

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE FERTILIDADE
DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM MILHO
PARA SILAGEM E DE PASTAGEM DE TIFTON-85:
ESTUDO DE CASO DA FAZENDA ÁGUA LIMPA/
BRASÍLIA - DF**

THALES DE CASTRO SILVA

THALES DE CASTRO SILVA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE FERTILIDADE
DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM MILHO
PARA SILAGEM E DE PASTAGEM DE TIFTON-85:
ESTUDO DE CASO DA FAZENDA ÁGUA LIMPA/
BRASÍLIA - DF**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Mauro da Silva
Diogo

Brasília, DF
Dezembro de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Thales de Castro.

“Avaliação das condições de fertilidade do solo em áreas cultivadas com milho para silagem e de pastagem de tifton-85: estudo de caso da Fazenda Água Limpa/ Brasília - DF”. Orientação: José Mauro da Silva Diogo, Brasília 2016. 62 páginas

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. *Zea mays* 2. *Cynodum spp*

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, T.C. Avaliação das condições de fertilidade do solo em áreas cultivadas com milho para silagem e de pastagem de tifton-85: estudo de caso da Fazenda Água Limpa/ Brasília - DF. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 62 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: THALES DE CASTRO SILVA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Avaliação das condições de fertilidade do solo em áreas cultivadas com milho para silagem e de pastagem de tifton-85: estudo de caso da Fazenda Água Limpa/ Brasília - DF.

Grau: 3º **Ano:** 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Thales de Castro Silva

CPF: 06172957600

Condomínio RK Centauros Módulo G 4 - Sobradinho

CEP: 73252200 Brasília, DF. Brasil

(61) 981863055/ email: thalesc_silva@hotmail.com

Thales de Castro Silva

Avaliação das condições de fertilidade do solo em áreas cultivadas com milho para silagem e de pastagem de tifton-85: estudo de caso da Fazenda Água Limpa/ Brasília - DF

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ MAURO DA SILVA DIOGO

BANCA EXAMINADORA:

José Mauro da Silva Diogo
Doutor, Universidade de Brasília – UnB
Orientador

Gilberto Gonçalves Leite
PhD, Universidade de Brasília – UnB
Examinador

Cícero Célio de Figueiredo
Doutor, Universidade de Brasília – UnB
Examinador

*Dedico este trabalho à todos os
leitores que farão seu bom uso.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que me conduziu nas encruzilhadas e me permitiu seguir firme na caminhada até aqui.

À minha família, por me ensinar os verdadeiros valores da vida e por estar sempre presente, nunca deixando me faltar apoio. Especialmente a minha mãe, Rosilene, que é um exemplo como pessoa e como profissional e me inspira a ser cada vez melhor e mais dedicado ao que faço.

Aos meus amigos de graduação, principalmente ao Lemerson, Aline, Maycon e Rosil, que estiveram mais próximos, dividiram comigo o peso carregado durante minha trajetória e permitiram que o esforço fosse recompensado por amizades verdadeiras. Ao amigo Irwing, que conheço desde cedo e que pra mim agora é uma prazer compartilhar da mesma profissão que você meu irmão.

À você Michelle, que me concedeu seu amor e companheirismo e me permitiu ser mais que um amigo, meu curso não seria o mesmo sem sua alegria e os momentos que vivemos juntos nesse tempo.

À todos os professores da graduação que tive o prazer de conhecer, muito obrigado pelos ensinamentos e parabéns pelo trabalho que desenvolvem nesta nobre profissão. Em especial aos professores Diogo, Gilberto e Cícero, pela paciência e disponibilidade oferecida na condução deste trabalho.

À Fazenda Água Limpa por disponibilizar o seu espaço e a todos os funcionários que contribuíram para realização do trabalho.

Por fim, não menos importante, ao amigo Luiz Amorim pela sua rara maestria, uma pessoa digna de homenagem pelo seu caráter e seu alto astral, compartilhou das suas experiências e conhecimentos no seu “laboratório” e sempre me instigou a entender melhor a ciência por trás das plantas.

SILVA, T.C. **Avaliação das condições de fertilidade do solo em áreas cultivadas com milho para silagem e de pastagem de tifton-85: estudo de caso da Fazenda Água Limpa/ Brasília - DF.** 2016. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

O manejo correto da fertilidade do solo é imprescindível para o sucesso de um empreendimento agropecuário. Com o melhoramento realizado nas espécies agrícolas, aumentando seus índices produtivos, os solos passaram a ser mais demandados nutricionalmente e a avaliação da fertilidade mais relevante nos sistemas de produção. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar, através da análise química, as condições de fertilidade de duas áreas distintas da Fazenda Água Limpa, pertencente a Universidade de Brasília. Uma das áreas é cultivada com milho destinado à silagem, e a outra com capim tifton 85 para pastejo de vacas leiteiras. A partir dos dados obtidos objetiva-se ainda realizar um diagnóstico da área e traçar medidas para adequar os níveis de fertilidade para produção das referidas espécies. Foram avaliados os parâmetros físicos e químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm, como textura, matéria orgânica, teor de macronutrientes, pH, CTC potencial e saturação por bases e por alumínio. As áreas estudadas apresentaram variações significativas nos teores de argila e matéria orgânica, o que contribuiu para uma heterogeneidade das propriedades medidas. O P foi o elemento que mais apresentou deficiência, e o K se apresentou em níveis adequados para todas as parcelas analisadas. Em geral, a saturação por bases precisou ser elevada e a saturação por alumínio não se apresentou como limitante.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Cynodum spp.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação das áreas avaliadas na Fazenda Água Limpa. Tifton (A), milho (B).....	24
Figura 2. Resultados das análises de cálcio (A), magnésio (B) e da relação Ca/Mg (C) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.	25
Figura 3. Resultados das análises de pH em H ₂ O (A), saturação por bases (B) e saturação por alumínio (C) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.	27
Figura 4. Resultados das análises de fósforo (A) e potássio (B), extraídos pelo método de Mehlich 1, e enxofre (C), extraído com Ca (H ₂ PO ₄) ₂ 0,01 mol/L em água, da área do milho na camada de 0 a 20 cm.	28
Figura 5. Resultados das análises de CTC potencial (A) e matéria orgânica (B) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.....	31
Figura 6. Resultados das análises de cálcio (A), magnésio (B) e da relação Ca/Mg (C) da área do tifton na camada de 0 a 20 cm.....	34
Figura 7. Resultados das análises de saturação por bases (A), CTC potencial (B), MO (C) e pH em H ₂ O (D) da área do tifton na camada de 0 a 20 cm.	36
Figura 8. Resultados das análises de fósforo (A) e potássio (B), extraídos pelo método de Mehlich 1, enxofre (C), extraído com Ca (H ₂ PO ₄) ₂ 0,01 mol/L em água, e pH em H ₂ O (D) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teores de argila para as parcelas do milho e do tifton	25
Tabela 2. Interpretação dos resultados da análise e relação de Ca e Mg na profundidade de 0 a 20 cm	26
Tabela 3. Interpretação da análise de solo de 0 a 20 cm para P extraído pelo método Mehlich 1 para sistemas de sequeiro com culturas anuais e forrageiras do grupo de alta exigência em fertilidade.	29
Tabela 4. Recomendação de adubação fosfatada corretiva de acordo com a disponibilidade de fósforo e teor de argila do solo para culturas anuais e forrageiras do grupo de alta exigência em fertilidade.	29
Tabela 5. Interpretação da análise do solo de 0 a 20 cm e recomendação de adubação corretiva de K para culturas anuais e pastagens solteiras de acordo com a disponibilidade do nutriente	30
Tabela 6. Interpretação da análise de enxofre no solo considerando o teor médio na camada de 0 a 40 cm de profundidade	30
Tabela 7. Interpretação dos resultados da análise de matéria orgânica em amostras de solo do cerrado da camada de 0 a 20 cm	31
Tabela 8. Fator de correção para cálculo nitrogênio residual em culturas de gramíneas e leguminosas nos últimos três anos	32
Tabela 9. Extração média de nutrientes pela cultura de milho destinado para grãos e para silagem de acordo com a produtividade	33
Tabela 10. Potencial de nitrogênio mineralizado nas parcelas de tifton.....	36
Tabela 11. Teores de nutrientes para as forrageiras tropicais	37
Tabela 12. Necessidade calagem (NC) calculada para as parcelas do tifton utilizando calcário com PRNT de 100 %.....	37

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
Pecuária Brasileira	12
A cultura do milho	12
Pastagens de capim Tifton 85	13
Amostragem de solo.....	15
Correção do solo e adubação	17
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
Área de Produção de Milho	25
Área de Produção de Tifton-85.....	33
CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
APÊNDICE	48
Recomendações de adubação e correção para o milho	48
Recomendações de adubação e correção para o capim tifton 85.....	49
ANEXO.....	51
Resultados das análises químicas.....	51
Resultados das análises de textura.....	57

INTRODUÇÃO

Com a modernização da agricultura, o solo passou a ser explorado de forma mais intensiva pela adoção de práticas e insumos que levaram a aumentos de produtividade. As espécies melhoradas geneticamente são muito responsivas a fertilização química, desde que as propriedades físicas e biológicas do solo estejam adequadas. É importante o manejo da fertilidade e a adoção de práticas conservacionistas que ajudem a manter a capacidade produtiva do solo e que sua exploração não leve à degradação.

Uma das formas de monitoramento da qualidade do solo é a análise química de seus nutrientes, que indica a habilidade deste em sustentar nutricionalmente as plantas ou a necessidade de suplementação com fertilizantes e corretivos. Para que esta ferramenta possa ser utilizada, de forma a garantir correta utilização dos dados, é imprescindível que as etapas do processo sejam seguidas com comprometimento. Dentre as etapas destacam-se: amostragem e coleta de solo, análise laboratorial, interpretação dos dados e as recomendações necessárias; e sem dúvidas, a primeira delas é a mais sensível e sujeita a erros.

A elevação dos nutrientes em um solo deficiente pode ser realizada com aplicação de fertilizantes prontamente assimiláveis; porém, a disponibilidade dos nutrientes para as plantas está ligada intimamente ao teor de matéria orgânica e ao pH característico; portanto, esses dois atributos também devem estar associados na avaliação da fertilidade do solo.

A adubação e correção do solo nem sempre é feita com um estudo prévio das condições de fertilidade das áreas. É necessário que as fazendas de produção agrícola adotem um plano completo e sistemático de avaliação da fertilidade do solo e utilizem insumos de acordo com a necessidade real do solo da propriedade. O objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico da fertilidade em áreas de cultivo da Fazenda Água Limpa (FAL) – UnB, estabelecendo um manejo nutricional de acordo com as condições nutricionais avaliadas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pecuária Brasileira

A tecnificação e desenvolvimento da agricultura são necessários diante do aumento populacional e das restrições para abertura de novas áreas. Assim como a agricultura (base na alimentação animal) a pecuária também se modernizou ao longo dos anos, e ainda sim, que se caracterize pela produção extensiva, o fornecimento de suplementação e manejo adequado das pastagens têm sido cada vez mais adotados nos sistemas de produção brasileiros (MACEDO, 2006).

A pecuária evoluiu de tal forma que adota sistemas de produção com animais de alto valor genético, que demanda uma dieta balanceada à base de concentrados e volumosos de alto valor nutritivo (CRUZ & FILHO, 2001).

A utilização de forragem conservada no Brasil é uma das opções para a suplementação dos animais durante o período seco, onde há menor disponibilidade de forragem no campo, ou em sistemas de produção intensiva, onde os animais demandam grande quantidade de energia. Nesse contexto, o milho tem sido uma cultura largamente utilizada para a produção de silagem devido seu alto rendimento, sua tradicionalidade no cultivo e qualidade da silagem produzida (SILVA et al., 2005).

A cultura do milho

O milho no Brasil é cultivado nas mais diversas regiões, em diferentes condições ambientais e socioeconômicas e em variados sistema de cultivo. Características como a grande adaptabilidade permitiram que a cultura se tornasse insumo para alimentação animal e humana largamente utilizado no Brasil (CRUZ et al., 2008). Inicialmente, o milho não era utilizado como forragem, hoje em dia ocupa lugar de destaque e representa a cultura utilizada por mais de 50% dos produtores na produção de silagem em fazendas leiteiras no Brasil. (BERNARDES, 2012).

A consolidação do milho na utilização para confecção de silagem pode se explicar pelo seu alto rendimento e composição que confere ao produto alto valor nutritivo. Segundo Velho et al. (2007), a silagem de milho tem potencial para fornecer de 50 a 100% a mais de energia por hectare que qualquer outra forrageira. Além disso, a cultura colhida para forragem tem 40 a 50 % a mais de energia do que quando colhida para grão (FRANÇA & COELHO, 2001).

A produção de milho para silagem é mais delicada do ponto de vista de fertilidade que a produção para grãos. Nesse sistema, o empobrecimento e, conseqüentemente a degradação do solo, podem ocorrer de forma bem mais acelerada, visto que a colheita de toda parte aérea extrai da área grande quantidade de nutrientes. A manutenção da produtividade de uma área para silagem, principalmente se for utilizada por vários anos consecutivos, requer a reposição dos nutrientes extraídos pela cultura, além de nutrientes perdidos por lixiviação, erosão, volatilização dentre outros processos (CRUZ e FILHO, 2001). É necessário que os produtores façam o acompanhamento anual de fertilidade da área, além de seguir as recomendações para a cultura destinada à ensilagem. Há pouco mais de duas décadas, Nussio (1993) constatou que apenas uma pequena parcela dos produtores realizavam a atividade de ensilagem satisfatoriamente. Hoje, apesar do desenvolvimento da agricultura, na facilidade de obtenção das informações e nível técnico dos produtores; ainda há deficiências no manejo e uso conservacionista do solo.

A produção de milho no Brasil se concentra principalmente na 2ª safra, reflexo do aumento do plantio de soja na 1ª safra. O Brasil registrou no ano agrícola de 2015/2016 rendimentos de aproximadamente 76 milhões de toneladas de milho, sendo 26 milhões na 1ª safra e 50 milhões na 2ª safra. A produtividade média ficou em 4800 kg/ha, com uma área plantada de 15,7 milhões de ha. A maior região produtora é a Centro-Oeste, seguida pela região Sul. Os estados do MT, PR, MS e GO estão entre os estados que registraram maiores produções na safra 2015/2016 (CONAB, 2016).

O rendimento da cultura no Brasil é considerado baixo e irregular, principalmente devido ao manejo inadequado da fertilidade dos solos (FRANÇA & COELHO, 2001). Para garantir altos níveis de produtividade é necessário devolver ao solo todos os nutrientes extraídos da planta, além daqueles perdidos durante algum processo indesejado. Nesse contexto, o acompanhamento da fertilidade para uma área destinada à produção de silagem deve ser feito anualmente, pois o teor de nutrientes pode cair drasticamente em poucos anos de cultivos, especialmente em solos arenosos (FRANÇA & COELHO, 2001).

Pastagens de capim Tifton 85

As forrageiras, assim como a produção de milho para silagem, também merecem atenção especial em relação à fertilização. Uma pastagem bem estabelecida, com manutenção adequada, pode ter sua vida útil entre 10 e 15 anos. Esse tempo se reduz à

medida que a exploração da área passa a ser maior que a suportada, seja por restrições nutricionais ou pastejo inadequado, limitando ou esgotando o crescimento da planta (EMBRAPA, 1998).

Há um custo muito maior, tanto econômico quanto ambiental, de implantação ou recuperação de uma pastagem do que de manutenção; porém, as pastagens muitas vezes não são vistas com algum valor comercial até serem convertidas em proteína animal, o que leva a descasos na condução, refletidos pelos índices de degradação de pastagens no Brasil. Tanto a implantação quanto a manutenção são importantes para se prolongar o tempo de uso e alcançar produtividades satisfatórias. Uma pastagem bem estabelecida tem melhor desenvolvimento de suas raízes e estruturas de reserva, aumentando a sua capacidade de exploração de água e outros nutrientes, assim como as suas associações simbióticas (VILELA et al., 1998).

O gênero *Cynodon* é explorado principalmente por pesquisadores da Universidade da Geórgia (EUA), localizada em Tifton. Por isso muitas das cultivares desenvolvidas atualmente receberam este nome. O tifton (*Cynodon spp*) trata se de um híbrido, intra ou interespecífico, derivado da grama bermuda (*Cynodon dactylon*), adaptada a regiões tropicais e com grande potencial para utilização em pastagens (da SILVA et al., 2011).

A hibridação permitiu ao capim tifton se tornar uma forrageira altamente produtiva e com elevado valor nutritivo, se adequando a sistemas tecnificados com animais de alta produção (QUARESMA et al., 2011). Sua utilização, se bem manejada, promove intensificação da pastagem com o melhor aproveitamento da área. Dados do IBGE (2011) indicam que a lotação média das pastagens brasileiras gira em torno de 1,2 cabeça/ha, valor muito baixo levando em conta o clima favorável e as espécies adaptadas ao país.

O híbrido Tifton 85 (*Cynodon spp.*) é resultado do cruzamento da espécie Bermuda Grass da África do Sul (PI 290884) e Tifton 68, sendo caracterizado pela alta produção de matéria seca e alta digestibilidade (BURTON et al., 1993). Este híbrido apresenta porte mais alto, rápida taxa de crescimento e boa relação folha/colmo, quando comparado aos outros cultivares do gênero *Cynodon*, por isso tem sido uma excelente opção para pastagens na pecuária de leite, eqüinos, caprinos e ovinos, além da produção de feno de alta qualidade.

A utilização de forrageiras melhoradas como os *Cynodon spp* implica a intensificação no uso de insumos. São consideradas espécies muito exigentes do ponto de vista de fertilidade, principalmente no que diz respeito à saturação por bases, sendo recomendados valores entre 50 a 60% para estas espécies, enquanto para *Brachiaria decumbens*, por exemplo, esses valores são de 30 a 35 % (MARTHA JÚNIOR et al., 2007).

Amostragem de solo

A amostragem de solo é o primeiro passo para se conhecer as condições de fertilidade da área. É considerada a etapa mais crucial do processo, pois um erro cometido durante a amostragem não poderá ser corrigido mais adiante e levará a interpretações e recomendações equivocadas (CANTARUTTI et al., 1999). A amostragem de solo muitas vezes não é feita pelo custo envolvido no processo, mas levando em conta o aumento de produtividade e da longevidade de culturas perenes que o manejo correto da fertilidade proporciona, essa prática torna se economicamente viável (EMBRAPA, 2014).

O processo de amostragem e coleta responde por cerca de 85 % dos erros presentes em um resultado analítico de fertilidade de solo, cabendo apenas 15 % a erros laboratoriais (EMBRAPA, 1999), o que ressalta a importância dessa etapa no processo. As amostras simples devem conter o mesmo volume, ser coletadas na mesma profundidade e serem suficientes assim como representativas da área.

Considerando que uma amostra de solo pode representar até 10 hectares, e levando em conta a camada arável de 20 cm, o volume total de solo dessa área representa 20 milhões de litros de terra. Se em uma amostra composta tiver 500 ml de solo, isso representará uma parte da amostra para cada 40 milhões de partes da área total. O fator ainda é agravado pela heterogeneidade dos solos, manifestada verticalmente e horizontalmente; que naturalmente ocorrem devido aos processos pedogenéticos e pelos processos antrópicos (MAUSBACH & WILDING, 1991).

A partir da amostragem é possível realizar a análise dos atributos químicos do solo, que permite avaliar as condições de fertilidade e identificar a presença de elementos tóxicos limitantes para o crescimento das plantas. Uma área pode ser representada por uma ou mais amostras compostas (ou completas), dependendo da sua extensão e uniformidade; as amostras compostas são pequenas porções de solo (cerca de 500 ml) derivadas da mistura homogênea de outras porções, denominadas amostras

simples (ou sub amostras). Sousa & Lobato (2004) destacam fatores importantes no plano de amostragem:

a. Divisão da área em glebas homogêneas; sendo o principal fator de abrangência de uma amostra. Caracteriza se pelo tipo de cobertura vegetal; pelo relevo; pelas características físicas observadas em campo, como cor e textura; e pelo histórico de utilização da área. Em geral se recomenda que uma gleba não ultrapasse a área de 10 hectares (EMBRAPA, 2014; CANTARUTTI et al., 1999).

b. A frequência e época de amostragem; para culturas anuais em solos argilosos, onde a mobilidade de nutrientes é relativamente baixa, Cantarutti et al. (1999) recomendam a repetição da análise a pelo menos a cada 3 anos. Para culturas perenes, ou áreas cultivadas com rotação de culturas adubadas com altas doses de fertilizantes, a amostragem deve ser anual. A época de amostragem pode ser feita basicamente em qualquer época do ano. Porém, o solo deve ser trabalhado com certa umidade a ponto de lhe conferir friabilidade, o que facilita a coleta e a homogeneização das amostras.

c. Profundidade das amostras; em áreas novas é conveniente amostrar o perfil até 60 cm de profundidade, divididas de 0-20, 20-40 e 40-60cm, podendo identificar e corrigir possíveis impedimentos subsuperficiais para o desenvolvimento radicular, baixo pH, elevada concentração de Al^{3+} ou baixo teor de Ca^{2+} . Para áreas sob cultivo anual, a recomendação é a amostragem da camada arável (20cm), ou a área de maior concentração das raízes (CANTARUTTI et al., 1999). Vale ressaltar que, no sistema de plantio direto ou com revolvimento mínimo é comum ocorrer gradientes no sentido vertical, já que a maior acumulação de matéria orgânica e adição de fertilizantes são realizadas na superfície; e variabilidade no sentido horizontal, pois não há revolvimento do solo como no plantio convencional e as linhas de plantio permanecem praticamente intactas.

d. Equipamentos para coleta; é importante que para a obtenção da amostra composta as amostras simples sejam retiradas sempre na mesma profundidade e contribuam igualmente no volume total de solo. Os trados (holandês, rosca, calador, caneco) são os equipamentos mais recomendados e conferem boa padronização nas amostras simples. A pá e o enxadão, encontrados com maior frequência nas fazendas, também podem ser usados, mas requerem mais tempo e estão mais sujeitos a desuniformidades na coleta. Todo o solo aderido ao equipamento deve ser retirado após

cada coleta e despejados em um recipiente (balde ou saco) que permita a homogeneização das sub amostras.

e. Pontos de coleta; os locais para coleta das amostras simples devem ser escolhidos ao acaso em caminhamento de ziguezague, não devem ser próximos a locais atípicos da área, como cupinzeiros, esterco, árvores, cochos, saleiros ou outros. Para que a amostra composta seja representativa da área, devem ser coletadas no mínimo 20 amostras simples, sendo que para áreas com maior heterogeneidade esse número pode chegar a 30 (CANTARUTTI et al., 1999).

Correção do solo e adubação

A correção e adubação do solo dependem dos atributos medidos pelas análises químicas, realizadas com o objetivo de conhecer as condições de fertilidade em uma área para plantio. Dependem também da dinâmica de cada nutriente no solo e das necessidades requeridas por cada cultura. Especialmente no Cerrado, caracterizado por solos de alta acidez e baixo teor de nutrientes, o processo de correção e adubação são imprescindíveis para o cultivo em escala comercial.

Os latossolos estão presentes na maior parte do território brasileiro, apesar dos seus parâmetros físicos atenderem ao uso pela agricultura, se faz necessário na grande maioria dos casos a adequação dos seus aspectos químicos as culturas. Também ressalta se a importância da matéria orgânica na qualidade física e biológica do solo; desempenhando funções desejáveis de agregação, retenção e infiltração de água no solo, porosidade e densidade, atividade biológica, fornecimento de nutrientes, dentre outros (RAIJ, 1991).

Em trabalho comparativo das propriedades do solo de área nativa com solos de área de cultivo, Centurio et al. (2001) observaram que a mata nativa apresentava níveis mais altos de macronutrientes que as áreas de milho, cana e pastagem analisadas; também se notou que os níveis de pH e saturação por bases eram maiores na primeira área em relação as outras três.

Serão abordados abaixo as principais características no solo dos macronutrientes, nitrogênio, potássio, fósforo, magnésio e cálcio; seus níveis críticos e a recomendação para a cultura do milho e do tifton; além das relações e limitações causadas pelo pH e teor de matéria orgânica.

a. Matéria orgânica (MO)

A matéria orgânica desempenha papéis na química, física e biologia do solo; dentre os efeitos mais notáveis estão: aumento da capacidade de infiltração e retenção da água no solo; aumento dos agregados, melhorando a estrutura e a resistência a processos erosivos; aumento da capacidade de troca de cátions (CTC); adsorção e complexação de elementos tóxicos; fornecimento de nutrientes; e aumento da atividade biológica dos solos (MIELNICZUK et al., 2003).

Apesar dos solos de cultivo geralmente apresentarem teores abaixo de 5 % de MO, aspectos relacionados com sua acumulação e manutenção são considerados os principais responsáveis pela qualidade produtiva desses solos (MIELNICZUK, 1999). Em solos naturais a fração orgânica do solo tende a um equilíbrio, porém, em áreas agrícolas o aumento ou redução desses teores são influenciados fortemente pelo manejo dado ao solo, tipo de cultivo e espécies utilizadas (KHORRAMDEL et al., 2013).

De forma geral, é necessário nos sistemas agrícolas procurar formas conservacionistas de cultivo para se manter ou aumentar a MO do solo. O plantio direto é uma prática que consiste na adoção de rotação de culturas e revolvimento mínimo do solo, diminuindo as perdas pela decomposição acelerada e aumentando o aporte de MO pela assimilação de C atmosférico (COSTA et al., 2013). Como esta, outras técnicas tem sido desenvolvidas visto a importância da MO no solo, dentre elas a adubação verde, rotação de culturas e revolvimento mínimo do solo.

b. Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e o pH

A acidez do solo é decorrente de teores elevados de alumínio e baixos teores de Ca e Mg, fatores que estão associados ao desenvolvimento das raízes e conseqüentemente com o desenvolvimento das plantas. A correção desses atributos no solo se faz necessária para que o sistema radicular das culturas explore maior volume de solo, de modo que a planta absorva água e nutrientes mais eficientemente (SOUSA et al., 2004).

De fato, os solos típicos do cerrado apresentam baixo pH. A calagem é uma técnica que permite que a toxidez de Al seja eliminada, que os teores de Ca e Mg tornem se adequados, e que o pH seja ajustado para melhor aproveitamento dos nutrientes pela cultura (FRANÇA & COELHO, 2001). A correção do solo na camada arável é mais comumente realizada com a adição de calcário. Em camadas subsuperficiais se faz necessário o uso do gesso agrícola, que é translocado no perfil do

solo (SOUSA et al., 2004) e tem poder de neutralizar o Al tóxico e disponibilizar cálcio nestas camadas.

Diversos métodos já foram desenvolvidos para o cálculo da necessidade de calagem (NC), os mais utilizados são: neutralização do alumínio trocável e/ou elevação dos teores de Ca e Mg; elevação da saturação de bases; e solução tampão SMP (FRANÇA & COELHO, 2001). Cada método apresenta suas limitações e pode ser mais ou menos recomendados para certas situações. A elevação da saturação por base tem sido um método muito utilizado na região do cerrado (SOUSA et al., 2004), onde a NC é calculada por:

$NC \text{ (t/ha)} = (V_2 - V_1)/100 \times T \times f$, onde:

V_2 = Saturação por bases exigida pela cultura

V_1 = Saturação por bases atual = $S/T \times 100$

T = CTC potencial (H + Al + S) $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$

S = Soma de bases (Ca + Mg + K) $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$

f = Fator de correção para o PRNT

O fator de correção (f) deve ser usado para representar o PRNT do calcário (Poder Relativo de Neutralização Total), é expresso por: $f = 100/\text{PRNT}$. Esse índice representa a eficiência relativa do calcário.

c. Nitrogênio (N)

O nitrogênio é o elemento mais requerido pela planta de milho e nas gramíneas, principalmente, exerce um grande potencial de resposta ao crescimento (FRANÇA & COELHO, 2001)

O N é um nutriente muito móvel no solo e está sujeito a diversas transformações. Nesse contexto, a recomendação de adubação é complexa; ao contrário do que ocorre com outros nutrientes, para o N não existe um método direto que indique o seu nível de fertilidade, que possa ser utilizado para a decisão de adubação. A recomendação para doses de N adequadas para a cultura é baseada em: expectativa de produção; extração da cultura; eficiência de aproveitamento do adubo pela planta; e na capacidade do solo de fornecimento do nutriente, que está relacionada com o teor de matéria orgânica e resíduos de culturas ou adubações anteriores (FRANÇA & COELHO, 2001).

d. Potássio

O potássio é o segundo elemento mais requerido pelas plantas, suas concentrações nos solos do cerrado são muito pequenas, insuficientes para suprir a demanda das culturas por vários anos consecutivos, e devido sua forma catiônica (K^+), associada à baixa capacidade dos solos do cerrado em realizar troca de cátions (CTC), esse nutriente está muito sujeito a perdas por lixiviação. A associação desses fatores faz com que o manejo da adubação potássica se torne tão importante nos sistemas de cultivo (VILELA et al., 2004).

Até pouco tempo, a resposta do milho ao K era considerada baixa em relação aquelas constatadas para P e N, devido, principalmente, aos baixos níveis de produtividade obtidos (COELHO & FRANÇA, 1995). Para solos do cerrado, onde a disponibilidade do nutriente é baixa em condições naturais, a resposta das principais culturas à adubação potássica é grande, principalmente nos primeiros anos de cultivo. Solos com CTC potencial elevada e bom manejo da matéria orgânica passam a apresentar boas reservas de K após adubações sucessivas, o que diminui os rendimentos proporcionais à adubação potássica ao longo dos anos (VILELA et al., 2004).

O potássio trocável é fonte mais importante para as plantas, ele pode ser determinado pelos métodos de Mehlich 1 ou de acetato de amônio, que para solos do cerrado podem ser considerados índices semelhantes (SOUSA et al., 1979). A partir dessa análise é possível verificar e interpretar o nível de K no solo, aplicando uma dose do nutriente para elevar os valores no solo a índices adequados, e outras doses anuais para suprir o extraído pela planta (VILELA et al., 2004), conhecidos como adubação de correção e de manutenção, respectivamente.

e. Fósforo (P)

O fósforo é geralmente o nutriente mais limitante para a produção nos cerrados. Isso devido suas características de adsorção com a fração sólida e a baixa disponibilidade nestes solos (SANTOS & KLIEMANN, 2005). Embora o teor de P extraído pelas plantas não seja alto, se faz necessário na adubação o aporte de grandes doses do nutriente para suprir as necessidades das plantas (CARVALHO et al. 1995).

A absorção pela planta do P retido vai depender de diversos fatores, dentre eles: espécie cultivada, textura do solo, mineralogia, pH e outros fatores. Vale ressaltar a importância que tem a correção da acidez do solo para a disponibilidade do fósforo. Mesmo para culturas tolerantes à acidez, a elevação do pH deve ser considerada por aumentar a absorção do nutriente pela planta (SOUSA et al., 2004).

A adubação de correção tem por objetivo tornar os solos de baixa fertilidade férteis, deve ser realizada de acordo com a interpretação das condições de P no solo (SOUSA et al., 2004).

f. Enxofre (S)

O enxofre é um elemento essencial tanto para as plantas quanto para os animais. Sua principal função nas plantas é estrutural, na composição de alguns aminoácidos e, devido a isso está presente em todas as proteínas vegetais, inclusive enzimáticas e também está envolvido de forma indireta na formação da clorofila (SFREDO & LANTMANN, 2007).

Sua forma disponível para as plantas é o ânion sulfato (SO_4^{2-}), que naturalmente é adicionada ao solo na forma de matéria orgânica ou pelo S atmosférico, carregado pela água das chuvas. Para a região central do Brasil, distante dos oceanos e com baixa atividade industrial, a contribuição da atmosfera para o enriquecimento do S mineral no solo é pequena (REIN & SOUSA, 2004).

Formulações usadas comumente na adubação das lavouras apresentam teores de enxofre muitas vezes suficientes para a cultura. É o caso do superfosfato simples (11% de S) e do sulfato de amônio (20-24% de S). Contudo, o enxofre pode ser aplicado na forma de gesso agrícola (15% de S) ou de S elementar (S^0). Esta última é conhecida popularmente como flor de enxofre, apresenta praticamente 100% de S na sua composição e sua oxidação a sulfato é realizada por microorganismos do solo (VILELA et al., 2007).

A análise do enxofre no solo apresenta limitações semelhantes às existentes para o nitrogênio, pois tanto o nitrato (NO_3^-) quanto o sulfato (SO_4^{2-}) são produtos da mineralização da matéria orgânica, que é contínua e dependente dos fatores ambientais. Portanto, a análise química de S no solo é consideravelmente necessária, visto que sua forma iônica é retida no solo, principalmente nas camadas subsuperficiais (REIN & SOUSA, 2004).

É recomendável que a análise do S no solo seja feita nas camadas superficiais (0-20 cm) e subsuperficiais (20-40 cm), dado a maior capacidade de adsorção do sulfato nas camadas mais profundas. Esse efeito está relacionado à afinidade do sulfato por cargas positivas, que é menor nas camadas superficiais devido aos efeitos da calagem, da adubação fosfatada e do maior teor de matéria orgânica presente no horizonte superior.

As classes de disponibilidade são de acordo com a média dos valores de S nas camadas superficiais e subsuperficiais. Na ausência do valor da camada subsuperficial, Rein & Sousa (2004) sugerem considerar para as culturas em geral no Brasil o teor de 10 mg/dm³ como nível de suficiência, não sendo necessária a aplicação de S naquele ano agrícola.

Para teores insuficientes no solo (≤ 10 mg/dm³), ou áreas onde o nutriente não é suprido pela aplicação por outras fontes, é necessária aplicação de S na forma de gesso ou de enxofre elementar na dose de 20 a 75 kg/ha (VILELA et al., 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Experimental Fazenda Água Limpa (FAL), da Universidade de Brasília. A FAL está situada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Distrito Federal (DF), localizada a 15°47' latitude S, 47°56' longitude O e altitude de 1080 m. O clima da Região é do tipo Aw pela classificação de Koppen, com temperatura média anual de 23 C° e máxima e mínima absoluta de 34 C° e 16 C°, respectivamente. A precipitação anual é de 1300 mm e a umidade relativa do ar média de 66%.

As áreas estudadas são destinadas à produção de forragem para a alimentação animal, representadas na Figura 1. A primeira (Figura 1 A) é formada com capim tifton 85 (*Cynodon spp*), destinado ao pastejo rotacionado de vacas de leite. A área total tem 14,0 ha que são divididos em 24 piquetes, de 0,6 ha cada um. Em cada piquete foi retirada uma amostra composta na profundidade 0-20 derivada de 6 amostras simples. A segunda área (Figura 1 B) é cultivada com milho (*Zea mays*) destinado à silagem, em sequeiro, sob o sistema de revolvimento mínimo do solo. Ao total são 20 ha que foram divididos em quatro parcelas de 5 ha. De cada uma foi retirada uma amostra composta derivada de 10 amostras simples, na profundidade 0-20. As amostras foram coletadas do dia 12/09 ao dia 14/09/2016, com a utilização de trado holandês, em caminhamento de ziguezague, homogeneizando as amostras simples com a utilização de dois baldes. As amostras foram analisadas quimicamente para determinação de macronutrientes (P, K, S, Ca e Mg), matéria orgânica, pH, saturação por bases e por alumínio e capacidade de troca de cátions, além de análise de textura.

O tifton 85 é cultivado na área desde 2011, anteriormente cultivada com milho para silagem. A adubação de plantio incluiu 500 kg/ha de superfosfato simples e 2 t/ha de calcário. A adubação de manutenção é feita anualmente desde 2012 com 300 kg de NPK na formulação 10:10:10. A área do milho foi estabelecida também em 2011, com a utilização de 2 t/ha de calcário, repetida a aplicação em 2015 e adicionada 1,5 t/ha de gesso agrícola na ocasião, onde a área foi subsolada e gradeada. A adubação de manutenção do milho é realizada com 350 kg de NPK na formulação 4:30:16 e mais 200 kg/ha de uréia em cobertura.

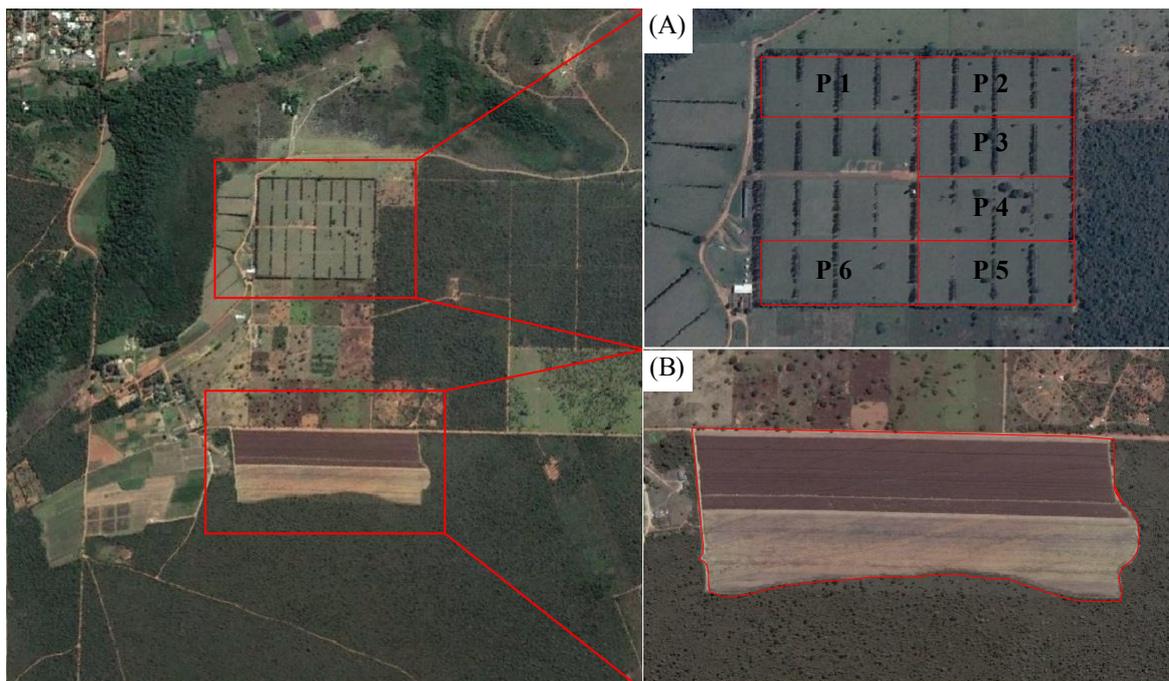


Figura 1. Representação das áreas avaliadas na Fazenda Água Limpa. Tifton (A), milho (B).

As análises realizadas em laboratório seguiram as metodologias da EMBRAPA (1997) e IAC (2009), foram determinados o pH em H₂O, acidez potencial (H + Al) com solução de acetato de Ca (0,5 mol l⁻¹ pH 7,0), matéria orgânica (MO), com solução de dicromato de potássio; P e K pelo método de Mehlich 1 e Ca e Mg com solução extratora de KCl (1 mol l⁻¹). Com base na análise química, foram calculadas a capacidade de troca catiônica potencial (CTC a pH 7), saturação de base (V) e saturação por Al (m).

Para fins de interpretação das análises, a área do milho foi estudada como uma parcela, e a área do tifton foi agrupada em parcelas de quatro piquetes cada uma, totalizando 6 parcelas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise são apresentados em gráfico Box plot, destacando a média, os valores máximos e mínimos e a mediana das parcelas analisadas. As linhas tracejadas em vermelho indicam a faixa adequada ou o nível crítico para o parâmetro analisado, quando aplicável.

Na Tabela 1 são apresentados os valores da análise de textura das amostras.

Tabela 1. Teores de argila para as parcelas do milho e do tifton

	--- Milho ---				----- Tifton -----			
Parcela	1	1	2	3	4	5	6	
Teor de argila (%)	53	59	52	59	64	66	65	

Área de Produção de Milho

Os valores de Ca e Mg encontrados na área do milho estão expostos na Figura 2. Os resultados indicaram níveis de 2,6 cmolc/dm³, 0,75 cmolc/dm³ para Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente, e valor de 3,5 para relação Ca/Mg. Como mostrado na Tabela 2, os níveis de Ca e Mg da área se apresentam em faixas adequadas. Porém, pode se notar uma tendência desses valores em se aproximar dos índices mínimos exigidos no solo, necessitando repor em pouco tempo o Ca e Mg extraídos pela cultura do milho.

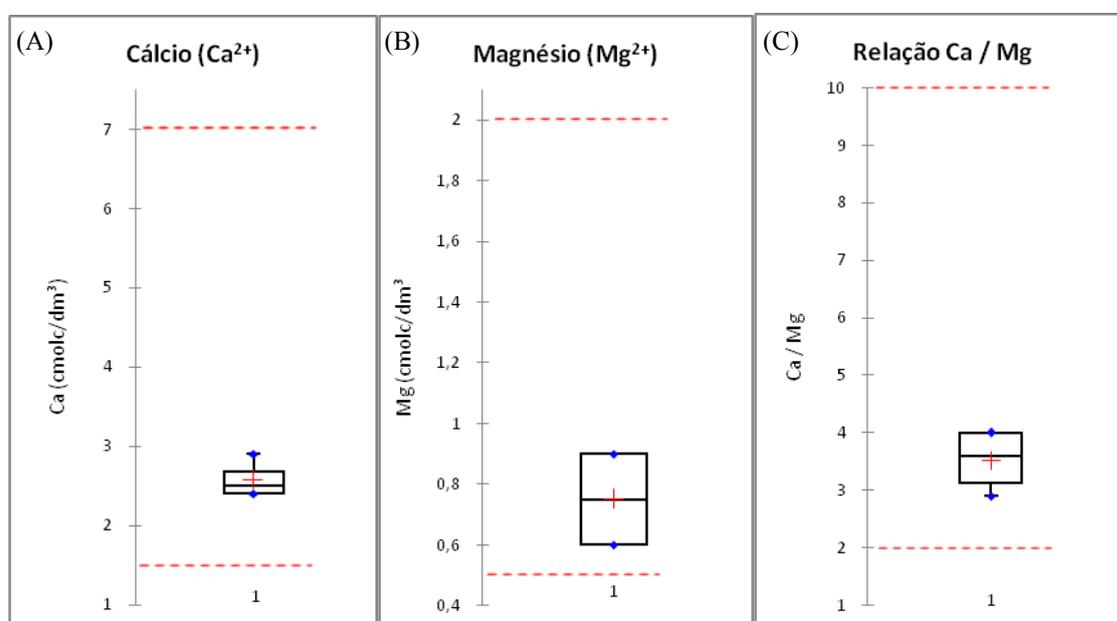


Figura 2. Resultados das análises de cálcio (A), magnésio (B) e da relação Ca/Mg (C) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.

A recomendação para necessidade de calagem será discutida mais a frente quando forem apresentados dados de pH e saturação por bases. Por enquanto, vale ressaltar os valores baixos da relação Ca/Mg, ainda que dentro do adequado. É relevante para se elevar esta relação, que na adubação deste solo se use fertilizantes contendo Ca como elemento secundário da sua composição.

Tabela 2. Interpretação dos resultados da análise e relação de Ca e Mg na profundidade de 0 a 20 cm

Interpretação	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	Relação Ca/Mg
Baixo	< 1,5	<0,5	< 2,0
Adequado	1,5 a 7,0	0,5 a 2,0	2,0 a 10,0
Alto	> 7,0	> 2,0	> 10,0

Fonte: Adaptado de Sousa & Lobato (2004)

A relação Ca/ Mg considerada alta é inadequada devido o excesso de Ca impedir a absorção de Mg pelas raízes, mesmo que esteja este presente em doses suficientes para a planta (SOUSA & LOBATO, 2004).

Na Figura 3 são apresentados os valores de pH, saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m). Os valores encontrados foram 5,5, 42,7 % e 2,7 %, respectivamente. A análise desses critérios dá idéia da necessidade de calagem, operação que permite ajustar o pH, aumentar a saturação por bases e reduzir a saturação por alumínio.

A saturação por bases geralmente utilizada para as plantas cultivadas está entre 40 e 60 %. Para o milho, a necessidade de calagem deve ser calculada para elevar a saturação por base à 50 %, onde são encontradas as maiores produtividades (FRANÇA & COELHO, 2001). Segundo Vasconcellos et al. (1994), saturação por bases entre 40 e 50 % ocasionam pH próximo a 6,0, valor dentro da faixa adequada para absorção dos nutrientes pela raiz.

De acordo com os valores encontrados e as recomendações para cultura, é necessária a elevação da saturação por bases, o que permitirá o ajuste do pH e elevação nos teores de Ca e Mg.

Tendo se, portanto:

- $NC \text{ (t/ha)} = (V_2 - V_1)/100 \times T \times f$

$$NC = (50 - 42,7) / 100 \times 8,3 \times 1$$

$$NC = 0,6 \text{ t/ha de calcário com PRNT de 100\%}$$

Deverão ser aplicados na área total (20 ha) 12 t de calcário com PRNT de 100%. Apesar de ser uma quantidade relativamente baixa de calcário, é importante considerar que a área é cultivada sem revolvimento do solo, portanto se a saturação por bases alcançar níveis muito baixos, a quantidade elevada de calcário para correção pode alcalinizar demasiadamente a superfície do solo.

A área não apresenta índices tóxicos de alumínio, o que pode ser consequência da aplicação de calcário em algum dos anos de cultivo. A baixa saturação por alumínio neste caso indica que o H^+ é o principal responsável pelo baixo pH do solo, evidenciado pela saturação de bases próxima a 40 %.

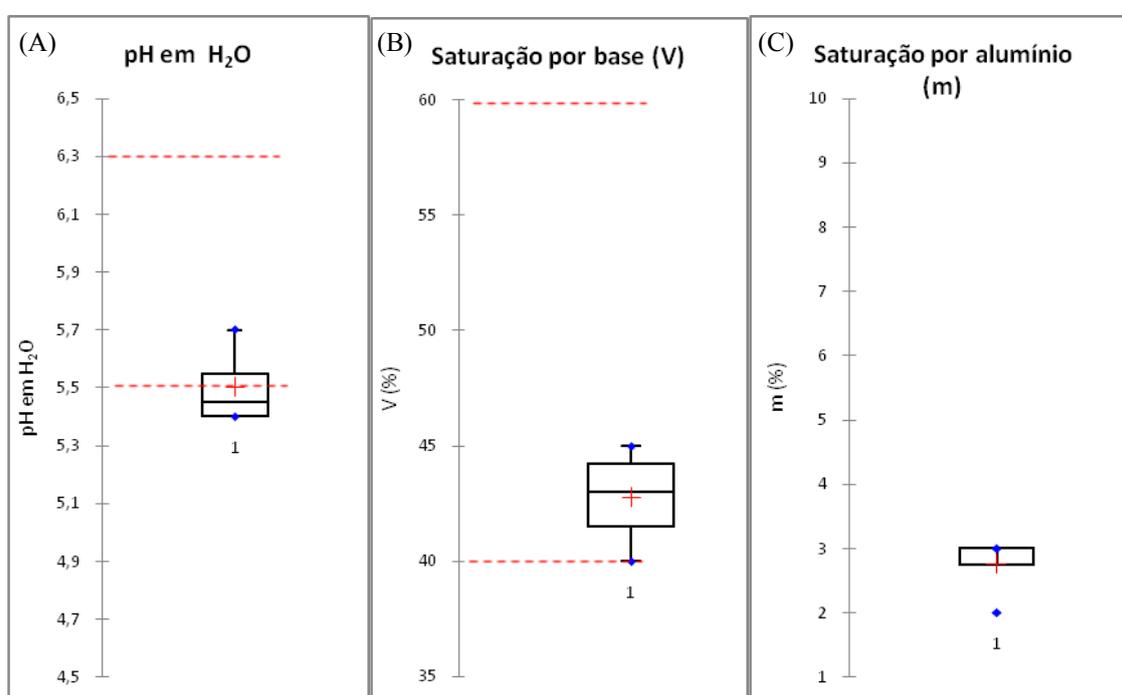


Figura 3. Resultados das análises de pH em H₂O (A), saturação por bases (B) e saturação por alumínio (C) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.

Na Figura 4 são apresentados os resultados das análises dos macronutrientes P, K e S (4,8 mg/dm³, 82 mg/dm³ e 19 mg/dm³, respectivamente). Nota-se uma grande discrepância entre os resultados de S e K em comparação com o P, sendo que os primeiros apresentaram teores no solo considerados altos e o último teores baixos. Como já descrito, o P é pouco presente nos solos naturais do cerrado e comumente limitante nos sistemas de produção (SANTOS & KLIEMANN, 2005).

Todas as quatro parcelas da área do milho apresentaram níveis baixos de P no solo. De fato, a adubação fosfatada pode ter sido negligenciada pelo seu alto custo, porém, é mais provável neste caso que esta deficiência esteja associada com o baixo pH.

A disponibilidade de P no solo, e conseqüentemente a eficiência de adubos fosfatados, é aumentada com a elevação do pH (SOUSA et al., 2004).

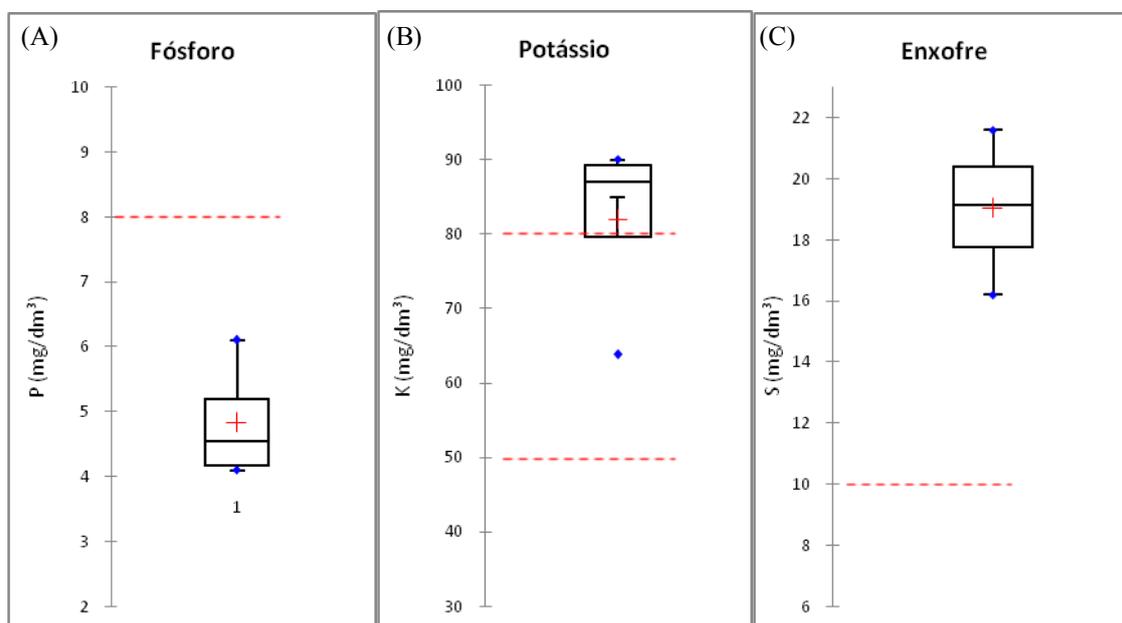


Figura 4. Resultados das análises de fósforo (A) e potássio (B), extraídos pelo método de Mehlich 1, e enxofre (C), extraído com $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,01 mol/L em água, da área do milho na camada de 0 a 20 cm.

Na Tabela 3 é possível classificar este solo dentro da classe considerada baixa quanto à disponibilidade de P. Para esta classe são necessários 100 kg/ha de P_2O_5 para a adubação de correção em áreas de culturas anuais (Tabela 4). Isso representa aproximadamente 550 kg/ha de superfosfato simples, 250 kg/ha de superfosfato triplo, 210 kg/ha de fosfato monoamônico (MAP) ou 220 kg/ha de fosfato diamônico (DAP). Vale ressaltar que estes fertilizantes fosfatados apresentam, além das garantias mínimas de P_2O_5 , teores de outros nutrientes, como N, Ca e S, que devem ser considerados no momento da recomendação. Isso é válido também para outros fertilizantes químicos, como os nitrogenados, potássicos e os contendo enxofre, cálcio ou magnésio.

Tabela 3. Interpretação da análise de solo de 0 a 20 cm para P extraído pelo método Mehlich 1 para sistemas de sequeiro com culturas anuais e forrageiras do grupo de alta exigência em fertilidade.

Teor de argila (%)	Teor de P no solo (mg/dm ³)				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
Culturas anuais					
≤ 15	0 a 0,6	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	18,1 a 25,0	> 25,0
16 a 35	0 a 0,5	5,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	> 20,0
36 a 60	0 a 3,0	3,1 a 5,0	5,1 a 8,0	8,1 a 12,0	> 12,0
> 60	0 a 2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6,0
Forrageiras (Espécies muito exigentes)					
≤ 15	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 14,0	> 14,0	
16 a 35	0 a 4,0	4,1 a 8,0	8,1 a 12,0	> 12,0	
36 a 60	0 a 2,0	2,1 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6	
> 60	0 a 1,0	1,1 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3	

Fonte: Adaptado de Sousa & Lobato (2004) e Martha Junior et al. (2007)

Essa aplicação de P pode ser realizada de uma só vez ou de forma gradativa. Estando o solo com teor de P adequado, é necessária apenas a adubação de manutenção. Nesta área, como os teores de P necessários para correção são altos, é recomendável realizar a adubação de correção gradativa, onde durante determinados anos de cultivo será aplicado a adubação de manutenção para a cultura acrescentando os valores de P da adubação corretiva parcelados.

A adubação de manutenção deve ser realizada em solos classificados com teor de P adequado ou alto, seguindo as doses recomendadas para cada cultura (SOUSA et al., 2004).

Tabela 4. Recomendação de adubação fosfatada corretiva de acordo com a disponibilidade de fósforo e teor de argila do solo para culturas anuais e forrageiras do grupo de alta exigência em fertilidade.

Teor de argila (%)	Interpretação da análise de solo					
	Adubação corretiva (kg/ha de P ₂ O ₅)					
	----- Culturas anuais -----			--- Forrageiras (espécies muito exigentes) ---		
	Muito baixo	Baixo	Médio	Muito baixo	Baixo	Média
≤ 15	60	30	15	60	30	15
16 a 35	100	50	25	90	45	25
36 a 60	200	100	50	140	70	35
> 60	280	140	70	200	100	50

Fonte: Adaptado de Sousa & Lobato (2004) e Martha Júnior et al. (2007)

O K apresentou valores acima do nível crítico (Tabela 5), sendo que a média da área ficou dentro do nível considerado alto para o nutriente (> 80 mg/dm³). Apesar de ser um nutriente muito requerido pelas plantas, não é recomendado a aplicação de doses excedentes de K. Sua alta solubilidade favorece a lixiviação e perda desse nutriente, principalmente em solos com baixa CTC e baixo teor de matéria orgânica. Novamente,

a calagem adequada se faz necessária por aumentar a CTC e, conseqüentemente, gerar novos sítios de ligação para retenção do K⁺ (VILELA et al., 2004).

Solos classificados dentro da classe alta para teores de potássio recomenda se o uso de 50% da adubação de manutenção ou da extração de potássio esperada para a cultura (VILELA et al., 2004).

Tabela 5. Interpretação da análise do solo de 0 a 20 cm e recomendação de adubação corretiva de K para culturas anuais e pastagens solteiras de acordo com a disponibilidade do nutriente

Culturas anuais			Pastagens solteiras	
Teor de K(mg/kg)	Interpretação	Corretiva (kg de K ₂ O/ha)	Teor de K (mg/kg)	Corretiva (kg de K ₂ O/ha)
CTC a pH 7,0 menor que 4,0 cmolc/dm ³				
≤ 15	Baixo	50	< 15	50
16 a 30	Médio	25	15 a 40	30
31 a 40	Adequado	0	> 40	0
> 40	Alto	0		
CTC a pH 7,0 igual ou maior do que 4,0 cmolc/dm ³				
≤ 25	Baixo	100	< 25	50
26 a 50	Médio	50	25 a 50	30
51 a 80	Adequado	0	> 50	0
> 80	Alto	0		

Fonte: Adaptado de Sousa e Lobato (2004) e Martha Junior et al. (2007)

O excesso de enxofre encontrado nas amostras pode ser consequência da aplicação de gesso na área, como também pode ser decorrente da aplicação sucessiva ao longo dos anos de fertilizantes com alto teor de S na composição, como o sulfato de amônio (22 a 24 % de S) e o superfosfato simples (10 a 12 % de S). Em geral, altos níveis de enxofre não têm sido relatados como problema na cultura do milho, apenas já é comprovado seu prolongado efeito residual, principalmente nas camadas subsuperficiais dos latossolos do cerrado (REIN & SOUSA, 2004).

Os índices de S presentes no solo de acordo com sua classe de disponibilidade são apresentados na Tabela 6. Quando se dispõe apenas do teor de S na camada superficial, Sousa e Lobato (2004), assim como a recomendação proposta na Reunião Técnica Anual de Pesquisa de Milho e Sorgo do RS (REUNIÃO, 2005) sugerem considerar como nível de suficiência valores acima de 10 mg/dm³.

Tabela 6. Interpretação da análise de enxofre no solo considerando o teor médio na camada de 0 a 40 cm de profundidade

S no solo (mg/dm ³)	Classe de disponibilidade
≤ 4	Baixa
5 a 9	Média

Fonte: Sousa e Lobato (2004)

De acordo com a Tabela 7 a matéria orgânica apresenta teores adequados no solo (3,9%), mostrados na Figura 5 (B). Esses valores são convenientes para o sistema de cultivo adotado na área, com revolvimento mínimo do solo. Pode se inferir que a técnica colaborou para o aumento de matéria orgânica, visto que os solos do cerrado naturalmente apresentam índices inferiores aos apresentados na análise.

Tabela 7. Interpretação dos resultados da análise de matéria orgânica em amostras de solo do cerrado da camada de 0 a 20 cm

Teor de argila	Baixa	Média	Matéria orgânica (%)	
			Adequada	Alta
Arenosa (≤ 15 % de argila)	< 0,8	0,8 a 1,0	1,1 a 1,5	> 1,5
Média (16 a 35 % de argila)	< 1,6	1,6 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3,0
Argilosa (36 a 60 % de argila)	< 2,4	2,4 a 3,0	3,1 a 4,5	> 4,5
Muito argilosa (> 60 % de argila)	< 2,8	2,8 a 3,5	3,6 a 5,2	> 5,2

Fonte: Sousa e Lobato (2004)

A CTC potencial, mostrada na Figura 5 (A), tem forte influência do teor de MO, seu valor considerado relativamente alto (8,3 cmol_c/dm³) contribui para o residual de K encontrado na área. Sem dúvidas, a CTC potencial deste solo sendo mais baixa, contribuiria para maior perda de K por lixiviação.

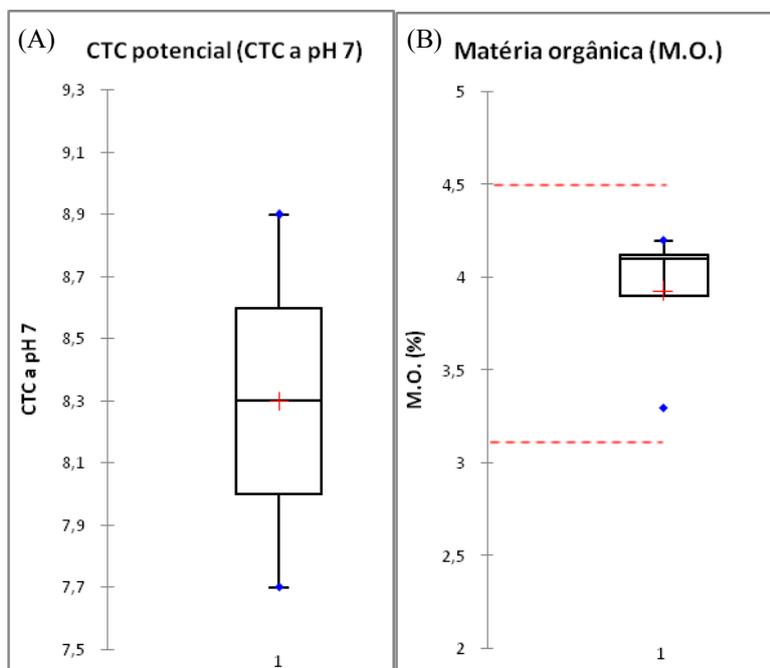


Figura 5. Resultados das análises de CTC potencial (A) e matéria orgânica (B) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.

A MO do solo pode fornecer N à cultura, portanto seu teor deve ser considerado na adubação nitrogenada. Para a determinação do N provindo do solo, Sousa e Lobato (2004), com base em experimentos e observações realizadas em fazendas, estimou o potencial fornecimento de N pela matéria orgânica do solo de aproximadamente 30 kg de N para cada 1% de matéria orgânica no solo. Para este solo, podemos considerar o valor de nitrogênio mineralizado pela MO próximo a 120 kg/ha/ano.

Já para a estimativa do residual deixado pela cultura anterior, os autores propuseram uma relação de acordo com a produtividade de grãos dos últimos três anos, multiplicando o número de sacos (60kg) pelo fator de correção (Tabela 8), que varia de acordo com o ano de plantio e a espécie utilizada, e leva em conta a eficiência de uso do N pelas plantas. Hipoteticamente, suponha que as produtividades da área nos últimos três anos tenham sido de 15 t de matéria seca/ha, e que a proporção de grãos na planta foi de 30 %, ou seja, 4,5 t de grãos (75 sacos), nessa área o solo fornecerá 22,5 kg de N residual das culturas anteriores $[(75 \times 0,1) + (75 \times 0,1) + (75 \times 0,1)]$ para a próxima safra, valor que pode ser abatido da adubação nitrogenada.

Tabela 8. Fator de correção para cálculo nitrogênio residual em culturas de gramíneas e leguminosas nos últimos três anos

Tempo decorrido do cultivo (anos)	Fator de correção	
	Gramíneas	Leguminosas
1	0,1	0,45
2	0,1	0,22
3	0,1	0,11

Fonte: Adaptado de Sousa e Lobato (2004)

No cálculo das quantidades de N aplicados à cultura poderão ser abatidos os valores encontrados da mineralização da MO e do N residual. Assim, a quantidade de N requerida pelo milho resulta dos teores extraídos pela planta e da eficiência de uso de fertilizantes nitrogenados, que pode ser considerado em média se 60 % (SOUSA & LOBATO, 2004). Na Tabela 9 são apresentados valores da extração média de nutrientes pela cultura do milho destinado para grão e para silagem, a partir dos dados é possível calcular a quantidade de N necessário para adubação da cultura.

Supondo que, de acordo com a experiência na área, espera se produzir 17 t/ha de matéria seca de silagem. Nota se que para esse nível de produtividade a planta de milho extrai 230 kg/ha de N, sendo que cerca de 142 kg serão supridos pelo solo. Portanto, a adubação de nitrogênio nessa área, considerando o aproveitamento de 60 % do

fertilizante pela cultura, deverá ser de aproximadamente 146 kg/ha de N, o que representa 180 kg de amônia, 330 kg de uréia ou 730 kg de sulfato de amônio.

Tabela 9. Extração média de nutrientes pela cultura de milho destinado para grãos e para silagem de acordo com a produtividade

Tipo de exploração	Produtividade (t/ha)	Nutrientes extraídos (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem (matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

Fonte: Coelho & França (1995)

Área de Produção de Tifton-85

De acordo com a Tabela 2, nota se na Figura 6 valores de Ca e Mg adequados para todas as parcelas analisadas (Ca - cmolc/dm^3 : 2,1, 2,0, 1,7, 1,75, 1,85 e 2,25; Mg - cmolc/dm^3 : 1,1, 1,1, 0,88, 0,75, 0,83 e 1,0), porém, a relação Ca/Mg encontra se desbalanceada para as parcelas 1, 2 e 3 (1,9, 1,9 e 1,97, respectivamente); e baixas, ainda que dentro da faixa adequada, para as parcelas 4, 5 e 6 (2,33, 2,28 e 2,25, respectivamente). A operação de calagem é a principal forma de adição de cálcio ao solo, será discutida a respeito mais à frente, quando forem apresentados os valores da saturação por bases e pH; por ora, vale ressaltar a importância do tipo de calcário utilizado, nesse caso, deve se dar preferência para calcários com menores teores de mg na sua composição. Ainda sim, é possível que o cálcio seja adicionado ao solo a partir de outras fontes, como por exemplo, alguns fertilizantes nitrogenados e fosfatados. O gesso agrícola (sulfato de cálcio) é uma opção quando existe deficiência do nutriente em subsuperfície, pois sua solubilidade permite que os íons sejam carregados para baixo (SOUSA & LOBATO, 2004).

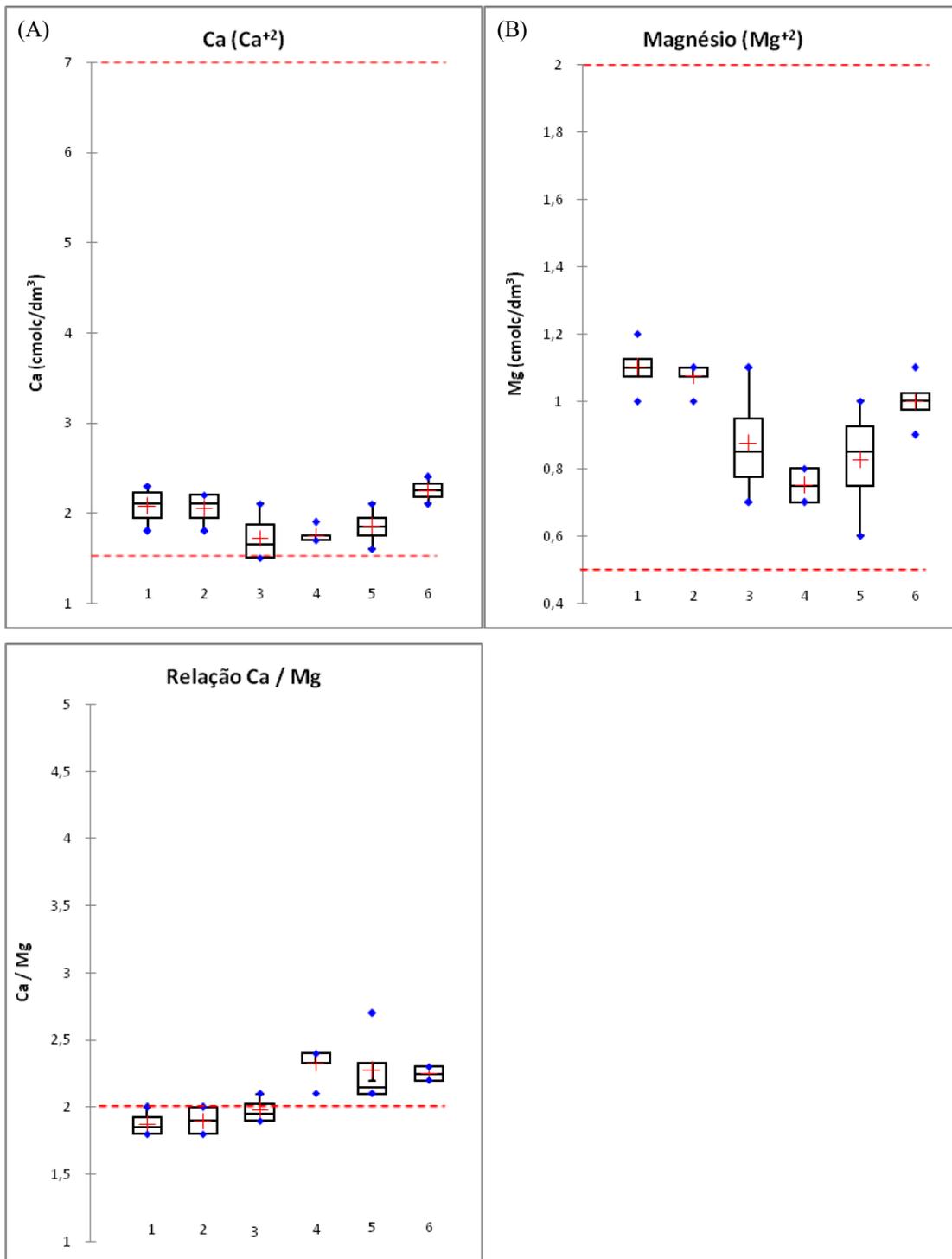


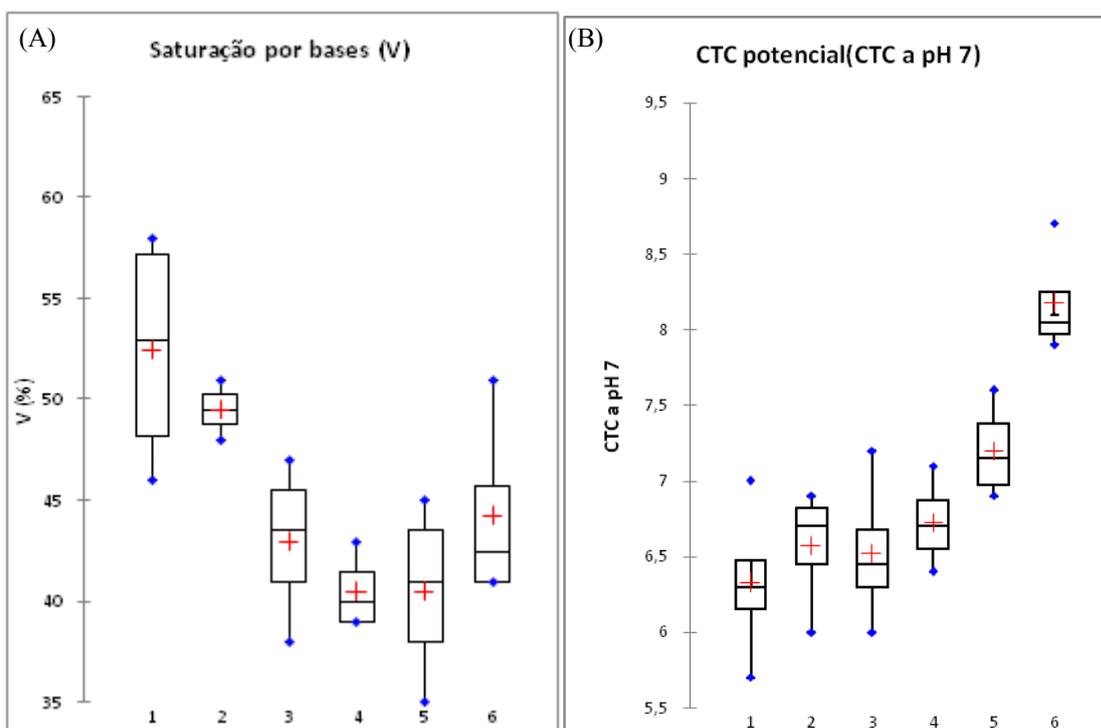
Figura 6. Resultados das análises de cálcio (A), magnésio (B) e da relação Ca/Mg (C) da área do tifton na camada de 0 a 20 cm.

Observando a Figura 7 percebe se uma grande variabilidade nos valores da saturação por bases, CTC potencial, MO e pH. De fato, pode se separar as parcelas em dois grupos bem distintos; o primeiro deles (parcelas 1, 2 e 3), com teores de argila e MO menores (MO: 3,3 %, 3,4 % e 3,2 %, respectivamente), e o segundo (parcelas 4, 5 e

6), com os maiores teores de argila e MO (3,7 %, 4,2 % e 4,3 %). Sabe-se que a MO e o teor de argila são os principais fatores que contribuem para o aumento da CTC potencial dos solos, e de fato, o primeiro grupo apresentou menores valores de CTC potencial em relação ao segundo. Isso explica também a variação da saturação por bases e do pH, que são parâmetros que são adequados na operação de calagem. Para uma área heterogênea como essa em relação ao teor de argila e de MO, as necessidades de calagem variam, portanto devem ser calculadas separadamente. O que provavelmente ocorreu para essa discrepância, é que a aplicação de calcário foi realizada homogênea para toda a área, e assim as parcelas com menor CTC potencial tiveram maior proporção dos sítios de ligação preenchidos pelas bases, evidenciado pelos maiores valores de V.

Em outras palavras, a saturação por bases mais elevada das primeiras, principalmente as parcelas 1 e 2, não significa necessariamente que a soma de bases foi superior nesse grupo. Na verdade, a CTC potencial (CTC a pH 7) indica que o segundo grupo (parcelas 4, 5 e 6) apresenta mais sítios de ligação que o primeiro grupo (parcelas 1, 2 e 3) e, portanto se caracterizam como áreas com maior potencial produtivo.

Como já mencionado, adição de MO é uma das responsáveis pelo aumento da CTC potencial nos solos. Nas pastagens, os dejetos animais e o resíduo da forragem são as principais fontes de entrada de MO no sistema, mas isso não pode ser considerado se a área for utilizada para produção de feno, onde o aporte de MO torna-se menor.



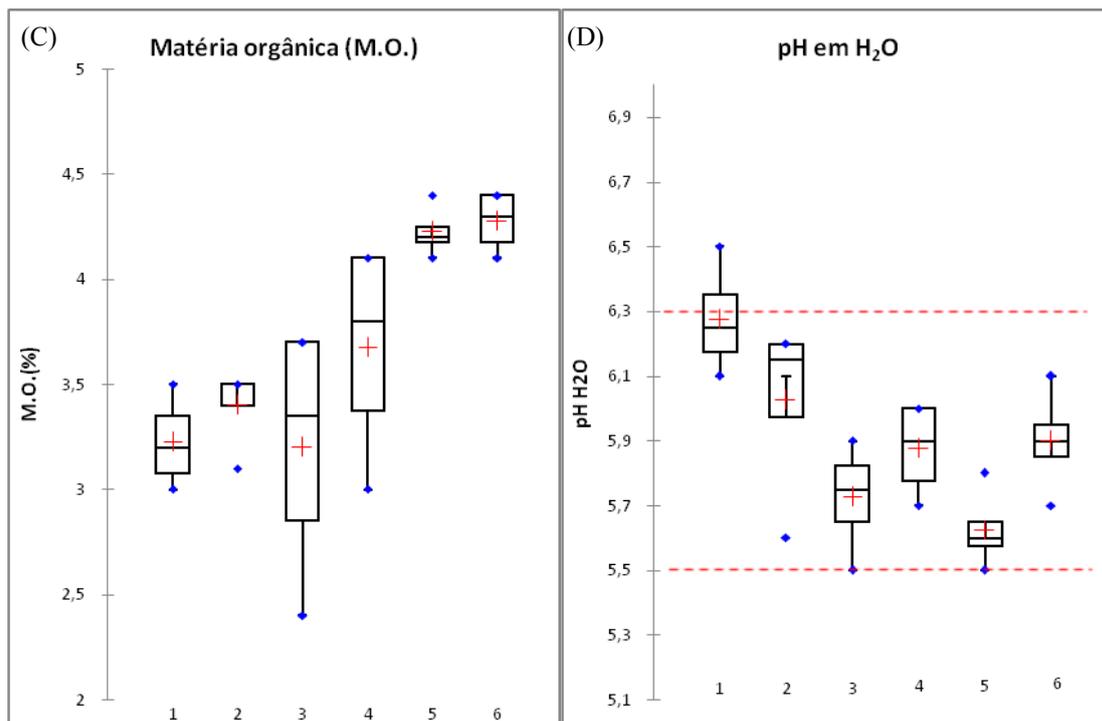


Figura 7. Resultados das análises de saturação por bases (A), CTC potencial (B), MO (C) e pH em H₂O (D) da área do tifton na camada de 0 a 20 cm.

A contribuição da matéria orgânica para o fornecimento de nitrogênio nas parcelas da área do tifton é apresentada na Tabela 10. As contribuições a partir da atmosfera para o N do solo normalmente não ultrapassam 10 a 15 kg/ha/ano, esse valor pode ser relevante em pastagens não adubadas com N, mas não representam a importância quantitativa do N provindo da mineralização da MO (MARTHA JÚNIOR et al., 2007).

Tabela 10. Potencial de nitrogênio mineralizado nas parcelas de tifton

Parcela	1	2	3	4	5	6
Teor de N mineralizado (kg/ha/ano)	96	102	96	111	126	129

As quantidades necessárias de N repostas à cultura do tifton podem ser estimadas utilizando os dados de extração de nutrientes da Tabela 11 e com dados de consumo de forragem pelos animais. Vários métodos podem ser usados para o cálculo do consumo diário de forragem pelos animais, que são extremamente variáveis conforme as características do capim, as condições ambientais e exigência dos animais (Hodgson et al., 1994).

Tabela 11. Teores de nutrientes para as forrageiras tropicais

Espécie forrageira	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g/kg de MS-----					
<i>Cynodon spp.</i>	15 a 26	1,5 a 3,0	15 a 30	3,0 a 8,0	1,5 a 4,0	1,0 a 3,0
<i>Brachiaria brizanta, B. decumbens</i>	12 a 20	0,8 a 3,0	13 a 30	2,0 a 6,0	1,5 a 4,0	0,8 a 2,5
<i>Panicum maximum, P. purpureum</i>	15 a 25	1,0 a 3,0	15 a 30	3,0 a 8,0	1,5 a 5,0	1,0 a 3,0
<i>Andropogon gayanus</i>	15 a 25	1,1 a 3,0	15 a 25	2,0 a 6,0	1,5 a 4,0	0,8 a 2,5

Fonte: Adaptado de Martha Júnior et al.(2007)

A calagem neste caso deve ser realizada para elevar a saturação por bases à 60 % (MARTHA JÚNIOR et al., 2007) e permitir portanto, que as áreas se equalizem. Temos enfim, representado na Tabela 12, a necessidade de calagem calculada pelo método da elevação de saturação por bases ($NC = (V2 - V1)/100 \times T \times f$), considerando calcário com PRNT de 100 %.

Tabela 12. Necessidade calagem (NC) calculada para as parcelas do tifton utilizando calcário com PRNT de 100 %

Parcela	1	2	3	4	5	6
NC (kg/ha)	475	693	1105	1306	1404	1287
NC (área total)	1140	1663	2652	3134	3370	3089

Os teores de fósforo encontrados na área do tifton são apresentados na Figura 8 (A) sobre duas linhas de nível crítico: a inferior (3 mg/dm³), para solos com textura muito argilosa e a superior (6 mg/dm³), para solos com textura argilosa. As parcelas 4, 5 e 6 apresentaram níveis adequados do nutriente (3,5 mg/dm³); já os teores das parcelas 1, 2 e 3 ficaram abaixo da linha de nível crítico (2,0 mg/dm³, 2,3 e 2,5, respectivamente), classificadas como baixo pela Tabela de interpretação de análise de P (Tabela 5). A deficiência notada nas parcelas 1, 2 e 3, não pode ser relacionada com o pH, já que para essas parcelas os valores foram adequados. É possível que os valores de P no solo tenham sido subestimados, dado que nas pastagens a adubação é feita sem incorporação e, portanto sendo o P pouco móvel no solo, este ficou retido nas camadas mais superficiais e a análise da camada de 0 a 20 cm não foi sensível quanto esse aspecto. Porém, a hipótese mais provável é que os níveis de P aplicados tenham sido insuficientes para atender as demandas da planta e suprir o nível crítico no solo. Sousa e Lobato (2004) destacam que esse nutriente é comumente fator limitante de produção no cerrado devido sua baixa disponibilidade natural e seu alto custo dos fertilizantes fosfatados. De qualquer forma, a diferença entre os níveis das parcelas 1, 2 e 3 para a 4, 5 e 6 indicam claramente que adubação de P na área não levou em conta a classe de

textura do solo. Solos com menores teores de argila apresentam menor poder tampão, o que resulta no esgotamento mais acelerado do nutriente. A aplicação de adubos fosfatados deve ser maior para solos com textura mais argilosa, porém mais freqüente em solos menos argilosos (SANTOS, 2008).

O baixo teor de P em pastagens foi notado por Fidalski (1997), em estudos no estado do Paraná, onde detectou níveis abaixo de $5,75 \text{ mg dm}^{-3}$ de P em quase 80 % das áreas de pastagens amostradas. Esses índices podem ser estendidos para o país como um todo. Sousa et al. (2007), calculou um quantidade de NPK aplicada próxima a 4 kg/ha no ano de 2004, demonstrando o baixo investimento com fertilizantes em pastagens no Brasil.

Seguindo a interpretação da Tabela 3 e as recomendações da Tabela 4, classificamos a área 1 como muito baixa em relação à disponibilidade de P para forrageiras do grupo de alta exigência, e as parcelas 2 e 3 como baixas. A adubação de correção para esses grupos é de 140 e 70 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente. Isso representa 780/ 390 kg de superfosfato simples, 340/170 kg de superfosfato triplo, 290/145 kg de MAP ou 310/155 kg de DAP. As parcelas 4, 5 e 6 devem receber apenas adubação de manutenção.

O potássio, em todas as parcelas, pôde ser analisado para solos com CTC acima de 4 cmolc/dm^3 , onde o nível crítico está em 50 cmolc/dm^3 . Nota se, pela Figura 8 (B), que as parcelas apresentaram níveis adequados para o nutriente ($60,5 \text{ mg/dm}^3$, $60,0 \text{ mg/dm}^3$, $79,4 \text{ mg/dm}^3$, $103,0 \text{ mg/dm}^3$, $93,7 \text{ mg/dm}^3$ e $126,5 \text{ mg/dm}^3$, respectivamente as parcelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6), e que os teores de K encontrados se comportaram diretamente proporcionais à CTC potencial do solo analisado (Figura 7 B). De fato, existe uma relação descrita por Vilela et al. (2004), que a baixa CTC favorece a perda por lixiviação do K^+ .

Na Figura 8 (C) são apresentados os resultados para a análise do S. As parcelas 1 e 2 revelaram teores do nutriente ($6,8 \text{ mg/dm}^3$ e $8,1 \text{ mg/dm}^3$) abaixo da linha de nível crítico (10 mg/dm^3), enquanto as demais parcelas os índices encontrados foram suficientes. Destaca se a relação do enxofre com a MO, observando que as parcelas que apresentaram teor mais baixo de MO (1, 2 e 3), também foram aquelas que apresentaram teores menores de S no solo.

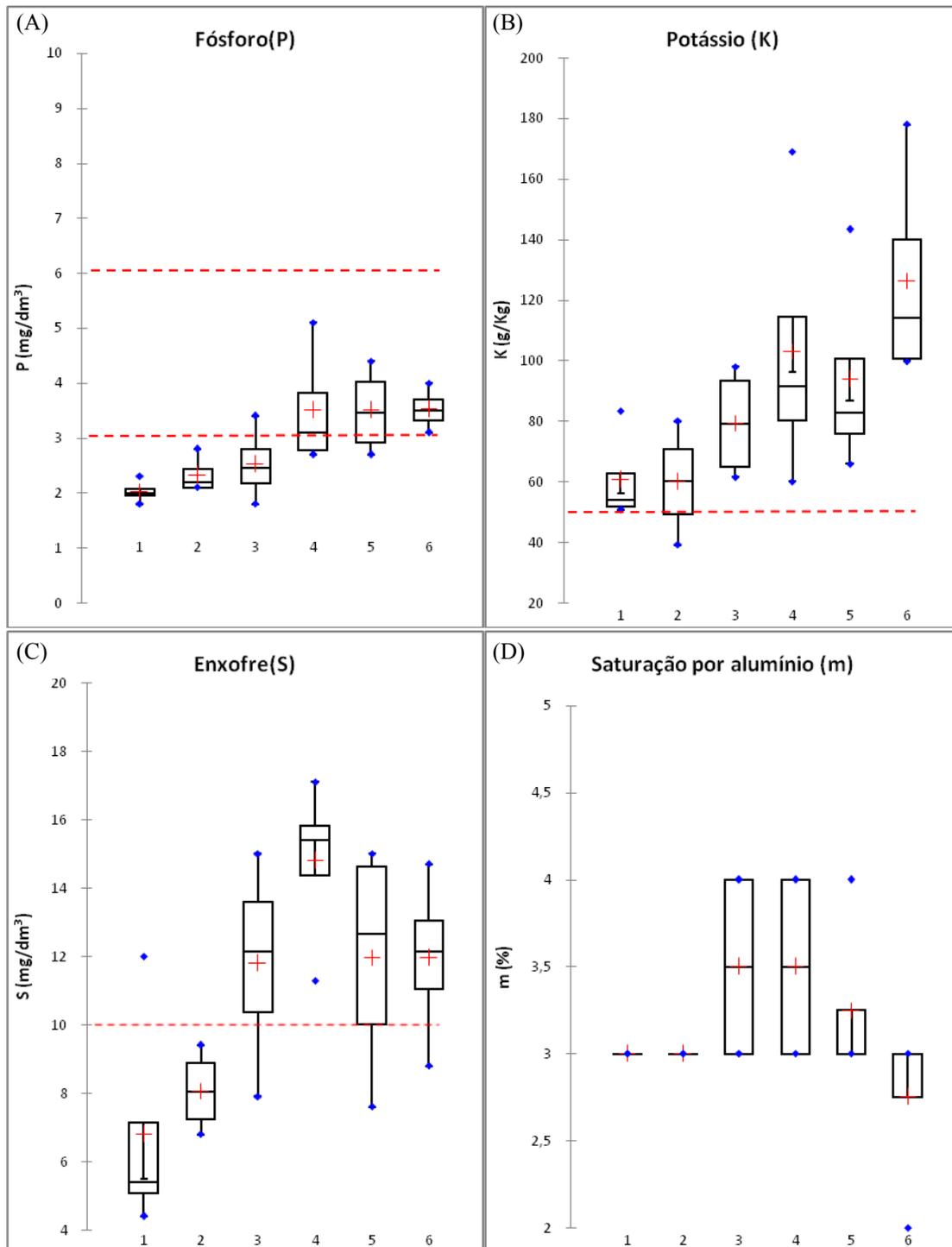


Figura 8. Resultados das análises de fósforo (A) e potássio (B), extraídos pelo método de Mehlich 1, enxofre (C), extraído com $\text{Ca} (\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,01 mol/L em água, e pH em H_2O (D) da área do milho na camada de 0 a 20 cm.

A recomendação de enxofre para correção do solo das parcelas 1 e 2, classificadas no grupo de média disponibilidade (Tabela 6), pode ser realizada pela seguinte fórmula:

$$\text{Dose de enxofre (kg/ha)} = 0,75 \times \text{teor de argila, temos portanto};$$

- Parcela 1: $S = 0,75 \times 59 = 45$ kg/ha de S, ou 108 kg na área total
- Parcela 2: $S = 0,75 \times 52 = 39$ kg/ha de S, ou 94 kg na área total

A aplicação de fósforo na forma de superfosfato simples (10 a 12 % de S) ou de nitrogênio na forma de sulfato de amônio (22 a 24 % de S) normalmente atende os valores exigidos pela forrageira. Caso contrário, o S deve ser aplicado na forma de gesso agrícola (13 % de S) ou flor de enxofre (99 % de S). Seriam necessários portanto 830 kg de gesso ou 110 kg de flor de enxofre para a parcela 1, e para a parcela 2, 720 kg de gesso ou 95 kg de flor de enxofre.

CONCLUSÕES

As áreas estudadas apresentam variações consideráveis nos teores de argila e de matéria orgânica, o que é determinante no planejamento do manejo da adubação e correção do solo. Sem a análise desses parâmetros as interpretações das condições de fertilidade da área ficariam prejudicadas.

Os atributos analisados variam de forma significativa entre as parcelas. No geral, o P e é o elemento que mais apresenta deficiência nas áreas, e o K se apresenta em níveis adequados para todas as parcelas analisadas e não precisa ser corrigido.

Todas as parcelas necessitam de correção do solo para adequar a saturação por bases à níveis exigidos pelas culturas, também se busca nessa operação elevar os teores de Ca e Mg, que tendem todos a se aproximar de valores insuficientes. A saturação por alumínio não é limitante nas áreas estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, T.F. Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas produtoras de leite no Brasil. Lavras: Universidade Federal de Lavras, Departamento de Zootecnia, 2012. 17p. Disponível em: <<http://www.tfbernardes.com/index.php/ebook>>. Acesso em: 03 novembro de 2016.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; IELL, G.M. Registration of “Tifton 85” Bermuda grass. *Crop Science*, v.33, n.4, p.644-645, 1993.

CAMARGO, O.A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A. & VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, 1986. 94p. (Boletim Técnico, 106).

CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ V, V.H.; RIBEIRO, A.C. Amostragem de solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. (Eds.) Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p.13-20.

CARVALHO, A.M.DE; FAGERIA, N.K.; KINJO, T.; PEREIRA, I.P.DE. Resposta do feijoeiro à aplicação de fósforo em solos do Cerrados. *Revista brasileira de Ciência do Solo*, p. 61-67, 1995.

CENTURIO, J.F. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.2, p.254-258, 2001 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB - <http://www.agriambi.com.br>.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. 2 ed. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 71, p. 1-9, set. 1995. *Arquivo do Agrônomo*, Piracicaba, n. 2, set. 1995. Encarte.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2015/2016 - Nono levantamento. Brasília, v. 3, n. 9, p. 1-174, 2016.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. Enciclopédia Biosfera, v.9, p.1842, 2013.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. P. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. et al. (Ed.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 11-37.

CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃS, P.C. A cultura do milho – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, 517p.

DA SILVA, G. M.; ZANCHIN, J.T.; LOPES, B.A.; PERONI, N.D.; MOTTA, J.C.S.; DA COSTA, P.U.N.; UHDE, L.T.; MAIXNER, A.R.; MONTARDO, D.P.; MACHADO, L.J. "Pastagem De Tifton 85 Consorciado Com Forrageiras De Inverno." EMBRAPA Pecuária Sul, 2011. (Comunicado Técnico, nº 79).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade - Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 18 p. – (Documentos/ Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN 1517-3135; 115).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 247p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Cultivo do Milho - Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 5ª edição Set./2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/index.htm>. Acesso em 03 de novembro de 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

FIDALSKI, J. Fertilidade do solo sob pastagens, lavouras anuais e permanentes na região Noroeste do Paraná. Revista Unimar, Maringá, v. 19, p. 853-861, 1997.

FRANÇA, G.E.; COELHO, A.M. Adubação do milho para silagem. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.; FERREIRA, J.J. (Ed.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.53-83.

HODGSON, J.; CLARK, D. A.; MITCHELL, R. J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G. C. (Ed.). Forage Quality Evaluation and utilization. Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p. 796- 827.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.

KHORRAMDEL, S.; KOOCHEKI, A.; MAHALLATI, M.N.; KHORASANI, R.; GHORBANI, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. Soil & Tillage Research, v.133, p.25-31, 2013.

MACEDO, L.O.B. Modernização da pecuária de corte bovina no brasil e a importância do crédito rural. Informações Econômicas, SP, v.36, n.7, jul. 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/seto2-0706.pdf>>. Acesso em 21 de novembro de 2016.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 224p.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de. Adubação nitrogenada. In: MARTHA JUNIOR, G.B.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 117-144

MAUSBACH, M.J.; WILDING, L.P. Spatial variabilities of soils and landforms. Madison: Soil Science Society of America, 1991. 270p. (SSSA Special Publication, 28).

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.

NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: SANTOS, F.A., NUSSIO, L.G., SILVA, S.C. (Eds.). Volumosos para bovinos. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.75-177.

QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL, L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim Tifton 85 submetido a doses de nitrogênio. *Acta Scientiarum Animal Science*, v.33, p.145-150, 2011.

RAIJ, B.VAN. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres, 1991. 343p.

REIN, T.A.; SOUSA, D. M. G. Adubação com enxofre. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.) Cerrado correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. p 227-244.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO DO RS (50 e 33). Indicações técnicas para cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul 2005/2006. Porto Alegre: FEPAGRO/Emater-RS/ASCAR, 2005. 155p.

SANTOS DE, A. E.; KLIEMANN, H. J. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de cerrado e sua avaliação por extratores químicos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 35, n. 3, p. 139, 2005.

SANTOS, E.A.; KLIEMANN, H.J. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de Cerrado e sua avaliação por extratores químicos. *Pesq. Agropec. Trop.*, 35:139-146, 2005.

SANTOS, J. Z. Adubação fosfatada, frações de fósforo e resposta do feijoeiro, em latossolos de cerrado, com diferentes textura, mineralogia e histórico de uso. Lavras: UFLA, 2008. 87 p

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F. Enxofre: Nutrientes necessários para maiores rendimentos da soja. Londrina: PR, 2007. 6 p. (EMBRAPA. Circular técnica, 53).

SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H.; GARCIA, R.; FILHO S.C.V.; CHIZZOTTI F.H.M. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.

SOUSA DMG, VILELA L, LOBATO E AND SOARES WV. 2001. Uso do gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado. Embrapa Cerrados, Circular Técnica, 12, Planaltina, SP, Brasil, 22 p.

SOUSA, D.M.G. DE; RITCHEY, K.D.; LOBATO, E.; GOEDERT W.J. Potássio em solo de cerrado. II. Balanço no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 3, p. 33-36, 1979.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. & REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E., eds. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p.147-168.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.) Cerrado correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. 416p.

SOUSA, D.M.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; VIELELA. Adubação fosfatada. In: L. MARTHA JUNIOR, G.B.; VIELELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p.145-177.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. & OLIVEIRA, S.A.V. A acidez do solo e sua correção. 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: A acidez do solo e sua correção. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.205-274.

VASCONCELLOS, C.A.; SANTANA, D.P. & FERREIRA, L. Métodos de determinação da necessidade de calagem e características físico-químicas de alguns solos de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.*, 29: 1253-1263, 1994.

VELHO, J.P.; MÜHLBACH P.R.F.; NÖRNBERG, J.L. et al. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.5, p.1532-1538, 2007.

VILELA, L.; SOARES, W.V.; SOUSA, D.M.G.; MACEDO, M.C.M. Calagem e Adubação para Pastagens na Região do Cerrado. EMBRAPA-CPAC, 1998 16p. (Circular Técnica, nº 37).

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de; MARTHA JUNIOR, G.B. Adubação com enxofre e gessagem. In: MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 107-115.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de; SILVA, J. E. da. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.169-184.

APÊNDICE

Recomendações de adubação e correção para o milho

Para recomendação de adubação de manutenção será considerada uma produtividade de 18,5 t/ha de matéria seca, ou aproximadamente 50 t de matéria verde.

a) Calagem

A saturação por bases deve ser elevada para 50%, portanto:

$$NC \text{ (t/ha)} = (V_2 - V_1)/100 \times T \times f$$

$$NC = (50 - 42,7) / 100 \times 8,3 \times 1$$

$$NC = 0,6 \text{ t/ha de calcário com PRNT de 100\%}$$

Deverão ser aplicados na área total (20 ha) 12 t de calcário com PRNT de 100%.

Recomenda-se a utilização de calcário magnesiano (5 a 12 % de MgO) para se elevar a relação Ca/Mg.

b) Fósforo

São necessários 100 kg/ha de P₂O₅ para adubação de correção e para adubação de manutenção 100 kg/ha de P₂O₅.

Como estratégia para parcelamento das despesas com adubação fosfatada, a adubação de correção pode ser feita gradualmente, ao longo de 5 anos de cultivo por exemplo. Neste caso, a aplicação de fósforo para a cultura será de 120 kg de P₂O₅ durante 5 anos consecutivos, após esse período deve-se proceder apenas com adubação de manutenção.

É recomendado que pelo menos uma parte dessa dose seja aplicada à lanço, até que os níveis no solo se encontrem adequados. Pode-se aplicar 60 kg/ha de P₂O₅ à lanço nos dois primeiros anos de cultivo por exemplo.

c) Potássio

Os teores de potássio estão altos para a área do milho, neste caso é recomendado aplicar 50 % da dose da adubação de manutenção, sendo 50 kg/ha de K₂O no sulco de plantio e 60 kg/ha em cobertura, junto com a adubação de nitrogênio.

d) Nitrogênio

Com índices de produtividade de 18,5 t/ha de matéria seca o milho extrai cerca de 231 kg de N. O fornecimento de N através da mineralização e do residual do solo alcançou 142 kg/ha. Portanto, considerando o aproveitamento dos fertilizantes pela

cultura de 60% serão necessários 150 kg/ha de N, aplicado 30 kg na semeadura e o restante parcelado em 2 vezes, sendo 60 kg com 4 a 6 folhas e 60 kg com 8 a 10 folhas.

Recomendações de adubação e correção para o capim tifton 85

As recomendações de adubação e correção foram estimadas para uma produção de 20 t/ha de matéria seca de capim tifton, baseado nas exportações de nutrientes apresentadas na tabela 12.

a) Calagem

A calagem deverá ser realizada para elevar a saturação por bases à 60 %. É necessário o uso de calcário magnesiano para elevar a relação Ca/Mg. Os valores em kg/ha e kg/ parcela são respectivamente: 1 (475 – 1140), 2 (693 – 1663), 3 (1105 – 2652), 4 (1306 – 3134), 5 (1404 – 3370), 6 (1287 – 3089).

b) Fósforo

Apenas as parcelas 1, 2 e 3 necessitam de adubação corretiva de fósforo, 140, 70 e 70 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente.

Para adubação de manutenção, consideramos o teor médio de P extraído por tonelada de capim de 1,5 kg, o que representa 3,5 kg de P_2O_5 (2,25 x 2,29). Sendo necessários, portanto, 70 kg/ ha, ou 42 kg/piquete (0,6 ha) de P_2O_5 para manutenção da pastagem de tifton.

c) Potássio

Nenhuma das parcelas necessita de adubação de correção para o K. A adubação de manutenção pode ser feita considerando a extração de 15 kg de K por tonelada de matéria seca, o que representa 18 kg de K_2O (15 x 2,105). Portanto será necessário repor 360 kg/ha de K_2O anualmente, ou 216 kg/piquete.

A adubação potássica pode ser parcelada juntamente com a adubação nitrogenada.

d) Nitrogênio

O N extraído pelo capim tifton é de 15 kg/ t de matéria seca, o que representa 300 kg/ha, ou 180 kg por piquete. Desse valor, pelo menos 90 kg para as parcelas 1, 2, 3 e 4, e 120 kg para as parcelas 5 e 6 serão abatidos do N mineralizado pela matéria orgânica. Portanto, para as parcelas de 1 a 4, ou os piquetes de 1 a 16, a adubação nitrogenada necessária é de 210 kg/ha, ou 126 kg/piquete; e para as parcelas 5 e 6, representadas pelos piquetes de 17 a 24, serão necessários 180 kg/ha, ou 108 kg/piquete.

É aconselhável que adubação nitrogenada neste caso seja parcelada em pelo menos 3 ou 4 vezes, de acordo com o planejamento da fazenda. Não é recomendável doses únicas maiores que 60 kg/ha para o N.

e) Enxofre

As parcelas 1 e 2 necessitam respectivamente de 45 e 39 kg/ha de S para atingir os níveis críticos exigidos no solo.

A aplicação de fósforo na forma de superfosfato simples (10 a 12 % de S) ou de nitrogênio na forma de sulfato de amônio (22 a 24 % de S) normalmente atende os valores exigidos pela forrageira. Caso contrário, o S deve ser aplicado na forma de gesso agrícola (13 % de S) ou flor de enxofre (99 % de S). Diante disso, seriam necessários 830 kg de gesso ou 110 kg de flor de enxofre para a parcela 1, e para a parcela 2, 720 kg de gesso ou 95 kg de flor de enxofre.

Se a adubação fosfatada de manutenção e correção for realizada com superfosfato simples, as doses de enxofre necessárias seriam supridas logo no primeiro ano, já que 390 kg/ha de superfosfato simples da adubação de manutenção forneceriam aproximadamente 40 kg/ha de enxofre.

ANEXO

Resultados das análises químicas

Certificado de Análise de Solo



www.campo.com.br

CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

Propriedade:
CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº: 61110/16 REV: 00

Fundação Universidade de Brasília

Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Município: Brasília - DF

Cep: 70910-900

Entrada: 22/09/2016

Emissão do Laudo: 06/10/2016

Identificações		Amostras			
Número Interno		61110/16	61111/16	61112/16	61113/16
Identificação da Amostra		M 120 0-20 cm	M 220 0-20 cm	M 320 0-20 cm	M 420 0-20 cm
Macronutrientes					
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
pH em água	-	5,5	5,4	5,4	5,7
pH em CaCl ₂	-	5,1	4,7	4,9	4,9
M.O.	dag/Kg	3,3	4,1	4,2	4,1
C Org	%	1,9	2,3	2,5	2,3
P	mg/dm ³	6,1	4,2	4,9	4,1
K	mg/dm ³	89	84,9	90	63,8
S	mg/dm ³	21,6	20	18,3	16,2
Ca (2+)	cmolc/dm ³	2,4	2,4	2,9	2,6
Mg (2+)	cmolc/dm ³	0,6	0,6	0,9	0,9
Al (3+)	cmolc/dm ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
H+Al	cmolc/dm ³	4,9	4,5	4,9	4,8
CTC a pH 7	cmolc/dm ³	8.1	7.7	8.9	8.5
V	%	40	42	45	44
m	%	3	3	2	3
Relações					
Ca / Mg	-	4.0	4.0	3.2	2.9
Ca / K	-	10.4	10.9	12.6	16.2
Mg / K	-	2.6	2.7	3.9	5.6
Saturação do Complexo de Troca					
K	%	3	3	3	2
Ca	%	30	31	33	31
Mg	%	7	8	10	11
Na	%	0	0	0	0
H + Al	%	60	58	54	56

As análises de solos são realizadas conforme Manual de Análises Química dos solos, Plantas e Fertilizante - 2º edição revista e ampliada EMBRAPA, Brasília – DF, Brasil, 2009.

A amostragem, envio e informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente.

As amostras analisadas permanecem em nossos arquivos por 30 dias.

Este certificado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) analisada(s).

A reprodução deste certificado de análise somente pode ser realizada por completo, a reprodução parcial somente é possível com aprovação formal da CAMPO.

A incerteza dos resultados, a data e hora de realização dos ensaios são conhecidos e podem ser solicitadas a CAMPO.

Al(3+): Acides Trocável | V%: Sat. Bases | m%: Sat. Alumínio

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima
Responsável Técnico

CREA - 34.958

FOR 1133 - Rev. 01

Página 1 de 6

Certificado de Análise de Solo

Nome: Fundação Universidade de Brasília

Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -

Município: Brasília - DF

Propriedade:

CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº: 61110/16 REV: 00

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900

Entrada: 22/09/2016

Emissão do Laudo: 06/10/2016

Identificações		Amostras				
Número Interno	61115/16	61116/16	61117/16	61118/16	61119/16	
Identificação da Amostra	P 120 0-20 cm	P 220 0-20 cm	P 320 0-20 cm	P 420 0-20 cm	P 520 0-20 cm	
Macronutrientes						
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
pH em água	-	6,3	6,5	6,2	6,1	6,2
pH em CaCl ₂	-	5,8	5,9	5,5	5,5	5,5
M.O.	dag/Kg	3	3,5	3,3	3,1	3,5
C Org	%	1,7	2	1,9	1,8	2
P	mg/dm ³	2,3	2	1,8	2	2,3
K	mg/dm ³	83,3	50,8	56,1	52	39,2
S	mg/dm ³	12	4,4	5,3	5,5	7,4
Ca (2+)	cmolc/dm ³	2	2,3	1,8	2,2	2,2
Mg (2+)	cmolc/dm ³	1,1	1,2	1	1,1	1,1
Al (3+)	cmolc/dm ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
H+Al	cmolc/dm ³	2,4	2,7	3,4	3,6	3,5
CTCtotal	cmolc/dm ³	5.7	6.3	6.3	7.0	6.9
V	%	58	57	46	49	49
m	%	3	3	3	3	3
Relações						
Ca / Mg	-	1.8	1.9	1.8	2.0	2.0
Ca / K	-	9.5	17.7	12.9	16.9	22.0
Mg / K	-	5.2	9.2	7.1	8.5	11.0
Saturação do Complexo de Troca						
K	%	4	2	2	2	1
Ca	%	35	37	29	31	32
Mg	%	19	19	16	16	16
Na	%	0	0	0	0	0
H + Al	%	42	42	53	51	51

As análises de solos são realizadas conforme Manual de Análises Químicas dos solos, Plantas e Fertilizante - 2ª edição revista e ampliada EMBRAPA, Brasília – DF, Brasil, 2009.

A amostragem, envio e informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente.

As amostras analisadas permanecem em nossos arquivos por 30 dias.

Este certificado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) analisada(s).

A reprodução deste certificado de análise somente pode ser realizada por completo, a reprodução parcial somente é possível com aprovação formal da CAMPO.

A incerteza dos resultados, a data e hora de realização dos ensaios são conhecidos e podem ser solicitadas a CAMPO.

Al(3+): Ácidos Trocável | V%: Sat. Bases | m%: Sat. Alumínio

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima

Responsável Técnico

CREA - 34.958

FOR 1133 - Rev. 01

Página 2 de 6

Certificado de Análise de Solo

Nome: Fundação Universidade de Brasília

Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -

Município: Brasília - DF

Propriedade:
CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº: 61110/16 REV: 00
Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900

Entrada: 22/09/2016

Emissão do Laudo: 06/10/2016

Identificações		Amostras				
Número Interno	61120/16	61121/16	61122/16	61123/16	61124/16	
Identificação da Amostra	P 620 0-20 cm	P 720 0-20 cm	P 820 0-20 cm	P 920 0-20 cm	P 1020 0-20 cm	
Macronutrientes						
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
pH em água	-	6,1	6,2	5,6	5,5	5,7
pH em CaCl ₂	-	5,5	5,4	5,2	5	5
M.O.	dag/Kg	3,5	3,5	3,1	3	2,4
C Org	%	2	2	1,8	1,7	1,4
P	mg/dm ³	2,1	2,1	2,8	2,6	1,8
K	mg/dm ³	67,8	80	52,7	91,8	66,2
S	mg/dm ³	6,8	8,7	9,4	15	11,2
Ca (2+)	cmolc/dm ³	2,2	2	1,8	1,5	1,5
Mg (2+)	cmolc/dm ³	1,1	1,1	1	0,7	0,8
Al (3+)	cmolc/dm ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
H+Al	cmolc/dm ³	3,3	3,3	3,1	4	3,5
CTCtotal	cmolc/dm ³	6.8	6.6	6.0	6.4	6.0
V	%	51	50	48	38	42
m	%	3	3	3	4	4
Relações						
Ca / Mg	-	2.0	1.8	1.8	2.1	1.9
Ca / K	-	12.9	10.0	13.8	6.5	8.8
Mg / K	-	6.5	5.5	7.7	3.0	4.7
Saturação do Complexo de Troca						
K	%	2	3	2	4	3
Ca	%	32	30	30	23	25
Mg	%	16	17	17	11	13
Na	%	0	0	0	0	0
H + Al	%	50	50	51	62	59

As análises de solos são realizadas conforme Manual de Análises Químicas dos solos, Plantas e Fertilizante - 2ª edição revista e ampliada EMBRAPA, Brasília – DF, Brasil, 2009.

A amostragem, envio e informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente.

As amostras analisadas permanecem em nossos arquivos por 30 dias.

Este certificado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) analisada(s).

A reprodução deste certificado de análise somente pode ser realizada por completo, a reprodução parcial somente é possível com aprovação formal da CAMPO.

A incerteza dos resultados, a data e hora de realização dos ensaios são conhecidos e podem ser solicitadas a CAMPO.

Al(3+): Ácidos Trocável | V%: Sat. Bases | m%: Sat. Alumínio

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima

Responsável Técnico

CREA - 34.958

FOR 1133 - Rev. 01

Página 3 de 6

Certificado de Análise de Solo

Nome: Fundação Universidade de Brasília

Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -

Município: Brasília - DF

Propriedade:
CERTIFICADO DE ANÁLISE N°: 61110/16 REV: 00
Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900

Entrada: 22/09/2016

Emissão do Laudo: 06/10/2016

Identificações		Amostras				
Número Interno		61125/16	61126/16	61127/16	61128/16	61129/16
Identificação da Amostra		P 1120 0-20 cm	P 1220 0-20 cm	P 1320 0-20 cm	P 1420 0-20 cm	P 1520 0-20 cm
Macronutrientes						
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
pH em água	-	5,9	5,8	6	6	5,7
pH em CaCl ₂	-	5,2	5,2	5,4	5,2	5
M.O.	dag/Kg	3,7	3,7	4,1	4,1	3,5
C Org	%	2,1	2,1	2,3	2,3	2
P	mg/dm ³	2,3	3,4	2,7	3,4	5,1
K	mg/dm ³	61,5	98	96,4	86,7	169
S	mg/dm ³	13,1	7,9	11,3	15,4	17,1
Ca (2+)	cmolc/dm ³	1,8	2,1	1,7	1,9	1,7
Mg (2+)	cmolc/dm ³	0,9	1,1	0,7	0,8	0,7
Al (3+)	cmolc/dm ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
H+Al	cmolc/dm ³	3,6	3,9	4	3,9	4,3
CTCtotal	cmolc/dm ³	6.5	7.2	6.6	6.8	7.1
V	%	45	47	39	43	39
m	%	3	3	4	3	3
Relações						
Ca / Mg	-	2.0	1.9	2.4	2.4	2.4
Ca / K	-	11.2	8.4	6.8	8.6	4.0
Mg / K	-	5.6	4.4	2.8	3.6	1.6
Saturação do Complexo de Troca						
K	%	2	3	4	3	6
Ca	%	28	29	26	28	24
Mg	%	14	15	11	12	10
Na	%	0	0	0	0	0
H + Al	%	56	53	59	57	60

As análises de solos são realizadas conforme Manual de Análises Químicas dos solos, Plantas e Fertilizante - 2ª edição revista e ampliada EMBRAPA, Brasília – DF, Brasil, 2009.

A amostragem, envio e informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente.

As amostras analisadas permanecem em nossos arquivos por 30 dias.

Este certificado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) analisada(s).

A reprodução deste certificado de análise somente pode ser realizada por completo, a reprodução parcial somente é possível com aprovação formal da CAMPO.

A incerteza dos resultados, a data e hora de realização dos ensaios são conhecidos e podem ser solicitadas a CAMPO.

Al(3+): Ácidos Trocável | V%: Sat. Bases | m%: Sat. Alumínio

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima

Responsável Técnico

CREA - 34.958

FOR 1133 - Rev. 01

Página 4 de 6

Certificado de Análise de Solo

Nome: Fundação Universidade de Brasília

Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -

Município: Brasília - DF

Propriedade:
CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº: 61110/16 REV: 00
Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900

Entrada: 22/09/2016

Emissão do Laudo: 06/10/2016

Identificações		Amostras				
Número Interno		61130/16	61131/16	61132/16	61133/16	61134/16
Identificação da Amostra		P 1620 0-20 cm	P 1720 0-20 cm	P 1820 0-20 cm	P 1920 0-20 cm	P 2020 0-20 cm
Macronutrientes						
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
pH em água	-	5,8	5,6	5,5	5,6	5,8
pH em CaCl ₂	-	5	5,1	4,8	5	5,1
M.O.	dag/Kg	3	4,4	4,1	4,2	4,2
C Org	%	1,7	2,6	2,3	2,5	2,5
P	mg/dm ³	2,8	4,4	3,9	2,7	3
K	mg/dm ³	60,1	86,6	65,9	143,3	79,2
S	mg/dm ³	15,4	7,6	14,5	15	10,8
Ca (2+)	cmolc/dm ³	1,7	1,9	1,6	1,8	2,1
Mg (2+)	cmolc/dm ³	0,8	0,9	0,6	0,8	1
Al (3+)	cmolc/dm ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
H+Al	cmolc/dm ³	3,9	4	4,5	4,6	4
CTCtotal	cmolc/dm ³	6.4	7.0	6.9	7.6	7.3
V	%	41	43	35	39	45
m	%	4	3	4	3	3
Relações						
Ca / Mg	-	2.1	2.1	2.7	2.2	2.1
Ca / K	-	11.3	8.6	9.4	4.9	10.5
Mg / K	-	5.3	4.1	3.5	2.2	5.0
Saturação do Complexo de Troca						
K	%	2	3	2	5	3
Ca	%	27	27	23	24	29
Mg	%	12	13	9	11	14
Na	%	0	0	0	0	0
H + Al	%	59	57	66	60	54

As análises de solos são realizadas conforme Manual de Análises Químicas dos solos, Plantas e Fertilizante - 2ª edição revista e ampliada EMBRAPA, Brasília – DF, Brasil, 2009.

A amostragem, envio e informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente.

As amostras analisadas permanecem em nossos arquivos por 30 dias.

Este certificado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) analisada(s).

A reprodução deste certificado de análise somente pode ser realizada por completo, a reprodução parcial somente é possível com aprovação formal da CAMPO.

A incerteza dos resultados, a data e hora de realização dos ensaios são conhecidos e podem ser solicitadas a CAMPO.

Al(3+): Ácidos Trocável | V%: Sat. Bases | m%: Sat. Alumínio

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima

Responsável Técnico

CREA - 34.958

FOR 1133 - Rev. 01

Página 5 de 6

Certificado de Análise de Solo



www.campo.com.br

**CENTRO DE TECNOLOGIA
AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

Nome: Fundação Universidade de Brasília
Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -
Município: Brasília - DF

CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº: 61110/16 **REV:** 00
Propriedade:

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900 **Entrada:** 22/09/2016 **Emissão do Laudo:** 06/10/2016

Identificações		Amostras			
Número Interno		61135/16	61136/16	61137/16	61138/16
Identificação da Amostra		P 2120 0-20 cm	P 2220 0-20 cm	P 2320 0-20 cm	P 2420 0-20 cm
Macronutrientes					
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
pH em água	-	5,9	5,9	6,1	5,7
pH em CaCl ₂	-	5,1	5,2	5,5	5
M.O.	dag/Kg	4,4	4,4	4,2	4,1
C Org	%	2,6	2,6	2,5	2,3
P	mg/dm ³	3,4	3,6	3,1	4
K	mg/dm ³	100,9	99,8	178	127,1
S	mg/dm ³	11,8	8,8	14,7	12,5
Ca (2+)	cmolc/dm ³	2,2	2,1	2,4	2,3
Mg (2+)	cmolc/dm ³	1	0,9	1,1	1
Al (3+)	cmolc/dm ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
H+Al	cmolc/dm ³	4,5	4,8	3,9	5,1
CTCtotal	cmolc/dm ³	8.0	8.1	7.9	8.7
V	%	44	41	51	41
m	%	3	3	2	3
Relações					
Ca / Mg	-	2.2	2.3	2.2	2.3
Ca / K	-	8.5	8.1	5.2	7.0
Mg / K	-	3.8	3.5	2.4	3.0
Saturação do Complexo de Troca					
K	%	3	3	6	4
Ca	%	28	26	30	26
Mg	%	12	11	14	11
Na	%	0	0	0	0
H + Al	%	57	60	50	59

As análises de solos são realizadas conforme Manual de Análises Químicas dos Solos, Plantas e Fertilizantes - 2ª edição revista e ampliada EMBRAPA, Brasília - DF, Brasil, 2009.

A amostragem, envio e informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente.

As amostras analisadas permanecem em nossos arquivos por 30 dias.

Este certificado refere-se exclusivamente à(s) amostra(s) analisada(s).

A reprodução deste certificado de análise somente pode ser realizada por completo, a reprodução parcial somente é possível com aprovação formal da CAMPO.

A incerteza dos resultados, a data e hora de realização dos ensaios são conhecidos e podem ser solicitadas a CAMPO.

Al(3+): Acidez Trocável | V%: Sat. Bases | m%: Sat. Alumínio

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima
Responsável Técnico
CREA - 34.958

FOR 1133 - Rev. 01
Página 6 de 6

Resultados das análises de textura



www.campo.com.br

**CENTRO DE TECNOLOGIA
AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

Certificado de Análise de Solo

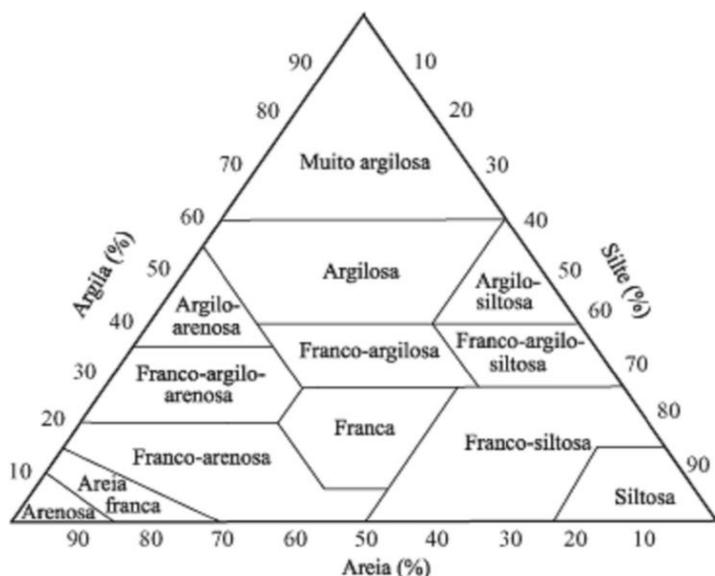
Nome: Fundação Universidade de Brasília
Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -
Município Brasília - DF

CERTIFICADO DE ANÁLISE N°: 61110/16 **REV:** 00
Propriedade:

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900 **Entrada:** 22/09/2016 **Emissão do Laudo:** 06/10/2016

Identificações		Amostras			
Número Interno		61110/16	61111/16	61112/16	61113/16
Identificação da Amostra		M 120 0-20 cm	M 220 0-20 cm	M 320 0-20 cm	M 420 0-20 cm
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Silte	%	38	42	37	35
Argila	%	56	46	52	59
Areia	%	6	12	11	6
Classificação	-	Argila	Argila Siltosa	Argila	Argila
Tipo do Solo ¹	-	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3



Classificação efetuada com base nas frações granulométricas da terra fina seca ao ar, TFSA, agrupadas no triângulo textural.

(¹) Classificação do tipo de solo conforme a IN 02 de 09/10/2008 do MAPA.

A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente. As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Geraldo Lima
Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima
Responsável Técnico

CREA - 34.958
FOR 1136 - Rev. 00

Página 1 de 6

Certificado de Análise de Solo



Nome: Fundação Universidade de Brasília
Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -
Município: Brasília - DF

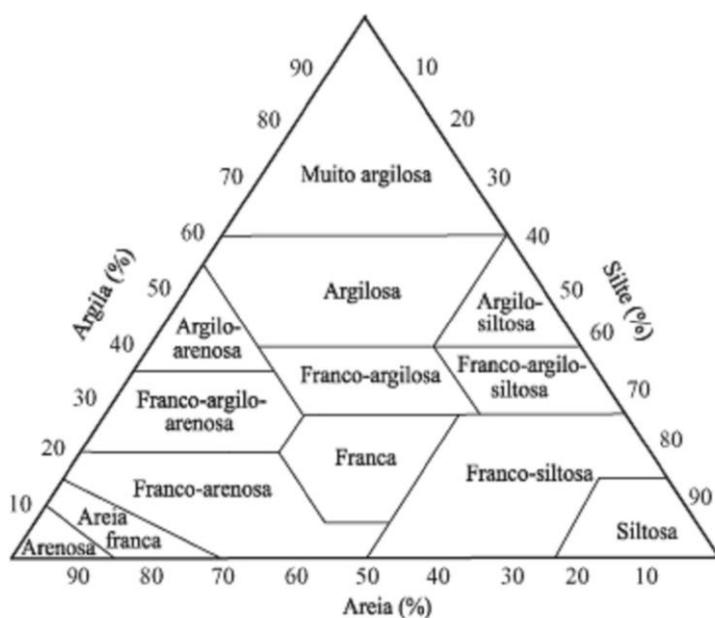
CERTIFICADO DE ANÁLISE N°: 61110/16 **REV:** 00

Propriedade:

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900 **Entrada:** 22/09/2016 **Emissão do Laudo:** 06/10/2016

Identificações		Amostras				
Número Interno		61115/16	61116/16	61117/16	61118/16	61119/16
Identificação da Amostra		P 120 0-20 cm	P 220 0-20 cm	P 320 0-20 cm	P 420 0-20 cm	P 520 0-20 cm
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Silte	%	39	39	31	32	47
Argila	%	56	56	62	62	46
Areia	%	5	5	7	6	7
Classificação	-	Argila	Argila	Argila Pesada	Argila Pesada	Argila Siltosa
Tipo do Solo ¹	-	Tipo 3				



Classificação efetuada com base nas frações granulométricas da terra fina seca ao ar, TFSA, agrupadas no triângulo textural.

(¹) Classificação do tipo de solo conforme a IN 02 de 09/10/2008 do MAPA.

A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente. As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Geraldo Lima

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima
 Responsável Técnico

CREA - 34.958
 FOR 1136 - Rev. 00

Página 2 de 6

Certificado de Análise de Solo



www.campo.com.br

CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

Nome: Fundação Universidade de Brasília
Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -
Município: Brasília - DF

CERTIFICADO DE ANÁLISE N°: 61110/16 **REV:** 00

Propriedade:

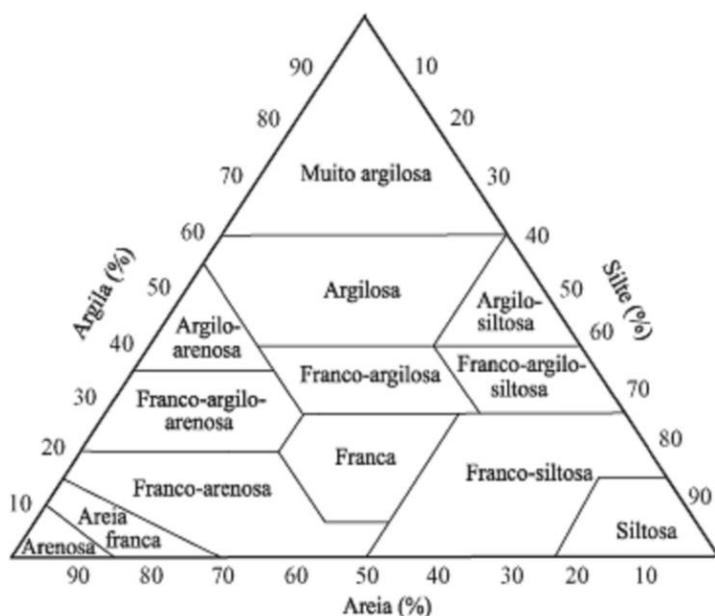
Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900

Entrada: 22/09/2016

Emissão do Laudo: 06/10/2016

Identificações		Amostras				
Número Interno		61120/16	61121/16	61122/16	61123/16	61124/16
Identificação da Amostra		P 620 0-20 cm	P 720 0-20 cm	P 820 0-20 cm	P 920 0-20 cm	P 1020 0-20 cm
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Silte	%	38	39	42	40	38
Argila	%	54	55	52	58	58
Areia	%	8	6	6	2	4
Classificação	-	Argila	Argila	Argila Siltosa	Argila	Argila
Tipo do Solo ¹	-	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3



Classificação efetuada com base nas frações granulométricas da terra fina seca ao ar, TFSA, agrupadas no triângulo textural.

(¹) Classificação do tipo de solo conforme a IN 02 de 09/10/2008 do MAPA.

A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente. As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Zenildo Lima
 Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima
 Responsável Técnico
 CREA - 34.958
 FOR 1136 - Rev. 00
 Página 3 de 6

Certificado de Análise de Solo



www.campo.com.br

**CENTRO DE TECNOLOGIA
AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

Nome: Fundação Universidade de Brasília
Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -
Município: Brasília - DF

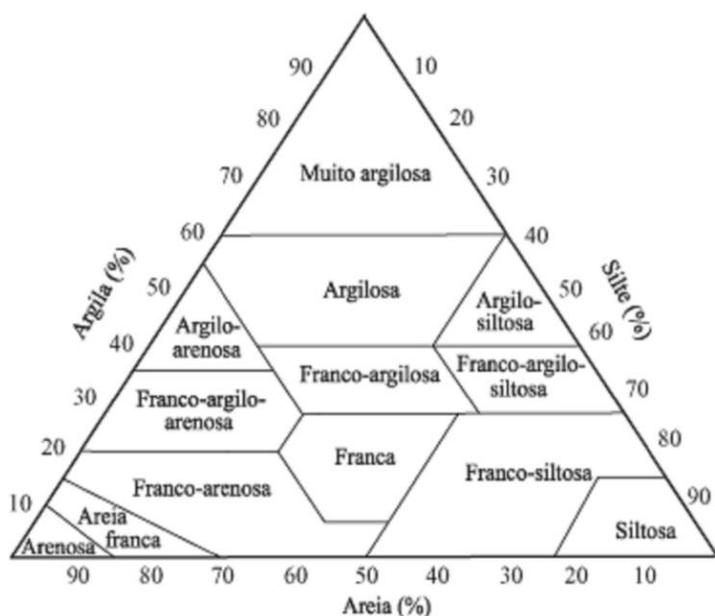
CERTIFICADO DE ANÁLISE N°: 61110/16 **REV:** 00

Propriedade:

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900 **Entrada:** 22/09/2016 **Emissão do Laudo:** 06/10/2016

Identificações		Amostras				
Número Interno		61125/16	61126/16	61127/16	61128/16	61129/16
Identificação da Amostra		P 1120 0-20 cm	P 1220 0-20 cm	P 1320 0-20 cm	P 1420 0-20 cm	P 1520 0-20 cm
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Silte	%	40	32	40	33	27
Argila	%	56	64	56	64	70
Areia	%	4	4	4	3	3
Classificação	-	Argila Siltosa	Argila Pesada	Argila Siltosa	Argila Pesada	Argila Pesada
Tipo do Solo ¹	-	Tipo 3				



Classificação efetuada com base nas frações granulométricas da terra fina seca ao ar, TFSA, agrupadas no triângulo textural.

(¹) Classificação do tipo de solo conforme a IN 02 de 09/10/2008 do MAPA.

A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente. As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias.
Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Geraldo Lima
Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima
Responsável Técnico
CREA - 34.958
FOR 1136 - Rev. 00
Página 4 de 6

Certificado de Análise de Solo



www.campo.com.br

CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

Nome: Fundação Universidade de Brasília
Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -
Município: Brasília - DF

CERTIFICADO DE ANÁLISE N°: 61110/16 **REV:** 00

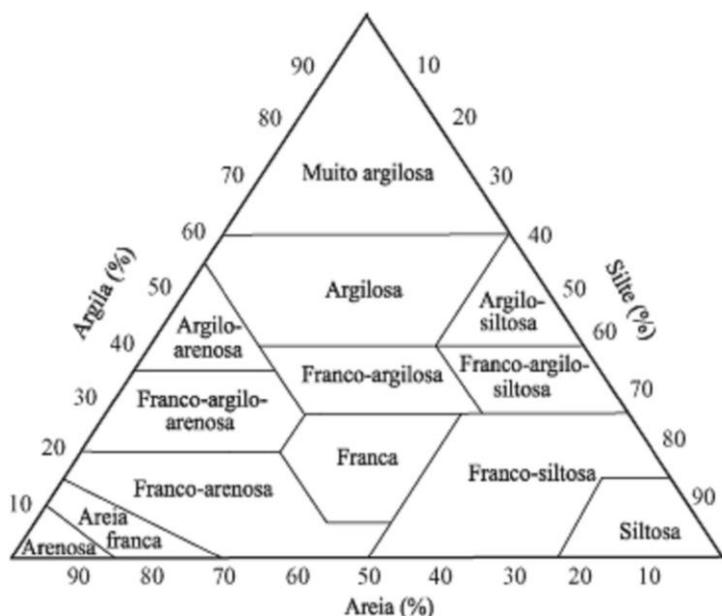
Propriedade:

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900 **Entrada:** 22/09/2016 **Emissão do Laudo:** 06/10/2016

Identificações	Amostras				
Número Interno	61130/16	61131/16	61132/16	61133/16	61134/16
Identificação da Amostra	P 1620 0-20 cm	P 1720 0-20 cm	P 1820 0-20 cm	P 1920 0-20 cm	P 2020 0-20 cm

Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Silte	%	32	31	31	30	33
Argila	%	66	66	66	68	64
Areia	%	2	3	3	2	3
Classificação	-	Argila Pesada				
Tipo do Solo ¹	-	Tipo 3				



Classificação efetuada com base nas frações granulométricas da terra fina seca ao ar, TFSA, agrupadas no triângulo textural.

(¹) Classificação do tipo de solo conforme a IN 02 de 09/10/2008 do MAPA.

A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente. As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Geraldo Jânio Lima

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima

Responsável Técnico

CREA - 34.958

FOR 1136 - Rev. 00

Página 5 de 6

Certificado de Análise de Solo



Nome: Fundação Universidade de Brasília
Endereço: Ed. Adm. Central 2º Andar Dce/Con -
Município: Brasília - DF

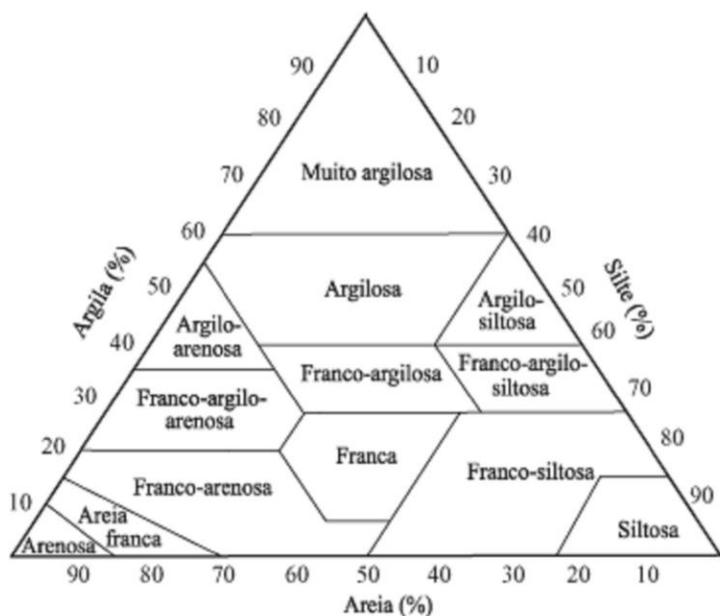
CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº: 61110/16 **REV:** 00

Propriedade:

Solicitante: Fundação Universidade de Brasília

Cep: 70910-900 **Entrada:** 22/09/2016 **Emissão do Laudo:** 06/10/2016

Identificações		Amostras			
Número Interno		61135/16	61136/16	61137/16	61138/16
Identificação da Amostra		P 2120 0-20 cm	P 2220 0-20 cm	P 2320 0-20 cm	P 2420 0-20 cm
Parâmetros	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Silte	%	27	33	32	30
Argila	%	70	63	64	64
Areia	%	3	4	4	6
Classificação	-	Argila Pesada	Argila Pesada	Argila Pesada	Argila Pesada
Tipo do Solo ¹	-	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3



Classificação efetuada com base nas frações granulométricas da terra fina seca ao ar, TFSA, agrupadas no triângulo textural.

(¹) Classificação do tipo de solo conforme a IN 02 de 09/10/2008 do MAPA.

A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente. As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias.
Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Eng. Agr. Geraldo Jânio Lima
 Responsável Técnico
 CREA - 34.958
 FOR 1136 - Rev. 00
 Página 6 de 6