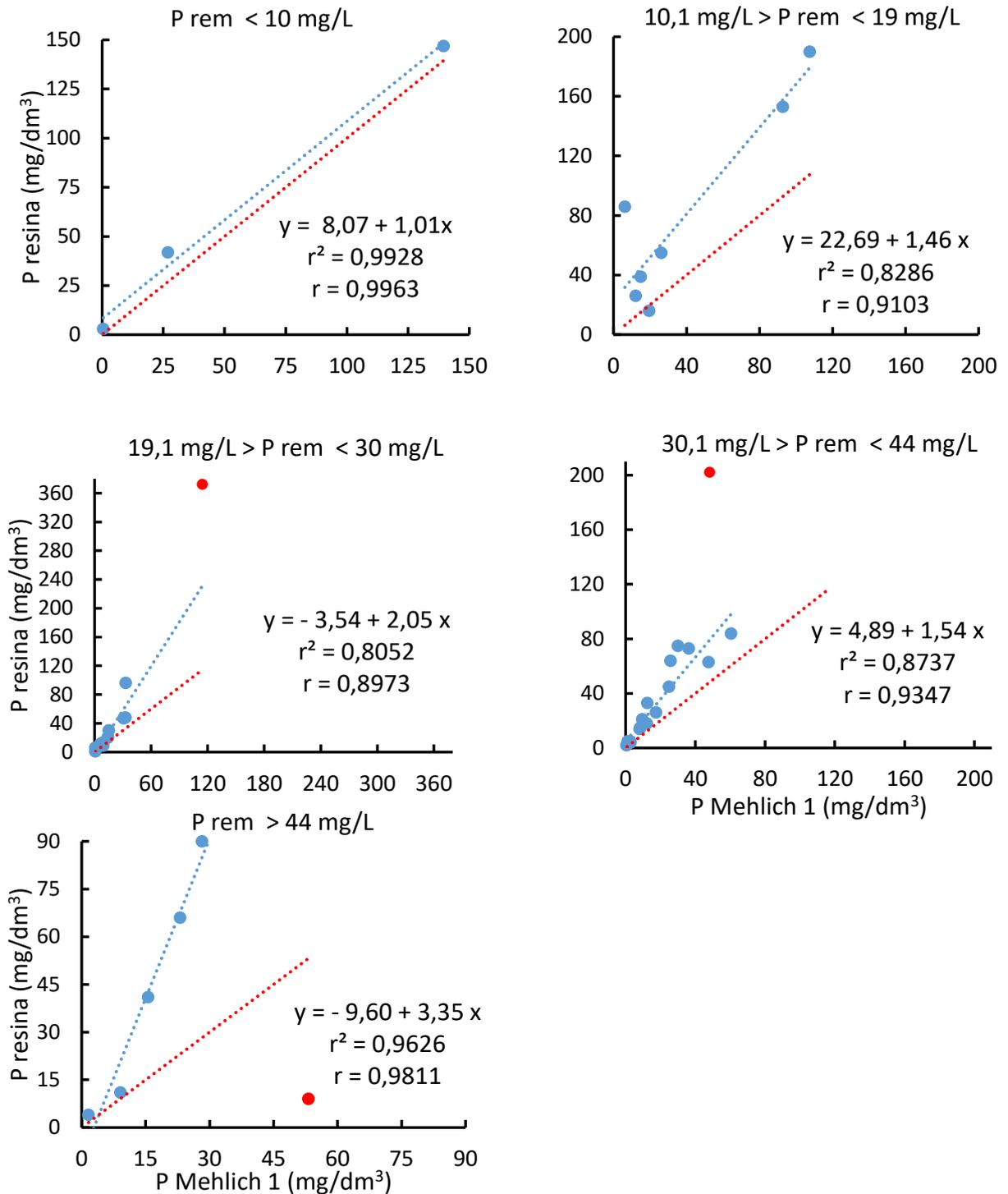


Figura 2. Relação entre os teores de P disponível extraído pelos extratores Mehlich-1 e Resina de troca aniônica, de acordo com classes de P remanescente (Prem). Pontos em cor vermelha foram considerados *outliers* (variação maior que 100%) e não incluídos no ajuste da regressão. Linha em vermelho representa a equivalência entre os métodos ($y=x$).

3.2. Teores de Potássio

Para os teores de potássio, os extratores Mehlich-1 e Resina apresentaram boa correlação (Figura 3), o que se justifica por ser um nutriente facilmente “extraível”. Esse potássio extraído inclui todo o K na solução do solo e predominantemente o K adsorvido a CTC (K trocável) e uma pequena fração de K não-trocável (Ernani et al, 2007).

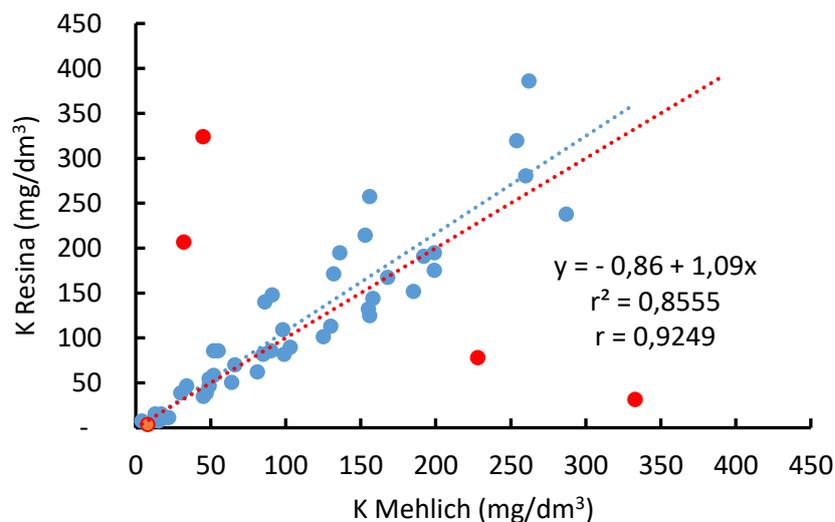


Figura 3. Relação entre os teores de K disponível extraído pelos extratores Mehlich-1 e Resina de toca aniônica. Pontos em cor vermelha foram considerados *outliers* (variação maior que 100%) e não incluídos no ajuste da regressão. Linha em vermelho representa a equivalência entre os métodos ($y=x$).

Os métodos apresentaram boa equivalência nos resultados, ressaltando que tanto Mehlich-1 quanto Resina são eficientes na extração deste nutriente do solo. A tendência de Resina e Mehlich-1 extraírem teores semelhantes de potássio do solo também foi observada por BORTOLON et al (2009) e MEDEIROS et al (2010).

3.3. Teores de Cálcio e Magnésio

Houve bom nível de correlação na extração de cálcio e magnésio disponíveis pelos extratores KCl e Resina (Figuras 4). No entanto, constatou-se a tendência de a Resina estimar maiores teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Para cálcio

existiu a tendência de a Resina estimar maiores teores em condições de maior disponibilidade de Ca^{2+} .

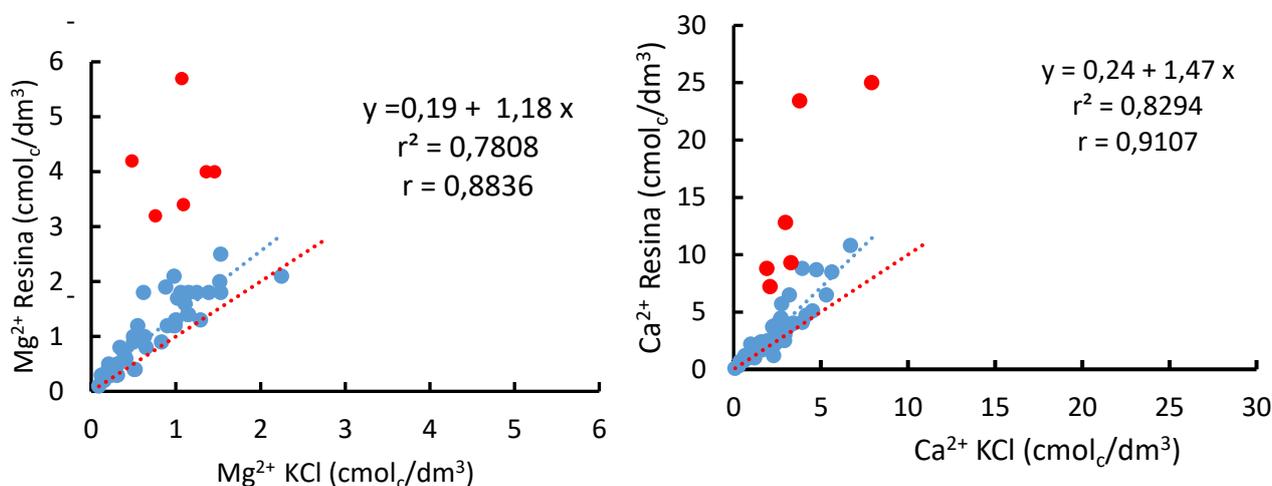


Figura 4. Relação entre os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} disponíveis extraídos pelos extratores KCl e Resina de toca aniônica. Pontos em cor vermelha foram considerados *outliers* (variação maior que 100%) e não incluídos no ajuste da regressão. Linha em vermelho representa a equivalência entre os métodos ($y=x$)

3.4. Teores de Zinco, Manganês, Ferro e Cobre

Os teores obtidos pelos extratores Mehlich-1 e DTPA apresentaram boa correlação na extração de zinco e cobre (Figura 5). No entanto, constatou-se alguma equivalência entre os teores obtidos por eles principalmente em condições em que os solos apresentam baixa disponibilidade destes nutrientes. A correlação entre os teores de ferro e manganês foram baixas (Figura 5). Verificou-se a tendência do extrator Mehlich-1 superestimar os teores, sobretudo para o Mn (Figura 5). Tais resultados devem-se à forma de ação do DTPA, que age como quelante, extraíndo, portanto, as formas mais lábeis dos micronutrientes. Por outro lado, o extrator ácido Mehlich-1 pode ser capaz de extrair metais não-lábeis da fase sólida, removendo os metais dos sítios de troca e parte daqueles complexados ou adsorvidos (Abreu et al, 2007).

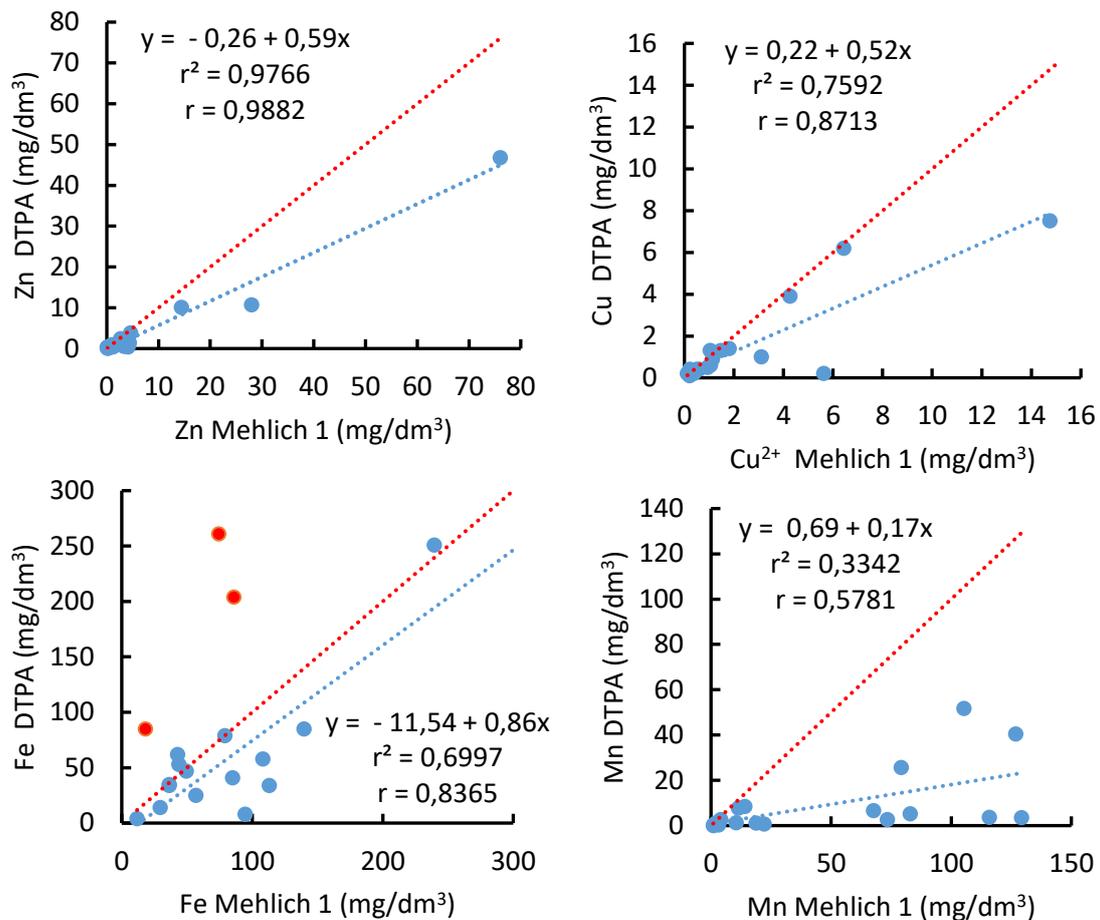


Figura 5. Relação entre os teores de Zn²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺ e Cu²⁺ disponíveis extraídos pelos extratores Mehlich-1 e DTPA. Pontos em cor vermelha foram considerados *outliers* (variação maior que 100%) e não incluídos no ajuste da regressão. Linha em vermelho representa a equivalência entre os métodos (y=x).

3.5. Acidez Potencial (H+Al)

Os métodos SMP e Ca(OAc)₂ apresentaram um bom nível de correlação (Figura 6). Constatou-se que o SMP subestimou os teores de H + Al na maioria dos solos. Considerando que o teor de H+Al é utilizado para calcular a CTC dos solos, ao se definir menores valores deste componente, poderá resultar em uma diminuição na determinação da necessidade de calagem utilizando o método da saturação por bases (Raij, 1981). Conseqüentemente, não se atingiria as

saturações por bases pretendidas e, há de fato relatos, que isso é frequente nas condições de campo.

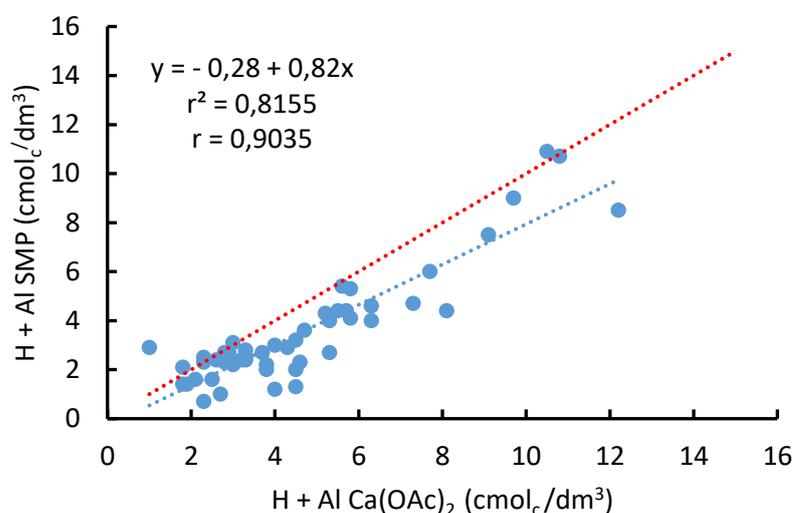


Figura 6. Relação entre os valores da Acidez Potencial determinados pelo método SMP e Ca(OAc)₂. Linha em vermelho representa a equivalência entre os métodos (y=x).

3.6. Recomendação da Adubação para Milho e Soja

Os 50 solos estudados distribuíram-se de forma mais homogênea entre as cinco classes de disponibilidade P, de acordo a interpretação pelo Boletim 100 (Tabela 2). Por outro lado, o critério de diagnóstico da 5ª Aproximação indicou uma distribuição mais desuniforme. Apenas 6 % dos solos foram classificados como de média fertilidade e a maior proporção deles foram classificados como de muito baixa ou muito alta fertilidade (Tabela 2). A pouca concordância entre os diagnósticos feitos pelos critérios dos dois manuais é coerente com a baixa correlação verificada entre os teores de P-Mehlich-1 e P-Resina (Figura 1). A maior discriminação no diagnóstico pela 5ª Aproximação deve-se ao fato deste critério levar em conta o fator capacidade do solo por meio do P-rem.

Coerente com a boa correlação entre os teores de K-Mehlich-1 e K-Resina, verificou-se alta semelhança entre os diagnósticos da disponibilidade de K com base na 5ª Aproximação e o Boletim 100 (Tabela 2). Ainda assim, de acordo com

a 5ª Aproximação 40 % dos solos foram identificados como de muito alta disponibilidade de K, frente a apenas 12 % pelo Boletim 100.

Tabela 2. Distribuição relativa (%) dos 50 solos entre as classes de disponibilidade de P e K de acordo com os critérios de interpretação dos manuais 5ª Aproximação (Mehlich-1) e Boletim 100 (Resina)

Classe de disponibilidade	P		K	
	Mehlich-1	Resina	Mehlich-1	Resina
	%			
Muito Baixa	36	22	12	18
Baixa	14	18	12	18
Média	6	20	20	24
Alta	16	22	16	28
Muito Alta	28	18	40	12

Para 90 % dos solos ocorreu discrepância em até uma classe de disponibilidade de P qualificadas pelos dois manuais, mas apenas para 50 % deles ocorreu equivalência entre as classes de diagnóstico (Tabela 3). Apenas um solo (2 %) a Resina o qualificou como de muito alta disponibilidade de P, enquanto que a 5ª Aproximação o qualificou como baixa disponibilidade. Não é esperado que a Resina extraia teores P muito maiores do que os teores extraídos pelo Mehlich-1.

Para 36 % dos solos os dois manuais levaram a diagnóstico equivalente quanto à disponibilidade de K (Tabela 3), enquanto que para 52 % dos solos os a 5ª Aproximação o qualifica em até uma classe de disponibilidade mais elevada do que o Boletim 100. Considerando que os extratores Mehlich-1 e Resina tenderam extrair teores equivalentes de K (Figura 3), a tendência da 5ª Aproximação superestimar as classes de disponibilidade de K deve-se aos critérios de definição das classes de disponibilidade nas tabelas de diagnóstico dos dois manuais.

Tabela 3. Distribuição relativa (%) dos 50 solos quanto a discrepância (Δ Disp) entre as classes de disponibilidade de P e K extraídos por Mehlich-1 ou Resina Mista e de Ca^{2+} e Mg^{2+} extraídos por KCl ou Resina Mista

Δ Disp	P	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}
			%	
4	2	0	0	0
3	0	0	0	0
2	4	4	16	0
1	22	0	36	42
0	50	36	32	44
-1	18	52	14	14
-2	2	6	0	0
-3	2	2	0	0
-4	0	0	2	0

¹ Δ Disp = 0: equivalência entre as classes de disponibilidade obtidas pela 5ª Aproximação (Mehlich-1 ou KCl) e Boletim 100 (Resina mista); Δ Disp > 0: 1 5ª Aproximação qualifica com menor disponibilidade do que o Boletim 100; Δ Disp < 0: 5ª aproximação qualifica com maior disponibilidade do que o Boletim 100;

O valor modular da Δ Disp indica a magnitude da diferença entre as classes de disponibilidade muito baixa (0), baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4) e muito alta (5).

Para 82 e 96 % dos solos ocorreu discrepância em até uma classe de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , respectivamente, considerando os dois manuais de interpretação (Tabela 3).

Para os solos em que houver menor discrepância entre os diagnósticos da disponibilidade de P pelos dois manuais ($-1 \geq \Delta$ Disp ≤ 1) observou-se que sistematicamente a 5ª Aproximação recomendou maiores doses de P_2O_5 e de K_2O (Figura 7). Para a soja com produtividade de 2.882 kg/ha a dose recomendada foi de 20 a 80 kg/ha maior (Figura 7). Para soja de maior produtividade (3.600 kg/ha) a 5ª Aproximação recomenda até 70 kg/ha de P_2O_5 a mais. Para a condição de maior produtividade apenas para dois solos a 5ª Aproximação recomenda doses de P menores do que as recomendadas pelo Boletim 100 e para 19 solos as doses recomendadas foram equivalentes (Figura 7). Para soja de menor produtividade mesmo quando não houve discrepância entre os diagnósticos a 5ª Aproximação, de um modo geral recomendou doses maiores do que aquelas recomendadas pelo Boletim 100 (Figura 7).

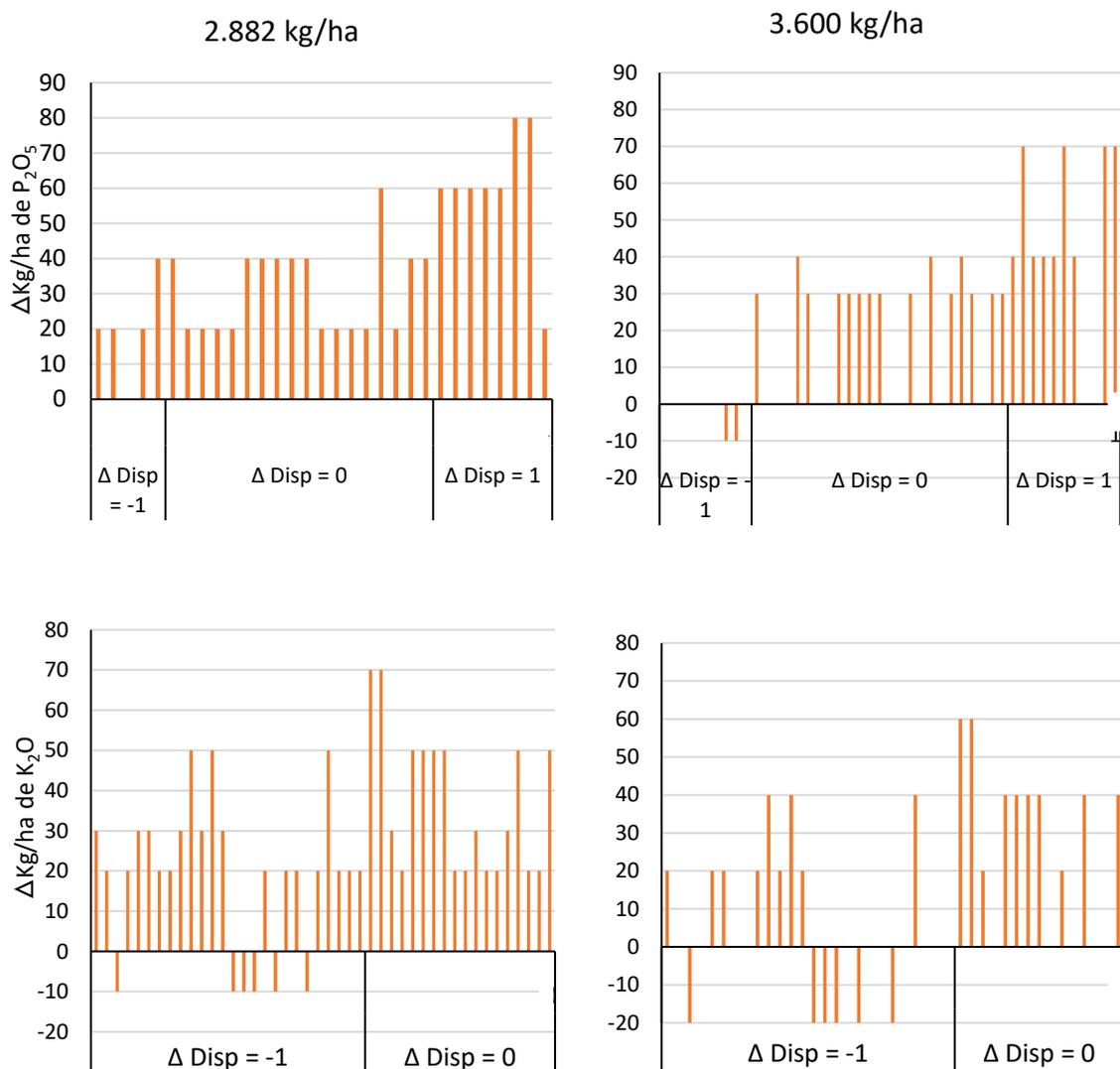


Figura 7. Discrepância entre as doses (Δ Dose P_2O_5 e Δ Dose K_2O) recomendadas pela 5ª Aproximação em relação ao Boletim 100 para a soja com produtividades esperadas de 2.882 e 3.600 kg/ha para os solos com menor discrepância entre as classes disponibilidade de acordo com os dois manuais. Δ Disp = 0: equivalência entre as classes de disponibilidade obtidas pela 5ª Aproximação (Mehlich-1 ou KCl) e Boletim 100 (Resina mista); Δ Disp = 1 e -1 a 5ª Aproximação qualifica com menor e maior disponibilidade do que o Boletim 100, respectivamente.

A 5ª Aproximação recomendou de 20 a 70 kg/ha de K_2O a mais do que o Boletim 100 para a soja de menor produtividade (Figura 7). Apenas para seis solos a 5ª Aproximação recomendou 10 kg/ha de K_2O a menos do que o Boletim 100 e não se constatou equivalência entre as doses para nenhum dos solos. Para a soja de maior produtividade a 5ª Aproximação recomendou de 20 a 60

kg/ha K_2O a mais, embora para seis solos ela tenha recomendado doses 20 kg menores. Para soja com a meta de produtividades de 3.600 kg/ha ocorreu, equivalência entre as doses de K_2O recomendadas pela 5ª Aproximação e Boletim 100 para dezesseis 3.600 kg/ha (Figura 7).

Para o milho com menor produtividade esperada a 5ª Aproximação recomendou doses mais elevadas de 20 a 40 kg/ha de P_2O_5 (Figura 8). Para esta condição observou-se equivalência entre as recomendações para 30 solos, dos quais a maioria apresentou a mesma classe de disponibilidade de P ($\Delta Disp = 0$). Para 23 solos tanto a 5ª Aproximação como o Boletim 100 recomendaram as mesmas doses de K_2O (Figura 8). No entanto, para os demais solos as recomendações da 5ª Aproximação foram de 10 a 20 kg/ha menores.

Considerando-se a maior meta de produtividade do milho a 5ª Aproximação recomendou de 10 a 60 kg/ha de P_2O_5 a mais do que o Boletim 100, embora a variação predominante tenha sido de 30 kg/ha (Figura 8). Além disso, ressalta-se que não houve equivalência entre as doses de P_2O_5 para qualquer solo. Por outro lado, houve maior discrepância entre as doses de K_2O recomendadas (Figura 8). Para cerca de metade dos solos a 5ª Aproximação doses de K_2O de 10 a 50 kg/ha menores, enquanto para a outra metade recomendou de 10 a 20 kg/ha a mais de K_2O . Assim como para as doses de P_2O_5 não ocorreu equivalência entre as doses de K_2O , independente da discrepância ou não na interpretação da disponibilidade de K (Figura 8).

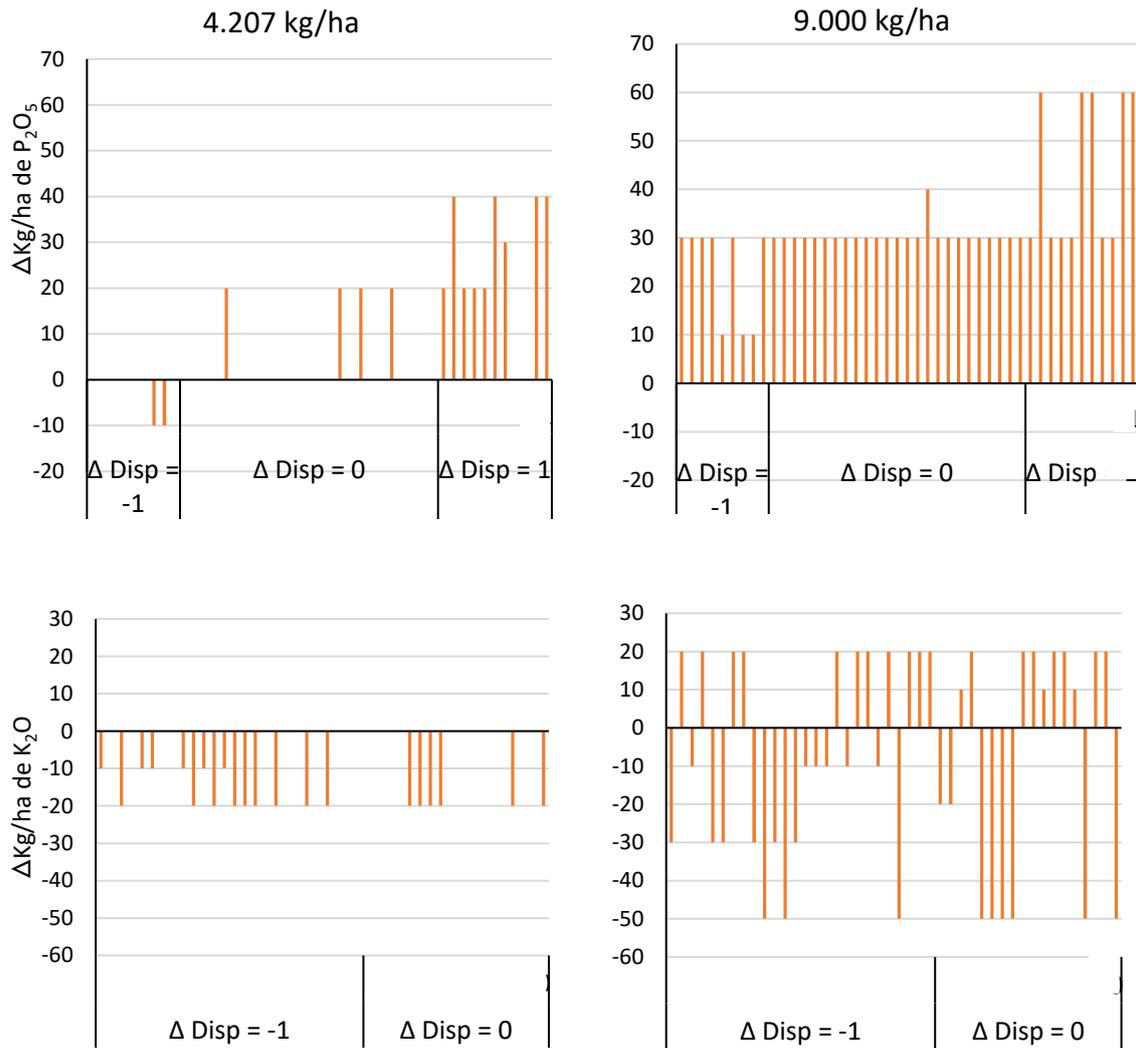


Figura 8. Discrepância entre as doses (Δ Dose P₂O₅ e Δ Dose K₂O) recomendadas pela 5^a Aproximação e Boletim 100 para a milho com produtividades esperadas de 4.207 e 9.000 kg/ha para os solos com menor discrepância entre as classes disponibilidade de acordo com os dois manuais. Δ Disp = 0: equivalência entre as classes de disponibilidade obtidas pela 5^a Aproximação (Mehlich-1 ou KCl) e Boletim 100 (Resina mista); Δ Disp = 1 e -1 a 5^a Aproximação qualifica com menor e maior disponibilidade do que o Boletim 100, respectivamente.

4. Conclusão

Há boa correlação entre os teores de P extraídos por Mehlich-1 e Resina quando se considera o fator capacidade do solo.

Os teores de K extraídos por Mehlich-1 e Resina correlacionam-se e têm razoável equivalência, sobretudo em teores menores que 100 mg/dm³ de K.

Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos por KCl 1 mol/L e por Resina Mista correlacionam-se, embora não sejam equivalentes.

Os teores de Zn, Cu e Fe extraídos por Mehlich-1 e pelo DTPA correlacionam, embora não sejam equivalentes. O extrator Mehlich-1 extrai maiores teores desses micronutrientes.

Há boa correlação entre os teores de H+Al estimados pelo SMP e os teores extraídos pelo Ca(OAc)₂, no entanto o método SMP subestima a acidez potencial.

Não há coerência entre os diagnósticos da disponibilidade de P obtidos a partir dos extratores Mehlich-1 (5ª Aproximação) e Resina Mista (Boletim 100). Entretanto, há coerência entre os diagnósticos da disponibilidade de K obtidos a partir dos extratores.

A 5ª Aproximação tende a sobrestimar as doses de P₂O₅ e K₂O para a soja, com produtividade de 2.880 kg/ha.

Para a soja com elevada produtividade (3.600 kg/ha) é mais frequente a equivalência entre as doses de P₂O₅ e K₂O recomendadas pela 5ª Aproximação e o Boletim 100.

Para milho com menor produtividade (4.207 kg/ha) é frequente a equivalência entre as doses de P₂O₅ e K₂O recomendadas pela 5ª Aproximação e o Boletim 100. No entanto a 5ª Aproximação subestima a dose de K₂O.

Para milho de maior produtividade (9.000 kg/ha) não há coerência entre as doses de P₂O₅ e K₂O recomendadas pela 5ª Aproximação e o Boletim 100. A 5ª Aproximação sobrestima as doses P₂O₅.

5. Referências Bibliográficas

- ABREU, C.A. et al. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). **Fertilidade do Solo**. 1ª. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645–736.
- BORTOLON, L.; SCHLINDWEIN, J.A.; GIANELLO, C. **Métodos de extração de fósforo e potássio no solo sob sistema de plantio direto**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.8, p.2400-2407, nov. 2009.
- CAMARGO, M. S. 2012. **A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente**. Pesquisa & Tecnologia, v.9, n.2, Dez. 2012. Disponível em www.aptaregional.sp.gov.br (Acesso em 20 de novembro de 2016).
- CANTARUTTI, R. B. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). . **Fertilidade do Solo**. 1ª. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 770–818.
- ERNANI, P. A. Potássio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). . **Fertilidade do Solo**. 1ª. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551–594.
- MAPA. **Informe econômico da política agrícola** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, , 2016.
- MEDEIROS, J. S.; OLIVEIRA, F. H. T., ARRUDA, J. A., VIEIRA, M. S., FONTES, M. P. F. **Eficiência de extratores de potássio disponível em solos do estado da Paraíba com graus de desenvolvimento pedogênico diferentes**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.183-194, 2010.
- OLIVEIRA, E. L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná - Circular Técnica 128**. Londrina, PR: Intituto Agrônômico do Paraná, 2003.
- RAIJ, B. VAN. **Avaliação de fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato/ Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
- RAIJ, B. VAN et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo - Boletim técnico 100**. 2ª. ed. Campinas, SP: Intituto Agrônômico de Campinas - IAC, 1996.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999.

SCHLINDWEIN, J.A.; GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de fósforo em solos cultivados sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.32, p.2037-2049, 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - NÚCLEO REGIONAL SUL.
Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, RS: Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2004.