



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO DA CULTURA DA SOJA SOB  
DIFERENTES RECOMENDAÇÕES DE  
ADUBAÇÃO: ESTUDO DE CASO, FAZENDA  
VEREDA, CRISTALINA - GO**

**FÁBIO CARIBÉ DE ARAUJO GALVÃO**

**Brasília, DF**  
**Outubro de 2012**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**FÁBIO CARIBÉ DE ARAUJO GALVÃO**

**DESEMPENHO DA CULTURA DA SOJA SOB  
DIFERENTES RECOMENDAÇÕES DE  
ADUBAÇÃO: ESTUDO DE CASO, FAZENDA  
VEREDA, CRISTALINA - GO**

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. CÍCERO CÉLIO DE FIGUEIREDO

**Brasília, DF**  
**Outubro de 2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

GALVÃO, Fábio Caribé de Araujo

Desempenho da cultura de soja sob diferentes recomendações de adubação: estudo de caso, Fazenda Vereda, Cristalina – GO. / Fábio Caribé de Araujo Galvão; orientação de Cícero Célio de Figueiredo – Brasília, 2012.

43 p. il.

Monografia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2012.

1. Soja - Fertilidade 2. Soja - Adubação 3. Sistema de Plantio Direto

I. Figueiredo, C.C.de. II. Título

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GALVÃO, Fábio Caribé de Araujo. **Desempenho da cultura de soja sob diferentes recomendações de adubação: estudo de caso, Fazenda Vereda, Cristalina – GO.** 2012. 43f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília – UnB.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** FÁBIO CARIBÉ DE ARAUJO GALVÃO

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Avaliação de desempenho da cultura da soja com o uso de diferentes recomendações de adubação, e seu impacto econômico na produção na Fazenda Vereda – GO

**Grau:** 3º      **Ano:** 2012.

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.

FÁBIO CARIBÉ DE ARAUJO GALVÃO

CPF: 872.940.791-53 – Endereço: SIA Trecho 17 Lote 1360, Via IA-04, Guará – DF, CEP: 71200-260  
-Telefones: (61) 7815-1214 / (61) 3233-2606 – e-mail: [fabiocaribe@sacil.com.br](mailto:fabiocaribe@sacil.com.br)



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** Desempenho da cultura da soja sob diferentes recomendações de adubação: estudo de caso, Fazenda Vereda, Cristalina – GO.

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.

Monografia aprovada em: Brasília, 04 de outubro de 2012.

**Aprovado por:**

---

**Prof. Dr. Cícero Célio de Figueiredo**  
Presidente da Banca Examinadora

---

**Prof. Dr. Eiyti Kato**  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinador / e-mail: kato@unb.br

---

**Prof. PhD. Carlos Roberto Spehar**  
Universidade de Brasília -UnB  
Examinador / e-mail: spehar@unb.br

---

**Prof. Dr. Marcelo Fagioli**  
Universidade de Brasília -UnB  
Examinador / e-mail: mfagioli@unb.br

*Dedico este trabalho aos visionários Sr. Luiz Souza Lima (in memoriam), e ao Sr. Luiz Nicola Souza Lima que, com pioneirismo, transformaram o antes improdutivo cerrado no maior polo de desenvolvimento e produção de cereais do Brasil, tornando-o expoente mundial na agricultura de alto desempenho.*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, a nosso Senhor Jesus, e a Nossa Senhora Aparecida;*

*A minha amada esposa Denize, que desde que conheci, sempre me incentivou a ser o melhor em tudo o que eu faço. Obrigado por sua paciência, carinho e amor.*

*Ao amigo professor Dr. Cícero Célio de Figueiredo, pela confiança e precisa orientação, as quais culminaram neste trabalho que servirá de parâmetro para futuras pesquisas.*

*Aos meus amados pais, Joana D'Arc Caribé Galvão e José Maria de Araujo Galvão, que desde o início de meus estudos me incentivaram a vencer todas as batalhas, não importando os desafios a enfrentar, sendo, portanto, minha principal fonte de renovação quando as coisas pareciam perdidas.*

*Ao meu segundo pai Sr. Luiz Nicola Souza Lima, que me apresentou o fascinante mundo da ciência da agronomia, e que com seu exemplo de honestidade e profissionalismo me fez almejar e conseguir o título de Engenheiro Agrônomo.*

*A todos os amigos professores da graduação, orientadores, pelos ensinamentos e pelo exemplo como referências profissionais. Em especial ao Dr. Cícero Célio de Figueiredo, ao Dr. Eytí Kato, ao Dr. Marcelo Fagioli, ao PhD Carlos Spehar, ao Dr. Everaldo Anastácio, ao Dr. Cirillo, ao Dr<sup>o</sup> José Ricardo Peixoto.*

*Aos amigos inestimáveis Estela Andrade, Bruna Pinheiro, Jorge Augusto, Mariana Barreto, e tantos outros por toda a ajuda e dedicação ao longo desta épica jornada.*

*À minha tia Rita Caribé que no final da caminhada deste trabalho contribuiu sobremaneira para que este ficasse pronto.*

*Aos funcionários da Fazenda Vereda: Marcos, Chicão e Neco por toda a ajuda ao longo de todo o estudo.*

*E àqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho e na minha vida acadêmica.*

*Muito obrigado!*

“O homem erudito é um descobridor de fatos que já existem,  
já o sábio é um criador de valores que não existem e que ele faz existir.”

*Albert Einstein*

GALVÃO, Fábio Caribé de Araujo. **Desempenho da cultura de soja sob diferentes recomendações de adubação: estudo de caso, Fazenda Vereda, Cristalina – GO.** 2012. 43f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília – UnB.

## RESUMO

Diante do crescente custo de produção de soja no Cerrado foi realizado um estudo comparativo entre as metodologias da Quinta Aproximação de Minas Gerais desenvolvida pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG), e a metodologia para solos da Embrapa descrita no livro Cerrado: correção do solo e adubação. Incluiu-se ainda a adubação utilizada, historicamente, pelo produtor (Adubação Padrão), para criar um ponto comparativo para futuras análises. Para tanto, um experimento foi instalado em área de produção comercial de soja da Fazenda Vereda, Cristalina – GO, contendo os três sistemas de recomendação de adubação com duas formas de aplicação de potássio. O experimento foi delineado em blocos ao acaso com três repetições para três sistemas de adubação e duas formas de aplicação de potássio, em esquema fatorial (3X2), sendo as aplicações: Formulado de NPK recomendado pelo proprietário (Adubação Padrão), com K aplicado a lanço e no sulco; Adubação de NPK conforme a metodologia de recomendação da Embrapa, com K aplicado a lanço e no sulco; e Adubação conforme a recomendação do Manual da Comissão de Fertilidade de Minas Gerais, com K aplicado a lanço e no sulco. Foi realizada análise econômica e financeira considerando cenários em uma área total de 1500 ha. No caso da Fazenda Vereda, elevadas adubações possibilitaram maior produtividade de grãos de soja, muito embora o lucro do produtor tenha sido comprometido pelo alto custo na implantação da cultura. Incrementos no lucro são notados quando adotam-se as recomendações segundo os manuais de recomendação. Desta forma uma análise prévia dos estoques de nutrientes oriundos de adubações no passado devem fazer parte do planejamento da implantação de culturas anuais no futuro, trazendo assim maiores lucros, menores riscos e aumento de competitividade do Produtor. Ao final do experimento constatou-se um melhor desempenho econômico e financeiro gerado pela adubação recomendada segundo a metodologia da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, gerando um lucro a maior de R\$ 253.400,53, considerando um cenário de análise de plantio em uma área total de 1500 ha, muito embora a produtividade tenha sido 10,52% menor.

**Palavras-chave:** Fertilidade do Solo; Adubação; Plantio Direto.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Imagem da área experimental 16 dias após o plantio	23
Figura 2	Vista da área experimental com a identificação dos blocos	24
Figura 3	Locação dos pontos de retirada das sub-amostras de solo (Círculos negros)	25
Figura 4	Croqui esquemático do experimento	26

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1	Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH)	9
Tabela 2	Classes de interpretação de fertilidade do solo para a matéria orgânica e para o complexo de troca catiônica	10
Tabela 3	Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de fósforo remanescente (P-rem) e para o potássio	11
Tabela 4	Fatores de correção para recomendações básicas de adubação	12
Tabela 5	Recomendações de adubação, visando uma produção de soja de 2,5 a 3 t/ha	13
Tabela 6	Interpretação da análise de solo para P extraído pelo método de Mehlich 1, de acordo com o teor de argila para recomendação de adubação fosfatada em sistemas de sequeiro com culturas anuais	14
Tabela 7	Interpretação da análise de solo para P extraído pelo método de Mehlich 1, de acordo com o teor de argila para recomendação de adubação fosfatada em sistemas irrigados com culturas anuais	14
Tabela 8	Recomendação de adubação fosfatada corretiva de acordo com a disponibilidade de fósforo e com o teor de argila do solo, em sistemas agrícolas com culturas anuais de sequeiro e irrigados	15
Tabela 9	Recomendação de adubação fosfatada corretiva gradual em cinco anos, de acordo com a disponibilidade de fósforo e com teor de argila do solo, em sistema agrícolas com culturas anuais de sequeiro	16
Tabela 10	Recomendação de adubação de manutenção para a cultura da soja a partir da expectativa de rendimento da cultura	17
Tabela 11	Interpretação da análise do solo e recomendação de adubação corretiva de K para culturas anuais conforme a disponibilidade do nutriente em solos de Cerrado	20
Tabela 12	Tabela de recomendação de adubação de manutenção para a cultura da soja a partir da expectativa de rendimento da cultura	20
Tabela 13	Laudo de características físicas e químicas do solo	24
Tabela 14	Altura de plantas de soja adubada seguindo diferentes sistemas de recomendação, independente da forma de aplicação do potássio	33
Tabela 15	Altura de plantas de grãos de soja adubada com potássio aplicado à lanço antecipado (lanço) e no sulco de plantio (sulco), independente do sistema de recomendação de adubação utilizado	34
Tabela 16	Produtividade de grãos de soja adubada seguindo diferentes sistemas de recomendação, independente da forma de aplicação do potássio	34
Tabela 17	Produtividade de grãos de soja adubada com potássio aplicado à lanço antecipado (lanço) e no sulco de plantio (sulco), independente do sistema de recomendação de adubação utilizado	35

Tabela 18	Índice de colheita de soja adubada seguindo diferentes sistemas de recomendação, independente da forma de aplicação do potássio	36
Tabela 19	Índice de colheita de plantas de soja adubada com potássio aplicado à lanço antecipado (lanço) e no sulco de plantio (sulco), independente do sistema de recomendação de adubação utilizado	36
Tabela 20	Análise Financeira da produção de soja considerando os três cenários: S1 Adubação Padrão, S2 Recomendação da 5ª Aproximação de Minas Gerais, e S3 Recomendação do manual da Embrapa	39

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Características físico-químicas dos Latossolos do Cerrado .....	3
2.2. Métodos de interpretação e recomendação de adubação baseados na análise química do solo .....	4
2.2.1. Correção da acidez do solo .....	4
2.2.2. Inoculação da soja e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) .....	7
2.2.3. Adubação conforme a metodologia da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG) -1999 .....	8
2.2.4. Adubação conforme a metodologia da Embrapa .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1. Localização e caracterização da área experimental.....	22
3.2. Histórico de manejo da área .....	23
3.3. Determinação dos teores de nutrientes no solo .....	23
3.3.5. Correção da acidez do solo .....	25
3.3.6. Delimitação dos stands e sorteio dos tratamentos para cada parcela .....	26
3.3.7. Caracterização da cultivar .....	26
3.3.8. Preparo de sementes de soja.....	27
3.3.9. Cálculo das recomendações segundo as diferentes metodologias adotadas .....	27
3.4. Índices de avaliação de desempenho agrônomo.....	30
3.5. Análise financeira.....	30
3.6. Histórico de defesa fitossanitária da cultura .....	31
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
4.1. Parâmetros agrônômicos das plantas de soja .....	33

4.2. Efeitos dos sistemas de recomendação e aplicação nos indicadores de produção da soja .....	34
4.3. Determinação de custos de adubação.....	36
4.4. Avaliação econômica comparativa: .....	38
4.4.1. Comparação entre adubação padrão e a recomendação da quinta aproximação de Minas Gerais .....	38
4.4.2. Comparação entre adubação padrão e recomendação da Embrapa.....	38
4.4.3. Sugestão de metodologia de recomendação a ser usada pelo proprietário .....	39
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo consiste no seu condicionamento para uso agrícola, tarefa esta feita através da mensuração das concentrações de nutrientes e características químicas, e sua posterior correção através da adição de nutrientes.

A avaliação da fertilidade do solo é uma ferramenta fundamental para a adequada recomendação das adubações e correto manejo dos nutrientes, que tem como consequência o aumento da eficiência no uso dos adubos para a produção agrícola. Essa maior eficiência possibilita aumento no rendimento, tornando a atividade agrícola mais sustentável.

Além do uso de técnicas corretas para a análise química do solo, a avaliação da fertilidade inclui a utilização de manuais para a interpretação dos resultados analíticos, tendo como referência valores regionalizados obtidos para cada região ou estado. Após a etapa de interpretação é possível a realização de uma adequada recomendação de adubação para culturas específicas, considerando determinadas características do solo e as respectivas exigências nutricionais.

No Brasil, há estados que produziram e utilizam os seus próprios manuais de interpretação e recomendação. O uso desses manuais é a principal ferramenta dos técnicos que realizam as recomendações de adubação nos diversos estados brasileiros.

A região do PAD-DF, onde o experimento foi desenvolvido, destaca-se como importante pólo de produção agropecuária brasileira, abrange áreas planas (chapadões) do Planalto Central, principalmente no Distrito Federal e Goiás. Essa região apresenta elevados índices de produção de grãos, principalmente de soja e milho, com ampla utilização de tecnologia.

Apesar do uso de alta tecnologia, muitos produtores ainda adotam o sistema de adubação sem avaliar a fertilidade do solo. É frequente na região a utilização de formulações de adubos próprias para determinadas culturas, sem o respaldo da análise de solo. Este fato tem, como consequência, a baixa eficiência no uso dos fertilizantes, gerando perdas econômicas para a cadeia produtiva, além de ocasionar sérios problemas ambientais pelo excesso de nutriente no solo.

Em 2004 a Embrapa publicou o livro “Cerrado: correção do solo e adubação” que apresentou novas tabelas para a interpretação das análises de solos e recomendação da adubação de diversas culturas cultivadas no Cerrado.

Como a região do PAD-DF está localizada na divisa de três estados (DF, GO e MG), inserida no bioma Cerrado, entre os técnicos envolvidos na produção dessa região há sempre a dúvida de qual Manual utilizar para as etapas de interpretação e recomendação de adubação nessa região.

Diante deste cenário, objetivou-se, com este trabalho, comparar o desempenho da cultura da soja, cultivada na Fazenda Vereda – GO, sob três recomendações de adubação: “Cerrado: correção do solo e adubação” (SOUSA; LOBATO, 2004); Manual da Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (CFSEMG) – Quinta Aproximação; e a adubação “padrão” da fazenda.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Características físico-químicas dos Latossolos do Cerrado**

Os Latossolos são solos muito “velhos” formados a partir do processo de latolização, que consiste na retirada de sílica das bases do perfil após intemperismo dos minerais de origem do solo (RESENDE et al., 1995). São solos minerais, profundos, não-hidromórficos, com horizonte B muito extenso sem maiores distinções entre os horizontes A, Bw. O processo de retirada de sílica do perfil causa acúmulo de óxidos de ferro e alumínio, que por serem agentes agregantes acarretam a formação da estrutura granular (à semelhança de pó de café). O excesso de óxidos de alumínio acarreta também elevada toxidez por alumínio trocável para as culturas comerciais, além de causar queda de pH nas camadas aráveis do solo. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Por serem profundos, e com grande porosidade devido a sua estrutura, apresentam-se como solos bem drenados, podendo ser trabalhados com grande amplitude de umidade. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Alguns destes solos tem uma tendência a formar crostas na superfície, acarretando o fenômeno de fluxo laminar e fazendo com que fatores erosivos sejam potencializados. Desta forma, a manutenção de cobertura vegetal torna-se parte importante da estratégia de conservação do solo, uma vez que contribui para diminuir o carreamento de partículas do solo, principalmente em regiões com declives. Outras práticas de conservação do solo também devem ser implementadas tais como: construção de terraços, camalhões e construção de acessos às áreas de cultivo. Estas medidas ajudam a reter o solo em seu local de origem, evitando prejuízos e poluição. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Em especial sobre este tipo de solo o uso de práticas de manejo que buscam a menor interferência no perfil do solo devem ser incentivadas (Sistema Plantio Direto), uma vez que a camada arável concentra grande parte da matéria orgânica disponível no solo, sendo que esta é um dos maiores fatores de retenção e disponibilização de nutrientes no solo.

Por serem solos muito intemperizados há carência de nutrientes, pois boa parte destes foram lixiviados ou exportados pelo uso agrícola. Desta maneira, investimentos maciços em fertilização são imprescindíveis nestes ambientes. Por isso, tem-se que otimizar o seu



buscando o melhor aproveitamento dos nutrientes em nível econômico, evitando a perdas, e em alguns casos a poluição do meio ambiente.

## **2.2. Métodos de interpretação e recomendação de adubação baseados na análise química do solo**

A avaliação da fertilidade do solo deve ser feita a partir de amostragens que produzam indicadores de disponibilidade de nutrientes, da salinidade ou da fitotoxidez, além de parâmetros para a interpretação dos resultados e posterior recomendação de adubação e corretivos (SIMS, 1999).

A partir das análises feitas em laboratório busca-se estabelecer uma relação entre as quantidades de nutrientes disponíveis no solo e seu consumo pelas plantas para que estes nutrientes se revertam em produtividade e lucro para os produtores.

### **2.2.1. Correção da acidez do solo**

Antes de realizar quaisquer inferências à adubação e sua eficácia, é necessário verificar a situação dos componentes da fertilidade do solo no qual se pretende estabelecer o cultivo agrícola.

Latossolos predominantes no cerrado são solos com baixos pH, ou seja, ácidos. Isto ocorre pelo aumento na concentração de óxidos de alumínio ao longo do tempo, ocasionado pelo processo da latolização. Nesse contexto, a correção da acidez superficial e sub-superficial se faz necessária para elevar o pH e assim favorecer o desenvolvimento das culturas comerciais.

Sabe-se que existe uma forte correlação entre a produtividade das culturas e o pH do solo. A grande maioria das culturas comerciais tem seu máximo de produtividade quando a soma de bases do solo gira em torno de 40% a 63%, ou seja, quando o pH se mantiver no intervalo entre 5,0 – 6,3. Neste intervalo haverá maior absorção por parte das plantas dos nutrientes essenciais, e portanto, espera-se que haja um maior retorno financeiro aos produtores, mantendo-se em *ceteris paribus* os demais fatores de produção, tais como características edafoclimáticas, adubação balanceada, e controle fitossanitário bem conduzido.

A correção da acidez superficial pode ser feita através da aplicação de calcários. A necessidade de calcário (N.C.) é calculada através de métodos matemáticos que devem estar em consonância com o tipo de solo e o sistema de produção a ser desenvolvido.

Entre os métodos utilizados para a determinação da necessidade de calagem na região do Cerrado destacam-se aqueles que se baseiam nos teores de Al, Ca e Mg trocáveis e nos valores de saturação por bases.

Considerando solos com CTC (Capacidade de Troca de Cátions) maior que 4,0  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , fração argila superior a 15%, e concentração de Ca + Mg menor que 2,0  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , utilizar-se-á a fórmula a seguir:

$$\text{N.C. (t/ha)} = [(2 * \text{Al}) + 2 - (\text{Ca} + \text{Mg})] * f, \text{ em que:}$$

Al = Concentração de Alumínio;

Ca + Mg = Soma das concentrações de Cálcio e Magnésio;

f = Fator de correção relacionado ao poder de neutralização do calcário (f = 100/PRNT<sup>1</sup>).

Considerando solos com a CTC maior que 4,0  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , fração argila maior que 15% e concentração de Ca + Mg maior que 2,0  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , utilizar-se-á a fórmula a seguir:

$$\text{N.C. (t/ha)} = (2 * \text{Al}) * f, \text{ em que:}$$

Al = Concentração de Alumínio;

f = Fator de correção relacionado ao poder de neutralização do calcário (f = 100/PRNT).

Outro método muito utilizado é o da recomendação de calagem através da saturação por bases do solo V2, onde a N.C. é calculada através da seguinte fórmula:

---

<sup>1</sup> A eficácia dos calcários é denominada pelo seu Poder Relativo de Neutralização Total, conhecido como PRNT, ou seja, um Calcário com PRNT 90% é mais eficaz na neutralização de um solo que um Calcário com PRNT 80%. Este índice de qualidade geralmente é informado pelo fabricante na nota fiscal do produto ou na embalagem.

N.C. (t/ha) =  $[(V_2 - V_1)/100] * CTC * f$ , em que:

$V_2$  = Saturação por bases otimizada para a espécie a ser cultivada;

$V_1$  = Saturação por bases atual  $[(SB/CTC) * 100]$ ;

$CTC = (H + Al + SB)$  em  $cmol_c/dm^3$ ;

$SB = (Ca + Mg + K)$  em  $cmol_c/dm^3$ ;

$f = 100 / PRNT$ .

Sabendo que a maioria das grandes culturas tem boa produtividade em sistema de sequeiro no cerrado com a saturação por bases em torno de 50% pode-se utilizar a fórmula a seguir para determinação da necessidade de calagem:

N.C. (t/ha) =  $(CTC/2 - SB) * f$ , em que:

$CTC = (H + Al + SB)$  em  $cmol_c/dm^3$ ;

$SB = (Ca + Mg + K)$  em  $cmol_c/dm^3$ .

A partir de experimentação verifica-se-se que à medida que a saturação por bases ( $V_2$ ) aumenta a produtividade acresce em até 40%. Quando o  $V_2$  encontra-se no intervalo 40% a 60% a produtividade em termos de massa de grãos alcança seu maior potencial, decaindo com valores de  $V_2$  acima de 60%. Desta forma, para culturas anuais pode-se adotar uma saturação por bases ( $V_2$ ) de 50% em média, proporcionando assim o melhor ambiente no solo para a absorção de nutrientes.

A correção da acidez em camadas sub-superficiais deve ser feita através da gessagem. O uso de gesso agrícola deve ser precedido da calagem uma vez que por ser mais solúvel em água, poderá atrapalhar o poder de neutralização do gesso em camadas mais profundas (geralmente 20-50cm).

Estudos indicam que o uso correto de gesso agrícola aumenta a retenção de compostos outrora muito solúveis em água, como por exemplo o potássio e o magnésio, que, de outra forma, são lixiviados e perdidos.

### **2.2.2. Inoculação da soja e a fixação biológica de nitrogênio (FBN)**

O nitrogênio (N) é um importante nutriente muito demandado pela maioria das culturas. Sua característica de grande mobilidade no solo e volatilidade o torna um dos entraves à produtividade. Sabe-se que a simbiose entre estirpes de bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* e alguns tipos de leguminosas, como é o caso da soja, fornecem a totalidade do N necessário para a nutrição desta cultura ao longo de seu ciclo de vida.

O processo de FBN ocorre através da transformação de N<sub>2</sub> atmosférico em NH<sub>3</sub>, reação esta catalisada pela enzima nitrogenase encontrada nas bactérias acima citadas. Ao inocular as sementes de soja, após o tratamento com fungicidas e inseticidas, o produtor proporciona o contato das estirpes de bactérias em quantidade suficiente com a superfície das sementes. Esta quantidade específica de bactérias irá acompanhar a planta de soja durante seu ciclo de vida.

O impacto do uso da inoculação sobre a estrutura de custos dos tratamentos culturais da soja é imenso pois a exigência da cultura gira em torno de 80 kgN/ha para cada 1000 kg de grãos produzidos. A título de exemplificação considerando-se uma produtividade esperada para a cultura da soja girando em torno de 3,6 t/ha, caso a inoculação falhe, haverá que se aplicar a lanço uma quantidade aproximada de 640 kg de ureia/ha. Considerando o custo médio da uréia em R\$ 1.200,00/t, haverá um aumento no custo final de R\$ 768,00/ha, impactando negativamente na viabilidade econômica da produção agrícola. Além deste fato, há que se ater que o N aplicado nas culturas através de fontes minerais é extremamente solúvel em água, e muito volátil na ausência dela, ou seja, a sua eficiência é muito baixa, acarretando maiores custos de manejo, e uso de insumos nitrogenados.

Em experimentos conduzidos na Embrapa houve aumento de cerca de 60% na produtividade quando comparados campos plantados com sementes inoculadas e não inoculadas (SOUSA; LOBATO, 2004).

O uso de adubos minerais nitrogenados enseja na inibição da nodulação, portanto, somente deverá ser feita adubação contendo fontes minerais de N se a formulação for mais barata que a formulação sem estes adubos, e mesmo assim não deverá exceder a 20kg/ha de N, pois a partir desta quantidade a nodulação fica comprometida (SOUSA; LOBATO, 2004).

Os produtos depositados pelas plantas na rizosfera não constituem apenas fonte de C para o crescimento microbiano (DAKORA; PHILLIPS, 2002), mas têm várias funções, como a de promover a quimiotaxia de microrganismos simbiontes, como é o caso dos flavonoides

com relação às bactérias fixadoras de N nas raízes de leguminosas (HUNGRIA, 1994) e aos fungos micorrízicos (RENGEL, 2002b).

Sabe-se que as diminuições da nodulação em leguminosas expostas a alta disponibilidade de N e da colonização micorrízica em plantas sob alta disponibilidade de P estão relacionadas com alteração do padrão de exsudação de compostos orgânicos pelas raízes dessas plantas. Flavonóides produzidos por leguminosas induzem a transcrição dos genes *nod* nas bactérias fixadoras, o que desencadeia uma série de processos que levam à formação de nódulos e à fixação biológica do N. Sob alta disponibilidade de N mineral no solo, há diminuição da exsudação desses indutores, o que leva à diminuição da nodulação (HUNGRIA, 1994).<sup>2</sup>

Apesar dos benefícios apresentados pela pesquisa sobre a inoculação da soja como único meio para o suprimento de todo o nitrogênio necessário à cultura, é comum a utilização de adubação nitrogenada, complementar à inoculação, chamada de “dose de arranque” pelos produtores no Brasil.

### **2.2.3. Adubação conforme a metodologia da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG) -1999**

De 1971 até 1999 desenvolveu-se um programa englobando vários centros de pesquisa (EMBRAPA, EPAMIG, EMATER, ESAL, UFV, UFLA, UFU) com foco na busca pela forma mais apropriada de adubação para solos do estado de Minas Gerais. Ao longo de quase 30 anos de pesquisas alcançou-se cinco aproximações para a recomendação e uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

A chamada “Quinta aproximação”, publicada em 1999, traz o arcabouço de conhecimentos acumulados ao longo de quase três décadas, além de ter sido adaptada ao Sistema Internacional de Unidades, a pedido da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Em seu escopo há aperfeiçoamentos no cálculo da necessidade de calagem pelo método do alumínio e do cálcio e magnésio trocáveis, incluindo o cálculo da necessidade de gesso. Outras inovações dão conta de que o fósforo remanescente pode ser utilizado como critério de interpretação da atividade físico-química da fração argila do solo, além de refinar a

---

<sup>2</sup> CARDOSO, Elke J. B. Nogueira; NOGUEIRA, Marco Antonio.

recomendação de macronutrientes primários (NPK) para várias culturas (RIBEIRO; GUIMARÃES; ÁLVAREZ, 1999).

A seguir serão abordados as principais classes de interpretação, além das recomendações utilizadas no manual da Quinta aproximação para o estado de Minas Gerais.

A primeira classificação considera a acidez ativa do solo, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH)<sup>1/</sup>

Classificação química						
Ac. Muito Elevada	Acidez elevada	Acidez média	Acidez fraca	Neutra	Alcalinidade fraca	Alcalinidade elevada
< 4,5	4,5 – 5,0	5,1 – 6,0	6,1 – 6,9	7,0	7,1 – 7,8	> 7,8
Classificação Agronômica <sup>2/</sup>						
Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto		
< 4,5	4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	> 7,0		

<sup>1/</sup> pH em H<sub>2</sub>O, relação 1:2,5, Terra Fina Seca ao Ar: H<sub>2</sub>O. <sup>2/</sup> A qualificação utilizada indica adequado (bom) ou inadequado (muito baixo e baixo, ou alto e muito alto).

Fonte: Ribeiro; Guimarães; Álvarez (1999)

Para avaliar a acidez do solo em termos agronômicos devem ser consideradas a acidez ativa (Tabela 1) e a trocável, a saturação por alumínio e por bases, a capacidade tampão calculada a partir da acidez potencial e o teor de matéria orgânica (Tabela 2). Pode-se relacionar a acidez do solo com a concentração de cálcio, magnésio e manganês, além de outros micronutrientes conforme a Tabela 2. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Tabela 2. Classes de interpretação de fertilidade do solo para a matéria orgânica e o complexo de troca catiônica

Característica	Unidade <sup>1/</sup>	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio <sup>2/</sup>	Bom	Muito Bom
Carbono orgânico (C.O.) <sup>3/</sup>	dag/kg	≤ 0,40	0,41 – 1,16	1,17 – 2,32	2,33 – 4,06	> 4,6
Matéria orgânica (M.O.) <sup>3/</sup>	dag/kg	≤ 0,70	0,71 – 2,00	2,01 – 4,00	4,01 – 7,00	> 7,00
Cálcio trocável (Ca <sup>2+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 0,40	0,41 – 1,20	1,21 – 2,40	2,41 – 4,00	> 4,00
Magnésio trocável (Mg <sup>2+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 0,15	0,16 – 0,45	0,46 – 0,90	0,91 – 1,50	> 1,50
Acidez trocável (Al <sup>3+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	≤ 0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,00 <sup>11/</sup>	> 2,00 <sup>11/</sup>
Soma de bases (SB) <sup>5/</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	≤ 0,60	0,61 – 1,80	1,81 – 3,60	3,61 – 6,00	> 6,00
Acidez potencial (H + Al) <sup>6/</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	≤ 1,00	1,01 – 2,50	2,51 – 5,00	5,01 – 9,00 <sup>11/</sup>	> 9,00 <sup>11/</sup>
CTC Efetiva (t) <sup>7/</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 0,80	0,81 – 2,30	2,31 – 4,60	4,61 – 8,00	> 8,00
CTC pH 7 (T) <sup>8/</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 1,60	1,61 – 4,30	4,31 – 8,60	8,61 – 15,00	> 15,00
Saturação por Al <sup>3+</sup> (m) <sup>9/</sup>	%	≤ 15,0	15,1 – 30,0	30,1 – 50,0	50,1 – 75,0 <sup>11/</sup>	> 75,0 <sup>11/</sup>
Saturação por bases (V) <sup>10/</sup>	%	< 20,0	20,1 – 40,0	40,1 – 60,0	60,1 – 80,0	> 80,0

<sup>1/</sup> dag/kg = % (m/m); cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> = meq/100dm<sup>3</sup>. <sup>2/</sup> O limite superior desta indica o nível crítico. <sup>3/</sup> Método de Walkley & Black; M.O. = 1,724 \* C.O. <sup>4/</sup> Método KCl 1 mol/L. <sup>5/</sup> SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>. <sup>6/</sup> H + Al, Método Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol/L, pH 7,0. <sup>7/</sup> t = SB + Al<sup>3+</sup>. <sup>8/</sup> T = SB + (H + Al). <sup>9/</sup> m = 100 Al<sup>3+</sup> / t. Al<sup>3+</sup>. <sup>10/</sup> V = 100 \* SB/T. <sup>11/</sup> A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta em lugar de bom e muito bom.

Fonte: Ribeiro; Guimarães; Álvarez (1999)

Após a determinação da acidez do solo pode-se buscar informações sobre a disponibilidade de macronutrientes primários P e K (Tabela 3). A disponibilidade de destes nutrientes varia conforme a dinâmica de fontes já disponíveis no solo ou quando são adicionados mediante o uso de fertilizantes (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Como para a maioria dos solos do cerrado a capacidade tampão para o K é desprezível, e não influencia a eficiência de extração pelo método de Mehlich-1, nem a absorção das plantas, apresenta-se apenas uma classificação para este nutriente (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

A alta capacidade tampão de fosfatos no solo tem uma grande influência na eficiência de extração do fósforo disponível pelo método Mehlich-1, e também na absorção pelas plantas. Portanto na interpretação da disponibilidade de fósforo, bem como na recomendação devem ser consideradas medidas relacionadas aos efeitos da capacidade tampão do solo como o teor de argila ou o valor do fósforo remanescente do solo (Tabela 3). (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Tabela 3. Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de fósforo remanescente (P-rem) e para o potássio

Característica	Classificação				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
	-----( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) <sup>1/</sup> -----				
Argila (%)	Fósforo disponível (P) <sup>2/</sup>				
60 – 100	$\leq 2,7$	2,8 – 5,4	5,5 – 8,0 <sup>3/</sup>	8,1 – 12,0	$> 12,0$
35 – 60	$\leq 4,0$	4,1 – 8,0	8,1 – 12,0	12,1 – 18,0	$> 18,0$
15 – 35	$\leq 6,6$	6,7 – 12,0	12,1 – 20,0	20,1 – 30,0	$> 30,0$
0 - 15	$\leq 10,0$	10,1 – 20,0	20,1 – 30,0	30,1 – 45,0	$> 45,0$
P-rem <sup>4/</sup> (mg/L)	Potássio disponível (K) <sup>2/</sup>				
0 – 4	$\leq 3,0$	3,1 – 4,3	4,4 – 6,0 <sup>3/</sup>	6,1 – 9,0	$> 9,0$
4 – 10	$\leq 4,0$	4,1 – 6,0	6,1 – 8,3	8,4 – 12,5	$> 12,5$
10 – 19	$\leq 6,0$	6,1 – 8,3	8,4 – 11,4	11,5 – 17,5	$> 17,5$
19 – 30	$\leq 8,0$	8,1 – 11,4	11,5 – 15,8	15,9 – 24,0	$> 24,0$
30 – 44	$\leq 11,0$	11,1 – 15,8	15,9 – 21,8	21,9 – 33,0	$> 33,0$
44 – 60	$\leq 15,0$	15,1 – 21,8	21,9 – 30,0	30,1 – 45,0	$> 45,0$
	$\leq 15$	16 – 40	41 – 70 <sup>5/</sup>	71 – 120	$> 120$

<sup>1/</sup>  $\text{mg}/\text{dm}^3 = \text{ppm}$  (m/v). <sup>2/</sup> Método Mehlich-1. <sup>3/</sup> Nesta classe apresentam-se os níveis críticos de acordo com o teor de argila ou com o valor do fósforo remanescente. <sup>4/</sup> P-rem = Fósforo remanescente, concentração de fósforo da solução de equilíbrio após agitar durante 1 hora a terra fina seca ao ar (TFSA) com solução de  $\text{CaCl}_2$  10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10. <sup>5/</sup> O limite superior desta classe indica o nível crítico.

Fonte: Ribeiro; Guimarães; Álvarez (1999)

Após a etapa de interpretação dos teores encontrados nas análises de solo, parte-se para a recomendação de adubação. Aqui serão abordadas as principais características da recomendação de adubação, conforme o Manual da CFSEMG. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Para a adubação de fósforo, devem-se observar as classes de fertilidade (Tabela 3), diferenciadas de acordo com o teor de argila ou com o valor de fósforo remanescente. De acordo com o Manual da CFSEMG, considera-se que a fertilidade no solo em fase de implantação de culturas anuais necessita ser maior que as apresentadas na Tabela 3. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Adubação Fosfatada Corretiva tem-se mostrado desnecessária, desde que se aplique uma fonte solúvel de adubos fosfatados, em doses adequadas e no sulco de plantio. Sabedores da imobilidade dos adubos fosfatados no solo pode-se propor uma adubação mais pesada quando os preços de mercado forem mais atrativos deixando de adubar quando os preços



forem altos em situações onde as reservas do solo garantam níveis de concentração de  $P_2O_5$  acima de  $12 \text{ mg/dm}^3$  se o solo for composto por uma fração de argila superior a 60%. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Com relação à adubação potássica, deve-se utilizar as mesmas classes de fertilidade da Tabela 3, mas, eventualmente, as exigências de K pelas culturas poderão ser maiores. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Em tese, a adubação de P e K para grandes culturas deve ser feita a partir dos seguintes parâmetros: quando o solo estiver na classe baixa, a adubação deve ser feita com a dose total; na classe muito baixa, 1,25 vezes essa dose; na classe média, com 0,80 da adubação básica; na classe de boa disponibilidade, 0,60 da adubação básica e, na classe muito boa, 0,40 da adubação básica, apenas com o intuito de reposição. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Para adubação fosfatada considera-se a dose básica (recomendação para a classe baixa) devendo-se respeitar as características da cultura e a capacidade tampão do solo. Sendo assim considera-se a dose básica, visando a produção de certa cultura, àquela a ser utilizada em solos argilosos (35 – 60 %). Considerando o desenvolvimento da mesma cultura em solos muito argilosos (> 60 %) a recomendação deve ser 1,25 vezes a dose básica. Para cultivo da mesma cultura em solos de textura média (15 – 35 %), a recomendação deverá ser 0,8 da dose básica. Por fim considerando-se o cultivo em solos arenosos (< 15 % de argila), deve-se adotar como recomendação a quantidade de 0,6 vezes a dose básica. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

Considerando-se a concentração do P-rem, deve-se promover ajustes à recomendação básica, segundo os fatores na Tabela 4.

Tabela 4. Fatores de correção para recomendações básicas de adubação

P-rem (mg/L)	0 – 4	4 – 10	10 – 19	19 – 30	30 – 44	44 – 60
Fator	1,30	1,15	1,00	0,85	0,70	0,60

Fonte: Ribeiro; Guimarães; Álvarez (1999)

A recomendação de adubação leva em consideração a cultura e o nível de produtividade esperado. No caso específico da soja devem-se manter os padrões estabelecidos no manual de Recomendações da CFSEMG, quais sejam:

Para uma produtividade esperada: 2.500 a 3.000 kg/ha, adubação em sulco de semeadura.

Adubação mineral de P e K conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Recomendações de adubação, visando uma produção de soja de 2,5 a 3 t/ha

Disponibilidade de P <sup>17</sup>			Disponibilidade de K <sup>17</sup>		
Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
-----Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -----			-----Dose de K <sub>2</sub> O-----		
-----kg/ha-----					
120	80	40	120	80	40

<sup>17</sup> Utilizar os critérios para interpretação da fertilidade apresentados acima.

Fonte: Ribeiro; Guimarães; Álvarez (1999)

Ainda de acordo com o manual da CFSEMG, a adubação nitrogenada deve ser desencorajada uma vez que estudos comprovam a interferência na nodulação das raízes quando há a presença de adubos minerais nitrogenados. Sabendo desta situação, recomenda-se o uso intensivo da FBN, através da relação simbiótica entre bactérias e a cultura da soja, fato este descrito no item 2.3.2 deste trabalho. (RIBEIRO; GUIMARAES; ALVAREZ, 1999)

#### 2.2.4. Adubação conforme a metodologia da Embrapa

A correção da acidez e o manejo da adubação de solos do Cerrado possibilitaram a expansão das fronteiras agrícolas que levaram o Brasil ao lugar de destaque no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias agrícolas, colocando a Embrapa dentre os principais centros de pesquisa voltados para a agricultura de alto desempenho.

##### 2.2.4.1 Adubação Fosfatada

Devido à forte interação do fósforo com a fração mineral em solos ácidos, como os que predominam no Cerrado, adubações com este nutriente torna-se uma prática imprescindível para alcançar elevadas produtividades das culturas nessa região. (SOUSA; LOBATO, 2004)

No entanto, a curva de resposta da soja à adubação fosfatada torna-se constante a partir de 300kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo, portanto, inútil fornecer quantidades mais elevadas (LOBATO, 1982). Outro fator importante é o controle de pH, pois foi constatado que a eficiência de

absorção de P pelas plantas aumenta consideravelmente em solos com acidez corrigida. (SOUSA; LOBATO, 2004)

O efeito da calagem sobre a adubação fosfatada é muito importante uma vez que experimentos mostram que uma adubação contendo 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare, produz 1,32 t/ha de soja, quando não há correção do pH do solo, e 3,04 t/ha quando o solo é corrigido antes do plantio (SOUSA; LOBATO, 2004).

Conforme a recomendação da metodologia da Embrapa, a aplicação de adubos fosfatados depende do tipo de solo, fonte do nutriente, espécie a ser cultivada, sistema de manejo e características edafoclimáticas. Dentre os métodos de aplicação os mais utilizados são: à lanço ou em sulco de semeadura, mais recomendado para o sistema de plantio direto (SPD) ou incorporado ao solo para o sistema de preparo convencional do solo (SPC). (SOUSA; LOBATO, 2004)

A seguir apresentam-se os parâmetros para a interpretação do teor de P no solo para adubação de culturas anuais, em sistema de sequeiro (Tabela 6), e irrigado (Tabela 7).

Tabela 6: Interpretação da análise de solo para P extraído pelo método de Mehlich 1, de acordo com o teor de argila para recomendação de adubação fosfatada em sistemas de sequeiro com culturas anuais.

Teor de Argila %	Teor de P no solo				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----				
<15	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	18,1 a 25,0	>25,0
16 a 35	0 a 5,0	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

Fonte: Sousa; Lobato (2004)

Tabela 7: Interpretação da análise de solo para P extraído pelo método de Mehlich 1, de acordo com o teor de argila para recomendação de adubação fosfatada em sistemas irrigados com culturas anuais.

Teor de Argila %	Teor de P no solo				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----				
<15	0 a 12,0	12,1 a 18,0	18,0 a 25,0	25,1 a 40,0	>40,0
16 a 35	0 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	20,1 a 35,0	>35,0
36 a 60	0 a 5,0	5,1 a 8,0	8,1 a 12,0	12,1 a 18,0	>18,0
>60	0 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 6,0	6,1 a 9,0	>9,0

Fonte: Sousa; Lobato (2004)

A partir da interpretação busca-se estabelecer a recomendação de adubação levando-se em consideração o resultado da análise do solo e a expectativa de produtividade. De acordo com a metodologia da Embrapa, a recomendação de adubação é dividida em duas etapas: corretiva e de manutenção. (SOUSA; LOBATO, 2004)

A adubação corretiva (Tabela 8) deve ser feita de modo a tornar um solo fértil, e depende do tipo de solo, da disponibilidade de matéria orgânica, e das exigências das culturas a serem desenvolvidas (SOUSA; LOBATO, 2004).

A partir da decisão de utilizar a adubação corretiva direta, ou de uma só vez, esta deverá ser feita a lanço com a incorporação do adubo ao solo em sua camada arável, de modo que se consiga o máximo de solo corrigido favorecendo a absorção do nutriente pelo maior número de raízes possível (SOUSA; LOBATO, 2004).

Quando se fala em doses inferiores a 100kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ou seja quando recomenda-se apenas a adubação de manutenção, deve-se proceder a adubação em sulco de semeadura. A adubação corretiva gradual deve ser uma opção quando a estrutura financeira da propriedade não permite a correção direta do solo, frequentemente em solos argilosos ou muito argilosos. Esta técnica visa aplicar doses maiores do que as indicadas para a adubação de manutenção, em sulco de semeadura, para que ao longo dos anos a fertilidade do solo seja completamente atingida (SOUSA; LOBATO, 2004).

Tabela 8. Recomendação de adubação fosfatada corretiva de acordo com a disponibilidade de fósforo e com o teor de argila do solo, em sistemas agrícolas com culturas anuais de sequeiro e irrigados

Teor de Argila	Sistemas de Sequeiro			Sistemas Irrigados		
	Fósforo no solo <sup>1</sup>			Fósforo no solo <sup>1</sup>		
	Muito Baixa	Baixa	Média	Muito Baixa	Baixa	Média
%	----- kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>2</sup> -----					
<15	60	30	15	90	45	20
16 a 35	100	50	25	150	75	40
36 a 60	200	100	50	300	150	75
>60	280	140	70	420	210	105

<sup>1</sup> Classe de disponibilidade de P no solo. Ver tabelas 6 e 7.

<sup>2</sup> Fósforo solúvel em citrato de amônio neutro mais água, para os fosfatos acidulados; solúvel em ácido cítrico 2% (relação 1:100) para termofosfatos e escórias; e total para os fosfatos naturais reativos.

Fonte: Adaptado de Sousa; Lobato (2004)

A adubação corretiva gradual pode alcançar seu objetivo em no máximo cinco anos de sucessivas adubações e ciclos de produção de espécies anuais. É óbvio que quanto mais rápido este processo seja feito maiores serão os resultados do produtor em termos de lucro. Ou seja, a adubação corretiva gradual nada mais é que a aplicação da adubação corretiva direta (Tabela 8), fracionada ao longo dos anos conforme demonstrado na Tabela 9. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Tabela 9. Recomendação de adubação fosfatada corretiva gradual em cinco anos, de acordo com a disponibilidade de fósforo e com teor de argila do solo, em sistema agrícolas com culturas anuais de sequeiro.

Teor de Argila %	Disponibilidade de P no solo <sup>1</sup>		Média
	Muito Baixa	Baixa	
	----- kg/ha/ano de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>3</sup> -----		
<15 <sup>2</sup>	70	65	63
16 a 35	80	70	65
36 a 60	100	80	70
>60	120	90	75

<sup>1</sup> Classe de disponibilidade de P no solo. Ver tabelas 6 e 7.

<sup>2</sup> para esta classe textural, teor de (argila + silte) < ou =15%.

<sup>3</sup> Utilizar Produtos com alta solubilidade em água e citrato neutro de amônio.

Fonte: Adaptado de Sousa; Lobato (2004)

Após a adequada adubação corretiva é necessário trabalhar com a adubação de manutenção a qual visa repor o estoque de nutrientes extraídos ao longo de sucessivos ciclos de culturas anuais, considerando uma expectativa de rendimento da cultura. (SOUSA; LOBATO, 2004)

No caso específico da soja, cultura utilizada neste trabalho, a adubação de manutenção deve ser feita de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10. Recomendação de adubação de manutenção para a cultura da soja a partir da expectativa de rendimento da cultura.

Expectativa de rendimento t/ha	P extraível	
	Adequado	Alto
	-----kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -----	
3	60	30
4	80	40
5	100	50

Fonte: Adaptado de Sousa; Lobato (2004)

Devido à forte interação do fósforo com os colóides minerais do solo e baixa mobilidade, a adubação com este nutriente tem efeito residual muito forte. Sendo assim, além dos efeitos imediatos sobre a cultura que se segue à adubação, haverá sempre um efeito residual para culturas subsequentes. Este fato determina que seja feito um rigoroso acompanhamento dos estoques deste nutriente pelo produtor, o que poderá auxiliar na diminuição de custos da produção da soja quando os preços das fontes desse nutriente estiverem altos. (SOUSA; LOBATO, 2004)

De maneira geral, o valor residual dos estoques de adubos fosfatados solúveis em água é de 60%, 45%, 35%, 15% e 5%, respectivamente, ao primeiro ano com a aplicação em sulco de semeadura e o quinto ano após a adubação (SOUSA et al., 1987b). Neste caso se for feita uma adubação fosfatada corretiva de P, e esta for considerada como um investimento este será amortizado em cinco anos nas proporções do valor residual. (SOUSA; LOBATO, 2004)

O uso de pastagens que são espécies que contribuem para a recuperação de fosfatos adsorvidos no perfil do solo também aumentam a recuperação de P (SOUSA; LOBATO, 2004).

O efeito da matéria orgânica sobre os estoques de compostos fosfatados no perfil do solo é fundamental, uma vez que a sua presença ocasiona a reciclagem do fósforo adsorvido e a melhoria na eficiência de disponibilização deste nutriente para as culturas. (SOUSA; LOBATO, 2004)

#### 2.2.4.2 Adubação Potássica

Dada à baixa retenção do potássio devido à sua alta solubilidade e baixa retenção com a fração mineral em solos com baixa CTC, como os que predominantes no Cerrado, adubações com este nutriente tornam-se uma parte importantíssima da estratégia de adubação, a fim de manter a disponibilidade deste nutriente ao longo de todo o ciclo de vida das culturas, e proporcionar elevadas produtividades das culturas nessa região (SOUSA; LOBATO, 2004)

O potássio é o segundo elemento mais absorvido pelas plantas, por participar ativamente de processos como a fotossíntese. O K é um dos nutrientes mais abundantes no solo, podendo atingir concentrações de 0,3 a 30g/kg (SPARKS, 2000). A maior parte do K no solo (98%) encontra-se na estrutura dos minerais primários e secundários (K estrutural), e uma pequena fração em formas disponíveis para as plantas, seja ligado às cargas elétricas

negativas (K trocável), seja na solução do solo (K solução) (SPARKS, 2000). Apresenta-se na forma catiônica  $K^+$  e seus sais apresentam elevada solubilidade em água. Quando aliam-se estas características à baixa CTC dos solos do cerrado este nutriente tende a se perder facilmente por lixiviação, sendo, portanto, os aspectos de manejo acertado os maiores fatores de sucesso na adubação deste nutriente. (SOUSA; LOBATO, 2004)

No Cerrado o potássio trocável é a fonte mais importante para as plantas, e os índices utilizados para interpretar as disponibilidades e recomendar a adubação potássica são o potássio extraído com o método do Mehlich-1 (K-extraível), ou com o acetato de amônio (K-trocável), sendo que estes dois índices comparáveis (SOUSA et al., 1979).

Como o potássio tem grande facilidade de ser solubilizado no solo e lixiviado, além de ser muito absorvido por parte das plantas cultivadas, quanto maior for a exploração econômica das áreas agrícolas maiores serão os custos para reposição, a fim de evitar a falta deste nutriente. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Solos com maior quantidade de argila no perfil têm maior propensão a reter o potássio, ao passo que em terrenos com predominância de areia quartzosa tem uma perda muito maior. Devido a esta constatação deve-se buscar estratégias de adubação diferentes para cada tipo de solo. (SOUSA; LOBATO, 2004)

O manejo da adubação potássica deve considerar fatores que aumentem a retenção do K no perfil do solo, as doses, fontes mais adequadas e o modo de aplicação. (SOUSA; LOBATO, 2004)

A recomendação da dose de adubo varia de acordo com a cultura a ser desenvolvida, e inicia-se com uma amostragem representativa do solo da área a ser adubada, além da análise do histórico de atividades no solo. Estas informações preliminares devem entrar no sistema de produção a fim de determinar a eficiência deste solo na retenção do nutriente, além determinar a estratégia de adubação. A amostragem deve ser feita com critério para evitar a concentração deste nutriente próximo à linha de plantio, em detrimento às áreas entre linhas, igualmente importantes para as raízes das plantas. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Quanto às fontes o KCl (com 60% de  $K_2O$ ) demonstra ser o mais econômico, em função de sua concentração e densidade, sendo as doses e os métodos de aplicação os principais pontos para um manejo de adubação potássica otimizado. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Quanto às doses, ficou provado que doses menores repetidas anualmente são mais eficientes. Em áreas de solos mais argilosos dá-se o exemplo de que uma dose de 60 kg/ha de

$K_2O$ , aplicada a lanço, e, anualmente, gera uma eficiência de uso de cerca de 90% (230 kg de K exportado para os grãos), ao passo que uma dose de 240 kg/ha de  $K_2O$ , aplicada a lanço gera uma eficiência de 75% (227 kg de K exportado para os grãos). Em solos arenosos, e quando a adubação nitrogenada deve ser feita por cobertura, o parcelamento de doses de K deve constar da estratégia de adubação a fim de otimizar o uso deste nutriente por parte da plantas (SOUSA; LOBATO, 2004).

Doses de K muito elevadas tendem a reduzir a germinação quando aplicadas no sulco de semeadura, especialmente em situações de estresse hídrico. Em solos com baixa CTC sugere-se que a adubação potássica seja feita a lanço. (SOUSA; LOBATO, 2004)

Há dois sistemas distintos de correção de deficiências de K: o corretivo total, e o corretivo gradual. O corretivo total consiste em aplicar uma dose de K para corrigir a deficiência atual do solo, seguido de adubações de manutenção anuais antes do plantio das culturas. O corretivo gradual consiste na aplicação, anualmente, de doses um tanto maiores que as recomendadas para as necessidades das culturas. (SOUSA; LOBATO, 2004)



As recomendações em função da disponibilidade do solo constam na Tabela 11.

Tabela 11. Interpretação da análise do solo e recomendação de adubação corretiva de K para culturas anuais conforme a disponibilidade do nutriente em solos de Cerrado.

Teor de K -----mg/kg-----	Interpretação	Corretiva Total ----- kg/ha de K <sub>2</sub> O-----	Corretiva Gradual
CTC a pH 7,0 menor que 4,0 cmolc/dm <sup>3</sup>			
<15	Baixo	50	70
16 a 30	Médio	25	60
31 a 40	Adequado <sup>1</sup>	0	0
> 40	Alto <sup>2</sup>	0	0
CTC a pH 7,0 igual ou maior que 4,0 cmolc/dm <sup>3</sup>			
<25	Baixo	100	80
26 a 50	Médio	50	60
51 a 80	Adequado <sup>1</sup>	0	0
>80	Alto <sup>2</sup>	0	0

<sup>1</sup>Para solo com teores de potássio dentro dessa classe, recomenda-se uma adubação de manutenção de acordo com a expectativa de produção.

<sup>2</sup>Para solos com teores de potássio dentro dessa classe, recomenda-se 50% da adubação de manutenção ou da extração de potássio esperada com base na última safra.

Fonte: Adaptado de Sousa; Lobato (1996).

Se o teor de K no solo for caracterizado como adequado, conforme a Tabela 11, deve-se estimar a produção de grãos para se determinar a adubação conforme a Tabela 12 a seguir.

Tabela 12. Tabela de recomendação de adubação de manutenção para a cultura da soja a partir da expectativa de rendimento da cultura.

Expectativa de rendimento t/ha	K extraível	
	Adequado -----kg/ha de K <sub>2</sub> O-----	Alto
3	60	40
4	80	50
5	100	70

Fonte: Adaptado de Sousa; Lobato (2004)

Adicionalmente se os teores de K no solo forem adequados deve-se fazer adubações de manutenção a partir da extração do nutriente por parte das plantas. Quando os teores forem 'Altos' deve-se proceder a adubação de manutenção com 50% da extração por parte das culturas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido na Fazenda Vereda, localizada no município de Cristalina, estado de Goiás, no talhão denominado Batata (16°04'18.68"S, 47°28'15.58"W, altitude de 1050m).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho. O experimento foi desenhado de modo que fosse possível avaliar o desempenho da cultura da soja segundo três sistemas de recomendação de adubação e duas formas de aplicação de potássio em um esquema fatorial (3x2), que originaram as combinações a seguir: utilização de recomendação padrão da Fazenda Vereda com K aplicado a lanço e no sulco; utilização de recomendação do Manual da Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais – Quinta Aproximação (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999), com K aplicado a lanço e no sulco; e utilização de recomendação da Embrapa (SOUSA; LOBATO, 2004), com K aplicado a lanço e no sulco.

Utilizou-se uma área de dimensões 19,5 m x 33 m totalizando 643,5m<sup>2</sup>, dos quais apenas 511m<sup>2</sup> foram utilizados efetivamente para o plantio. O experimento foi estabelecido em blocos divididos em seis parcelas (5 m x 5 m), nas quais foram distribuídas ao acaso as recomendações com três repetições cada.

Para as recomendações baseadas nas metodologias estudadas estimou-se uma produtividade média de 4000 kg/ha de soja, conforme o histórico da área e a característica genética das sementes P98Y11 Pioneer®.

Dentro de área experimental após a demarcação dos limites dos blocos e das parcelas foram feitos os riscos de plantio com plantadeira de 9 linhas, em espaçamento de 50 cm entre linhas, perfazendo uma quantidade de 9 linhas com 5 m de comprimento cada por parcela. A adubação foi calculada para cada parcela considerando sua área útil de 25 m<sup>2</sup>, e foi aplicada manualmente de acordo com a locação dos tratamentos previamente determinados através de sorteio. Antes do plantio aguardou-se precipitação de 120 mm. A precipitação total no local do experimento foi de aproximadamente 1600 mm, entre o plantio e a colheita.

O stand projetado para este experimento foi de 340.000 plantas por ha, ou 17 plantas por metro de linha de plantio.

O plantio foi feito no dia 24 de novembro de 2011, e a colheita feita no dia 07 de abril de 2012.

### **3.2. Histórico de manejo da área**

A área tem um histórico de 23 anos de produção agrícola, sendo 11 anos sob sistema plantio direto. Dentre as culturas produzidas na área destacam-se a Batata (primeira cultura desenvolvida na área após o desmatamento, a qual deu nome à área), brachiaria, andropogon, batata, milho, soja e milheto, respectivamente, sendo que nos últimos três anos houve a rotação entre soja e milheto

### **3.3. Determinação dos teores de nutrientes no solo**

Previamente ao cultivo foram retiradas amostras do solo após a demarcação do local do experimento de modo que esta fosse representativa para a área. Esta amostra foi composta por cinco sub-amostras, coletada na forma de retângulos de 50 cm x 5 cm em que o ponto médio do lado maior do retângulo foi posicionado transversal à linha de plantio.

A amostragem foi realizada na profundidade de 0 a 20 cm, segundo plano de amostragem definido na Figura 3. O resultado das análises químicas e físicas do solo está apresentado na Tabela 13.



Figura 1. Imagem da área experimental 16 dias após o plantio.

Tabela 13. Laudo de características físicas e químicas do solo.

Característica <sup>1</sup>	Resultado da análise
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	661
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	327
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	12
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,2
P (mg dm <sup>-3</sup> ) – Mehlich-1	23,62
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	100
S (mg dm <sup>-3</sup> )	9
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,71
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,43
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,00
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,08
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,40
V1 (%)	28,6
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,40

Fonte: Laudo de análise de solo elaborado pelo Laboratório Nativa, Formosa - GO.



Figura 2. Vista da área experimental com a identificação dos blocos.

### 3.3.5. Correção da acidez do solo

Conforme análise de solo foi encontrada uma saturação por bases de 28,6% (V1), ou seja, inadequada para a cultura da soja que precisa de uma saturação por bases (V2) próxima de 50% para que a adubação recomendada tenha a maior eficácia possível ao longo do ciclo da cultura.

Sendo assim, utilizou-se o método de recomendação de calagem pela saturação por bases e calculou-se a necessidade de calagem (N.C.) em 2,5 t/ha, sabendo que o PRNT do calcário utilizado é aproximadamente 72%. Foi aplicado o calcário em toda a área experimental, à lanço em setembro de 2011, sem que o mesmo fosse incorporado ao solo por se tratar de Sistema Plantio Direto.

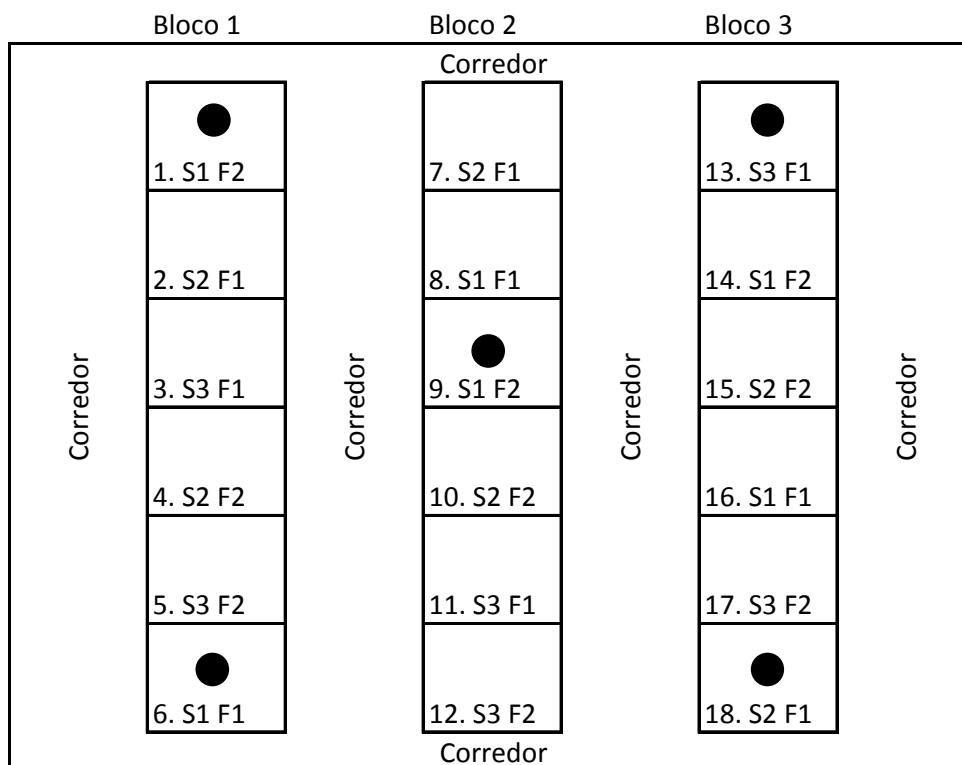


Figura 3. Localização dos pontos de retirada das sub-amostras de solo (Círculos negros)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> S: Sistema de recomendação de adubação, sendo S1 a adubação padrão da fazenda; S2 a recomendação segundo o manual da quinta aproximação de Minas Gerais; e S3 a recomendação da Embrapa. F: Forma de aplicação K sendo F1 a lanço, e F2 no sulco de semeadura.

### 3.3.6. Delimitação dos stands e sorteio dos tratamentos para cada parcela

A delimitação dos stands foi feita de modo a garantir que houvesse espaço entre as parcelas (corredores) para que visitas pudessem ser feitas, e para que ocorresse a menor interferência entre os blocos de adubações. Além disto a distribuição geográfica dos tratamentos foi feita através de sorteio, ou seja aleatoriamente.

Na Figura 4 é apresentado o croqui esquemático do experimento com a disposição das parcelas onde foram aplicados os tratamentos.

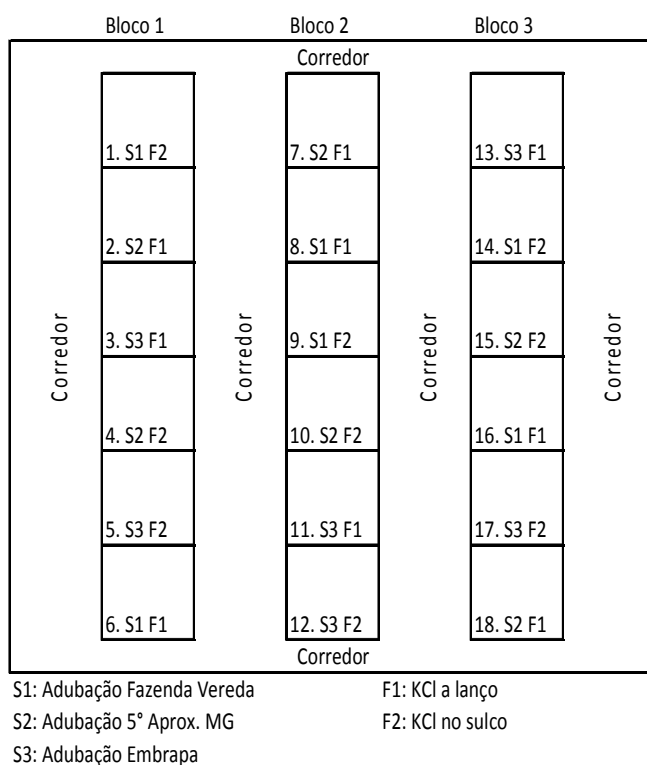


Figura 4. Croqui esquemático do experimento.

### 3.3.7. Caracterização da cultivar

A P98Y11 é uma variedade de soja da Pioneer® com o gene Roundup Ready®, que confere resistência ao herbicida glifosato e ainda possui resistência ao Nematóide de Cisto da Soja, raças 1 e 3. Caracterizada por alto peso médio de grãos e alta produtividade, é recomendada preferencialmente para o plantio em solos de média e alta fertilidade nas

latitudes entre 10° e 20° Sul. Como pontos fortes desta cultivar pode-se destacar: alto potencial produtivo com estabilidade; precocidade (ciclo 8.1: indicada para o desenvolvimento de safrinha após a colheita da soja, além de diminuir a exposição à ferrugem); tolerância à chuva na colheita; e resistente à pústula bacteriana.<sup>4</sup>

### 3.3.8. Preparo de sementes de soja

Primeiramente foi feita a inoculação das sementes utilizando o inoculante líquido Masterfix L® Soja do fabricante Stoller® (100 ml/100 kg de sementes), misturados para homogeneização em betoneira de 250 L. Após a homogeneização com o inoculante as sementes foram tratadas com Cropstar® do fabricante Bayer® (300 ml/100 kg de sementes) e Derosal Plus® do fabricante Bayer® (300 ml/100 kg de sementes). Após os tratamentos químicos a soja é batida na betoneira com grafite e levada para o plantio no mesmo dia.

### 3.3.9. Cálculo das recomendações segundo as diferentes metodologias adotadas

#### 3.3.9.1 S1: adubação histórica

Nas parcelas onde foi aplicada a recomendação histórica (308 kg/ha do formulado 03-40-00 e 150 kg/ha de KCl) foi utilizada uma quantidade de 0,693 kg/ parcela de formulado e 0,337 kg/parcela de KCl, calculados da seguinte forma:

*Adubação fosfatada:*

308 kg/ha de formulado / 20.000 m/ha \* 45 m/parcela = **0,693 kg/parcela**, em que:

- 20.000 m/ha = 10.000 m<sup>2</sup>/ha / 0,5 m (espaçamento)

- 4,5 m/parcela = 9 linhas/parcela \* 5 m/linha (comprimento das linhas dentro das parcelas)

*Adubação potássica:*

150 kg/ha KCl / 20.000 m/ha \* 45 m/parcela = **0,337 kg/parcela**, em que:

---

<sup>4</sup> Informações disponíveis no site: <http://www.pioneersementes.com.br/>



- 20.000 m/ha = 10.000 m<sup>2</sup>/ha / 0,5 m (espaçamento)
- 45 m/parcela = 9 linhas/parcela \* 5 m/linha (comprimento das linhas dentro das parcelas)

### 3.3.9.2 S2: adubação conforme a metodologia da Quinta aproximação de Minas Gerais

De acordo com a metodologia proposta (Tabela 3) e levando em consideração os resultados da análise do solo, classificou-se a fertilidade do solo como sendo: **Muito Bom** em relação aos teores de Fósforo, e **Bom** em relação aos teores de Potássio.

Logo de início verificou-se que não havia necessidade de adubação fosfatada uma vez que não se recomenda adubação (Tabela 5) para valores de disponibilidade no nível **Muito Bom**.

Como a disponibilidade de potássio ficou no nível **Bom** recomendou-se apenas a adubação de manutenção. Sendo assim, e considerando a expectativa de rendimento de 4.000 kg/ha estabeleceu-se a quantidade de adubo segundo a metodologia proposta, através de uma extrapolação matemática, pois a Tabela 5 prevê uma produtividade estimada de apenas 2,5 t/ha a 3,0 t/ha. Para uma produtividade de 3,0 t/ha assumiu-se que a necessidade de adubação deverá ser da ordem de 40 kg de K<sub>2</sub>O por hectare, mas como o objetivo seria chegar a 4,0 t/ha, foram calculados 54 kg de K<sub>2</sub>O por hectare. Fazendo-se os ajustes necessários a quantidade de K<sub>2</sub>O por hectare permaneceu em 54 kg/ha, a qual foi adubada com a fonte KCl, conforme a seguir:

#### *Adubação Potássica:*

90 kg de KCl/ha / 20.000 m/ha \* 45 m/parcela = 0,202 kg de KCl/parcela, em que:

- 90 kg de KCl/ha = 54 kg de K<sub>2</sub>O /ha / 0,6 kg de K<sub>2</sub>O/kg de KCl
- 20.000 m/ha = 10.000 m<sup>2</sup>/ha / 0,5 m (espaçamento)
- 45 m/parcela = 9 linhas/parcela \* 5 m/linha (comprimento das linhas dentro das parcelas)

### 3.3.9.3 S3: adubação conforme a metodologia da Embrapa

De acordo com as interpretações apresentadas nas Tabelas 6 e 11 e levando em consideração os resultados da análise do solo, classificou-se a fertilidade do solo como sendo: **Alta** em relação aos teores de Fósforo e **Alta** em relação aos teores de Potássio, descartando portanto a necessidade de adubação corretiva em ambos os casos.

Após a caracterização da condição de fertilidade do solo, considerou-se a adubação de manutenção e buscou-se dimensionar a recomendação considerando uma produtividade estimada de 4000 kg/ha de grãos.

Utilizando-se as recomendações indicadas nas Tabelas 10 e 12 recomendou-se a adubação de manutenção, sendo: 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare e 50 kg de K<sub>2</sub>O por hectare. Foram utilizadas como fontes de Fósforo e Potássio respectivamente: Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio.

#### *Adubação fosfatada:*

Dose recomendada: 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare, que em termos de fonte representa 222,22 kg/ha de Superfosfato simples.

$222,22 \text{ kg/ha de SS} / 20.000 \text{ m/ha} * 45 \text{ m/parcela} = \mathbf{0,500 \text{ kg/parcela}}$ , em que:

- $222,22 \text{ kg/ha de SS} = 40 \text{ kg de P}_2\text{O}_5/\text{ha} / 0,18 \text{ kg de P}_2\text{O}_5/\text{kg de SS}$
- $20.000 \text{ m/ha} = 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} / 0,5 \text{ m (espaçamento)}$
- $4,5 \text{ m/parcela} = 9 \text{ linhas/parcela} * 5 \text{ m/linha (comprimento das linhas dentro das parcelas)}$

#### *Adubação Potássica:*

Dose recomendada: 50 kg de K<sub>2</sub>O por hectare, que em termos de fonte representa 83,33 kg/ha de Cloreto de potássio.

$83,33 \text{ kg de KCl/ha} / 20.000 \text{ m/ha} * 45 \text{ m/parcela} = 0,1875 \text{ kg de KCl/parcela}$ , em que:

- $83,33 \text{ kg de KCl/ha} = 50 \text{ kg de K}_2\text{O/ha} / 0,6 \text{ kg de K}_2\text{O/kg de KCl}$
- $20.000 \text{ m/ha} = 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} / 0,5 \text{ m (espaçamento)}$

- 45 m/parcela = 9 linhas/parcela \* 5 m/linha (comprimento das linhas dentro das parcelas)

### 3.4. Índices de avaliação de desempenho agrônômico

Utilizou-se como índices de avaliação de desempenho biométrico da soja os seguintes parâmetros:

- i. *Altura de plantas*: este índice determina com clareza o desenvolvimento vegetativo, provendo um ponto de comparação visual muito claro do desempenho da cultura submetida às diferentes recomendações de adubação;
- ii. *Índice de colheita*: este índice caracteriza-se pela razão entre a massa de grãos produzidas pela planta e a massa seca total da mesma, e indica qual a capacidade da planta em transformar nutrientes em produto de venda. Sendo assim este índice será muito importante para analisar possíveis desvios em outros índices como a produtividade por exemplo;
- iii. *Produtividade total do stand*: este índice determinará efetivamente qual a produtividade total do stand considerando a extrapolação dos dados estatísticos, e poderá ser utilizada para evidenciar o desempenho econômico e financeiro de cada sistema de adubação.

### 3.5. Análise financeira

A análise financeira foi realizada com o auxílio do *software* Excel®, o qual foi utilizado para cálculo da TIR levando em consideração os fluxos de caixa de despesas e de receitas. Os fluxos de caixa de despesa foram lançados nos meses de novembro/11, dezembro/11 e janeiro/12, e as receitas foram lançadas no mês de fevereiro/12.

A análise financeira será feita através dos parâmetros a seguir:

- i. O Cenário de investimento foi criado, mantendo toda a área em condição de igualdade nos fatores de limitação de produção, em uma área total de 1500 ha;
- ii. O custo real total de produção do talhão Batata: R\$ 1530,00/ha;

- iii. Constituição dos fluxos de caixa: foram inseridos como custo inicial o total de custos com adubação em novembro/11. Estes custos foram acrescidos da terça parte dos demais custos, e neste momento tem-se o primeiro fluxo de caixa de todos os sistemas de recomendação. Os dois terços restantes dos demais custos foram distribuídos igualmente nos meses de dezembro/11 e janeiro/12. O fluxo de caixa positivo no mês de fevereiro/12 refere-se apenas à venda da produção calculada. Considerou-se hipoteticamente que o plantio tenha sido feito no dia 1/nov/11 e a colheita e venda da produção tenham sido processados no dia 1/fev/12;
- iv. Considerou-se a média histórica de três anos passados do preço de venda da saca de soja a R\$43,77, para determinar a venda da produção calculada, sendo esta venda feita FOB (retirada pelo cliente na fazenda). A relação histórica das cotações utilizadas neste estudo estão disponíveis no site: <http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Historico.aspx?e=9828&p=9&l=10678>;
- v. Considerou-se o custo de oportunidade do negócio 2% ao mês.

A fim de analisar financeiramente os resultados do experimento foi utilizada a metodologia da taxa interna de retorno (TIR), a qual em tese serve para quantificar o desempenho do projeto em relação a um referencial de mercado, ou a demais opções de investimentos à vista (ASSAF NETO, 2005).

### **3.6. Histórico de defesa fitossanitária da cultura**

Ao longo do ciclo da cultura da soja a fitodefesa deve ser parte importante do manejo especialmente em área com grande concentração de produtores com espécies similares como é o caso da região em que se encontra a propriedade.

A grande concentração de produtores cultivando a mesma espécie vegetal propicia o surgimento de surtos fitopatológicos de difícil controle quando não respeitados os padrões de mensuração do nível de controle, a fim de inibir ou mitigar o dano econômico advindo das possíveis doenças. Abaixo segue a cronologia das atividades de defesa da cultura da soja para este experimento:

- i. 07/12/2011: Priori® (0,4 L/ha); Orthene® (0,8 kg/ha); Rimon® (0,2 L/ha); Nimbus® (0,4 L/ha).
- ii. 27/12/2011: Aproach® (0,4 L/ha); Bendazol® (0,8 L/ha); Rimon® (0,2 L/ha); Orthene® (0,72 kg/ha); Nimbus® (0,4 L/ha).
- iii. 05/01/2012: Zignal® (0,6 L/ha)
- iv. 16/01/2012: Nimbus® (0,4 L/ha); Priori® (0,3 L/ha); Bendazol® (0,8 L/ha); Orthene® (0,8 kg/ha); Rimon® (0,2 L/ha).
- v. 19/01/2012: Zignal® (0,6 L/ha); Lannate® (1 L/ha); Rimon® (0,2 L/ha).
- vi. 31/01/2012: Aproach® (0,4 L/ha); Bendazol® (0,8 L/ha); Nimbus® (0,9 L/ha); Prêmio® (0,08 L/ha); Orthene® (0,8 kg/ha).
- vii. 16/02/2012: Priori® (0,3 L/ha); Bendazol® (0,8 L/ha); Orthene® (0,8 kg/ha); Nimbus® (0,4 L/ha).
- viii. 28/02/2012: Priori® (0,4 L/ha); Orthene® (0,8 kg/ha).

Abaixo apresenta-se a lista de produtos utilizados, sua função e fabricante:

- Aproach®: Fungicida Sistêmico (Picoxistrobina; Estrobilurina; Ciproconazole: Triazol), DuPont®.
- Bendazol®: Fungicida Sistêmico (Benzimidazol), Milenia®.
- Lannate®: Inseticida Sistêmico e de Contato (Metilcarbamato de oxima), DuPont®.
- Nimbus®: Adjuvante, Syngenta®.
- Orthene®: Inseticida Acaricida Sistêmico, DuPont®.
- Priori®: Fungicida Sistêmico (Estrobilurina), Syngenta®.
- Rimon®: Inseticida (Benzoilureia), Milenia®
- Zignal®: Fungicida e Acaricida (Fenilpiridinilamina), Chemoniva®.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram verificadas interações significativas entre os fatores sistema de recomendação de adubação e forma de aplicação do potássio. Dessa forma, serão discutidos apenas os efeitos significativos desses fatores, separadamente.

### 4.1. Parâmetros agrônômicos das plantas de soja

As adubações aplicadas conforme as diferentes formas de recomendação possibilitaram um desenvolvimento vegetativo semelhante da cultura da soja. Independente da forma de aplicação do potássio, os sistemas de recomendação promoveram alturas de planta de soja semelhantes, sem diferenças estatísticas (Tabela 14).

Tabela 14. Altura de plantas de soja adubada seguindo diferentes sistemas de recomendação, independente da forma de aplicação do potássio.

Sistema de Recomendação	Altura de planta (cm)
1*	60,48 a
2	61,00 a
3	61,90 a
DMS	3,86

\* 1: adubação-padrão utilizada pela fazenda; 2: adubação conforme recomendação Quinta Aproximação de Minas Gerais; 3: adubação conforme recomendação Embrapa.

\* valores seguidos por letras iguais não apresentam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (P<0,05).

Também não houve efeito da forma de aplicação de potássio sobre a altura de plantas (Tabela 15).

Tabela 15. Altura de plantas de grãos de soja adubada com potássio aplicado à lanço antecipado (lanço) e no sulco de plantio (sulco), independente do sistema de recomendação de adubação utilizado.

Forma de aplicação de potássio	Altura de plantas (cm)
1	61,23 a*
2	61,02 a
DMS	2,56

1: Aplicação a lanço; 2: Aplicação no sulco de semeadura.

\* valores seguidos por letras iguais não apresentam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (P<0,05).

#### 4.2. Efeitos dos sistemas de recomendação e aplicação nos indicadores de produção da soja

Na Tabela 16 são apresentadas as produtividades da soja para os diferentes sistemas de recomendação de adubação. Verificou-se que a adubação padrão da Fazenda Vereda promoveu maior produtividade da soja em relação às demais adubações. Os sistemas de recomendação da CFSEMG e da Embrapa possibilitaram a mesma produtividade de soja, nas condições da Fazenda Vereda, Cristalina, GO.

Tabela 16. Produtividade de grãos de soja adubada seguindo diferentes sistemas de recomendação, independente da forma de aplicação do potássio.

Sistema de Recomendação	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1	4145,72 a*
2	3720,79 b
3	3795,50 b
DMS	310,45

1: adubação-padrão utilizada pela fazenda; 2: adubação conforme recomendação Quinta Aproximação de Minas Gerais; 3: adubação conforme recomendação Embrapa.

\* valores seguidos por letras iguais não apresentam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (P<0,05).

Ambas as metodologias alcançaram valores de produtividade (3720,79 e 3795,50 kg/ha de grãos), muito próximos da produtividade estimada para o experimento (4000kg/ha de grãos), e o comparativo com a produtividade da adubação de controle (Adubação-padrão adotada pelo produtor historicamente) demonstrou que os sistemas de recomendação realmente são eficazes e produzem grande diminuição na quantidade de insumos na adubação, sendo ponto focal de análise posterior para diminuição dos custos de produção e aumento de competitividade.

Em termos de resultado de absorção de nutrientes o experimento validou a teoria da imobilidade do fósforo no perfil do solo, enfatizando que estoques deste nutriente são acrescidos ao longo do tempo e que podem ser utilizados caso necessário, pois estes podem ser absorvidos pela soja independente de sua aplicação (esta constatação deve ser feita após análise do solo, e deverá ser incorporada na estratégia de adubação).

Conforme dados apresentados na Tabela 17, não foi evidenciada diferença entre a forma de aplicação de potássio a lanço ou no sulco de semeadura, sendo portanto esta escolha parte da estratégia logística do produtor, conforme a disponibilidade de maquinário e recursos humanos.

Tabela 17. Produtividade de grãos de soja adubada com potássio aplicado à lanço antecipado (lanço) e no sulco de plantio (sulco), independente do sistema de recomendação de adubação utilizado.

Forma de aplicação de potássio	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1	3843,52 a*
2	3931,15 a
DMS	205,79

1: Aplicação a Lanço; 2: Aplicação no sulco de semeadura

\* valores seguidos por letras iguais não apresentam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em contraponto às produtividades apresentadas na Tabela 16 que apontam uma pequena diferença entre as recomendações da Quinta Aproximação de Minas Gerais, a da Embrapa e a Adubação padrão da Fazenda Vereda, com vantagem para a adubação padrão, os dados ressaltam igualdade para o índice de colheita (IC), que mede a razão entre a massa de grãos e a massa seca total da planta (Tabela 18).



Em termos práticos este índice mede a eficiência da planta em converter nutrientes disponíveis no solo em produtividade de grãos, e este índice demonstra que em igualdade de condições quaisquer dos sistemas de adubação analisados apontariam para o mesmo resultado.

Tabela 18. Índice de colheita (IC) de soja adubada seguindo diferentes sistemas de recomendação, independente da forma de aplicação do potássio.

Sistema de Recomendação	Índice de colheita
1	0,43 a*
2	0,42 a
3	0,43 a
DMS	0,07

1: adubação-padrão utilizada pela fazenda; 2: adubação conforme recomendação Quinta Aproximação de Minas Gerais; 3: adubação conforme recomendação Embrapa.

\* valores seguidos por letras iguais não apresentam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (P<0,05).

Do mesmo modo, independente do método de aplicação do potássio, a lanço ou em sulco de semeadura, o Índice de colheita permanece inalterado (Tabela 19).

Tabela 19. Índice de colheita de plantas de soja adubada com potássio aplicado à lanço antecipado (lanço) e no sulco de plantio (sulco), independente do sistema de recomendação de adubação utilizado.

Forma de aplicação de potássio	Índice de colheita
1	0,43 a*
2	0,42 a
DMS	0,05

1: Aplicação a lanço; 2: Aplicação no sulco de semeadura.

\* valores seguidos por letras iguais não apresentam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (P<0,05).

#### 4.3. Determinação de custos de adubação

Por fim uma análise de custos merece ser feita uma vez que, ano a ano, o custo de produção aumenta com sucessivos aumentos de insumos, principalmente aqueles relacionados

à nutrição e à defesa fitossanitária. Na análise do custo de produção, os dados foram extrapolados para uma área de 1500 hectares:

a) Adubação Padrão:

*Adubação fosfatada:*

308kg/ha de formulado \* R\$ 1,29/kg de formulado \* 1500 ha = R\$ 595.980,00

*Adubação potássica:*

150kg/ha KCl \* R\$ 1,36/kg de KCl \* 1500ha = R\$ 306.000,00

Custo total: R\$ 901.980,00

b) Adubação conforme a recomendação da Quinta Aproximação de Minas Gerais:

*Adubação fosfatada:*

Inexistente

*Adubação potássica:*

90,00kg/ha KCl \* R\$ 1,36/kg de KCl \* 1500ha = R\$ 183.600,00

Custo total: R\$ 183.600,00

c) Adubação conforme a recomendação da metodologia da Embrapa:

*Adubação fosfatada:*

222,22kg/ha de Superfosfato Simples \* R\$ 0,795 /kg de SFS \* 1500 ha =  
R\$264.997,35

*Adubação potássica:*

83,33kg/ha KCl \* R\$ 1,36 /kg de KCl \* 1500ha = R\$ 169.993,20

Custo total: R\$ 434.990,55

Dados:

Custo de insumos (Agosto/2012<sup>5</sup>):

- Cloreto de potássio: R\$ 1360,00/ton
- Formulado 3-40-00: R\$ 1290,00/ton
- Superfosfato Simples: R\$ 795,00/ton

---

<sup>5</sup> Os preços dos insumos agrícolas tem sua cotação variando diariamente. Os valores utilizados são fruto de pesquisa de mercado no dia 23/08/12.

#### **4.4. Avaliação econômica comparativa:**

##### **4.4.1. Comparação entre adubação padrão e a recomendação da quinta aproximação de Minas Gerais**

Comparando os dados apresentados na Tabela 20 se o produtor optasse pela recomendação da Quinta aproximação de Minas Gerais teria uma economia direta de adubo da ordem de R\$ 718.380,00 (R\$ 901.980,00 - R\$ 183.600,00).

Em termos de produtividade a Adubação Padrão gerou um excedente de produtividade em relação à recomendação de Minas Gerais, com um superávit de produtividade de 424,93kg/ha (4145,72kg/ha – 3720,79kg/ha). Isto gerará um déficit de aproximadamente 7 sacos a menos de soja que a preço médio dos últimos 3 anos (R\$43,77/saco<sup>6</sup>) representariam um faturamento a menos de R\$ 309,98/ha, diminuindo o faturamento em R\$ 459.585,00 na área de 1500 ha.

Considerando-se a diminuição no faturamento de R\$ 464.979,65, mas contando com uma diminuição no custo de adubação de R\$ 718.380,00, o produtor ainda teria seu lucro acrescido em R\$ 253.400,35.

Analisando o fluxo de caixa do produtor haveria uma diminuição de R\$ 718.380,00 no capital de giro inicial necessário para a implantação da cultura, gerando uma Taxa Interna de Retorno de 52%, 20% maior que a gerada pela Adubação Padrão, considerando uma taxa de oportunidade de 2,00% ao mês. Isto acarretará grande diminuição nos riscos econômicos do negócio.

##### **4.4.2. Comparação entre adubação padrão e recomendação da Embrapa**

Comparando os dados apresentados na Tabela 20 se o produtor optasse pela recomendação da metodologia da Embrapa teria uma economia direta de adubo da ordem de R\$ 466.989,50 (R\$ 901.980,00 - R\$ 434.990,50).

Em termos de produtividade, a Adubação Padrão gerou um excedente de produtividade em relação à recomendação da Embrapa, com um superávit de produtividade

---

<sup>6</sup> Valores históricos da saca de soja para estabelecimento da média acima podem ser encontrados em: <http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Historico.aspx?e=9828&p=9&l=10678>

de 350,22/ha (4145,72kg/ha – 3795,50/ha). Isto gerará um déficit de aproximadamente 5,8 sacos a menos de soja que a preço médio dos últimos 3 anos (R\$43,77/saco<sup>7</sup>) representariam um faturamento menor de R\$ 255,49/ha, diminuindo o faturamento em R\$ 383.228,23 na área de 1500 ha.

Considerando-se a diminuição no faturamento de R\$ 383.228,23, mas contando com uma diminuição no custo de adubação de R\$ 466.989,50, o produtor ainda teria seu lucro acrescido em R\$83.761,26.

Analisando o fluxo de caixa do produtor haveria uma diminuição de R\$ 466.989,50 no capital de giro inicial necessário para a implantação da cultura, gerando uma taxa interna de retorno de 42%, 10% maior que a gerada pela Adubação Padrão, considerando uma taxa de oportunidade de 2,00% ao mês. Isto acarretará grande diminuição nos riscos econômicos do negócio.

Tabela 20. Análise Financeira da produção de soja considerando os três cenários: S1 Adubação Padrão, S2 Recomendação da 5ª Aproximação de Minas Gerais, e S3 Recomendação do manual da Embrapa.

Análise financeira			
Recomendações →	S1 = Adubação Padrão	S2 = 5ª Aprox. MG	S3 = Embrapa
Desvio Fluxo de Caixa →	R\$ -	-R\$ 718.380,00	-R\$ 466.989,45
Meses	-----Fluxos de Caixa-----		
nov/11	-R\$ 1.366.320,00	-R\$ 647.940,00	-R\$ 899.330,55
dez/11	-R\$ 464.340,00	-R\$ 464.340,00	-R\$ 464.340,00
jan/12	-R\$ 464.340,00	-R\$ 464.340,00	-R\$ 464.340,00
fev/12	R\$ 4.536.454,11	R\$ 4.071.474,46	R\$ 4.153.225,88
TIR	32%	52%	42%
Diferença de lucratividade →	R\$ -	R\$ 253.400,35	R\$ 83.761,21

#### 4.4.3. Sugestão de metodologia de recomendação a ser usada pelo proprietário

Segundo a análise financeira incluindo a mensuração da diminuição dos riscos do negócio, avaliando lucros advindos de todos os cenários analisados, e considerando a TIR calculada, o sistema de recomendação deveria ser conduzido utilizando a metodologia de

<sup>7</sup> Valores históricos da saca de soja para estabelecimento da média acima podem ser encontrados em: <http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Historico.aspx?e=9828&p=9&l=10678>

adubo segundo a recomendação da Quinta Aproximação de Minas Gerais (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Esta constatação vem em momento propício, pois a diminuição dos riscos do negócio contribuem para dar maior segurança econômica e financeira aos produtores, que vez por outra podem sofrer com danos à produção como ocorreu recentemente nos Estados Unidos (EUA). Atualmente cerca de 90% da soja produzida no mundo depende da estação de chuvas para se consolidar, e a exemplo do que ocorreu nos EUA na safra 2012 de soja, a qual quase 30% da área plantada sofreu severos danos pela estiagem prolongada, quanto menor o risco do produtor maior será a sua segurança em momentos adversos.

## 5. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. As adubações recomendadas conforme os manuais de adubação da Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais e da Embrapa levam à mesma produtividade de grãos de soja, confirmando a expectativa inicial para as quais foram propostas.
2. Para o caso da Fazenda Vereda elevadas adubações possibilitam maiores produtividades de grãos de soja, mas o lucro do produtor, medido pela TIR, pode ser incrementado com a adoção das recomendações segundo os manuais citados.
3. O uso de ambas as recomendações técnicas, segundo os manuais, diminuem significativamente o risco financeiro do negócio, sendo mais eficientes do que a adubação padrão.
4. Os estoques de nutrientes, existentes no solo oriundos de adubações excessivas ao longo dos anos, são uma realidade a ser incluída na implantação de culturas anuais, com vias a promover diminuições consideráveis de custo de produção, aumentando assim a competitividade dos produtores.
5. Com um manejo apropriado pode-se alcançar produtividades elevadas com adubação balanceada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAF NETO, A.. **Finanças Corporativas e Valor**. 2.ed., São Paulo: Atlas, 2005. 656p.

CARDOSO, E. J. B. N.; NOGUEIRA, M. A.. A Rizosfera e seus Efeitos na Comunidade Microbiana e na Nutrição de Plantas. In: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p.79-96.

DAKORA, F.D.; PHILLIPS, D.A. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low- nutrient environments. **Plant Soil**, v.245, p.35-47, 2002.

HUNGRIA, M. Sinais moleculares envolvidos na nodulação das leguminosas por rizóbio. **R. bras. Ci. Solo**, v.18, p.339-364, 1994.

NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região centro oeste. In: OLIVEIRA, J. de; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J., (Ed). **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. p. 201-239.

RENGEL, Z. Genetic control or root exudation. **Plant Soil**, v.245, p.59-70, 2002.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORREA, G. F. **Pedologia**: base para a distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5 aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - UFV, 1999. 359 p.

SIMS, J. T. Soil fertility evaluation. In: SUMMER, M. E., Ed. **Handbook of soil science**. New York, CRC Press, 1999 p. D113-D153.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., et al. **Cerrado**: Correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 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. de; VOLKWEISS, S. J.; CASTRO, L. H. R. **Efeito residual do superfostato triplo em função da granulação e dose e do sistema de preparo do solo**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1987, 5 p. (EMBRAPA-CPAC. Pesquisa em andamento, 21).

SPARKS, D. L. Bioavailability of soil potassium. In: SUMNER, M. E. **Handbook os soil science**. Boca Raton CRC Press, 2000, Section D. p.D48.

<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Historico.aspx?e=9828&p=9&l=10678>. Acesso em: 19 ago. 2012.

[www.pioneersementes.com.br](http://www.pioneersementes.com.br). Acesso em: 05 out. 2012.