



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE PLANALTINA

VINÍCIUS MARTINS VIEIRA

FERTILIZAÇÃO QUÍMICA DE SOLOS E A COMPOSIÇÃO DO CUSTO  
DO CULTIVO DA SOJA NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

PLANALTINA  
(2019)

VINÍCIUS MARTINS VIEIRA

FERTILIZAÇÃO QUÍMICA DE SOLOS E A COMPOSIÇÃO DO CUSTO  
DO CULTIVO DA SOJA NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Gestão do  
Agronegócio, como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em Gestão  
do Agronegócio.

Orientador(a): Reinaldo José de Miranda Filho

Co-orientador: Rafael de Souza Nunes

## **RESUMO**

O presente trabalho visa a análise química de solos, com os estudos realizados no Laboratório de Química Analítica de Solos (LQAS), realizados no período de 17 de Setembro a 30 de Novembro de 2018. Assim tendo a noção de que o solo é uma fonte de nutrientes das plantas e assim se torna de fundamental importância que estejam bem conservados e férteis. O presente trabalho tem como objeto classificar os tipos de solos predominantes no cerrado e analisar os nutrientes presentes nele, assim como caracterizar apresentar a importância da fertilização química e os custos de produção da soja. Foram realizadas análises em mais de 180 parcelas de solos para determinar nutrientes como fósforo, cálcio, magnésio e enxofre. Os resultados gerados indicaram que a quantidade de nutrientes encontrados nas amostras são satisfatórios para um solo com potencial produtivo elevado, assim viabilizando o presente estudo em solos do cerrado brasileiro e ressaltando a sua importância para um gestor.

Palavras chave: Solos, fertilidade, fertilidade química, cerrado, nutrientes.

## **ABSTRACT**

The present work aims at the chemical analysis of soils, with the studies carried out in the Laboratory of Analytical Chemistry of Soils (LQAS), carried out in the period from September 17 to November 30, 2018. Thus having the notion that the soil is a source of plant nutrients and thus it is of fundamental importance that they are well preserved and fertile. The objective of this work is to classify the predominant types of soils in the cerrado and analyze the nutrients present in it, as well as to characterize the importance of chemical fertilization and soybean production costs. Analyzes were carried out in more than 180 soil plots to determine nutrients such as phosphorus, calcium, magnesium and sulfur. The results indicated that the amount of nutrients found in the samples are satisfactory for a soil with high productive potential, thus making feasible the present study in soils of the Brazilian cerrado and emphasizing its importance for a manager.

Key words: Soils, fertility, chemical fertility, cerrado, nutrients.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	iii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E O ESTÁGIO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 SOLOS.....	2
2.1.1 FASE SÓLIDA .....	3
2.1.2 FASE LIQUIDA .....	3
2.1.3 FASE GASOSA.....	4
2.2 TIPOS DE SOLOS .....	4
2.2.1 ARGISSOLO .....	6
2.2.2 LATOSSOLO .....	6
2.2.3 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS .....	7
2.3 QUALIDADE DO SOLO.....	7
2.3.1 FERTILIDADE DE SOLOS.....	8
2.4 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DE SOJA, DESENVOLVIMENTO TECNOLOGICO E CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	11
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
REFERÊNCIAS .....	19

## **1. INTRODUÇÃO**

O Estágio Obrigatório para conclusão do curso de Gestão do Agronegócio foi realizado na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Cerrados, no Laboratório de Química Analítica de Solos (LQAS), durante o período de 17 de setembro de 2018 a 15 de janeiro de 2019<sup>1</sup>.

A principal atividade desenvolvida no LQAS foi preparo e análise de amostras de solos, verificando a quantidade de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre. Embora tenham sido processadas mais de 180 amostras, o estudo analítico desse material foge ao escopo desse trabalho. Mas, o estágio no laboratório suscitou a questão da importância da fertilidade química dos solos do Cerrado para fins da produção de *commodities* com alta produtividade e uso eficiente da adubação química na composição no custeio e rentabilidade das culturas anuais.

Sendo assim, o presente relatório aborda, brevemente, as seguintes temáticas: solos, qualidade e fertilidade química, a importância da soja no agronegócio brasileiro, custos da fertilização química no custeio da soja.

Esse trabalho teve como objetivo geral caracterizar a importância da fertilização química na cultura da soja no Cerrado brasileiro.

Os objetivos específicos foram: (i) caracterização da fertilização químicas dos solos; (ii) importância e produtividade da cultura da soja; (iii) composição dos custos da soja; (iv) evolução dos preço da soja; (v) caracterização de fertilizantes químicos. Nas considerações finais abordando a importância do estágio para o profissional do agronegócio e os fatores chave dos custos de produção.

### **1.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E O ESTÁGIO**

A Embrapa foi criada em 26 de abril de 1973, e desde então está associada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Embrapa tem o desafio de elaborar, em conjunto com seus parceiros do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), um modelo de agricultura e pecuária tropical genuinamente

---

<sup>1</sup> Este relatório abrange somente as atividades realizadas até 30 de novembro de 2018.

brasileiro, superando as barreiras que limitavam a produção de alimentos, fibras e energia no País (EMBRAPA, 2018).

A Embrapa Cerrados está entre as 47 unidades da empresa. Foi criada em 1975 com o estímulo de viabilizar a produção agrícola no Cerrado brasileiro. A Unidade é um centro de pesquisa ecorregional cujo foco é o desenvolvimento sustentável da agricultura no Bioma Cerrado. O contínuo esforço proporcionou para que se obtivesse tecnologias de produção capazes de tornar a agropecuária brasileira uma das mais eficientes do planeta, realizando a integração de grandes áreas de solos do bioma Cerrado aos sistemas produtivos; hoje, região é responsável por aproximadamente 50% da produção de grãos do País (EMBRAPA, 2018).

A Embrapa Cerrados atua em atividades de pesquisa e desenvolvimento que buscam ampliar o conhecimento, a preservação e a utilização racional dos recursos naturais do Bioma Cerrado, além de desenvolver sistemas de produção sustentáveis em equilíbrio com a oferta ambiental da região. A Unidade desenvolveu tecnologias e soluções de problemas complexos; e, dessa forma, tem contribuído para transformar a região em uma referência internacional em produtividade agrícola. O projeto é denominado “vida no solo” e visa a análise de solos de produtores da região.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A fertilização química dos solos é fundamental para a produção eficiente de *commodities*, sendo importante item da composição de custos, produtividade e rentabilidade da produção vegetal na região do Cerrado.

Solos bem nutridos poderão gerar alimentos em quantidade e qualidade para consumo humano e animal.

### **2.1 SOLOS**

O Solo é composto basicamente por 3 fases em proporções variáveis: sólida, líquida e gasosa. Na fase sólida encontram-se as frações minerais (argila, silte e areia) e a matéria orgânica morta e viva (fauna e flora). A fase líquida é composta basicamente por água e substâncias dissolvidas na mesma, ou seja, a chamada “solução do solo” nos microporos. Na fase gasosa encontram-se os gases como oxigênio (O<sub>2</sub>) e o nitrogênio

(N<sub>2</sub>), nos macroporos do solo. Estimasse que o solo ideal para plantio há de ser 50% fase sólida, 25% líquida e 25% de gases(DE SOUSA, 2013).

### **2.1.1 FASE SÓLIDA**

Na fase sólida do solo tem-se a porção mineral que se trata da parte inorgânica da fase sólida, podendo ser compostas por frações de argila, silte e areia. A argila é um mineral originado de silicatos, partículas de aluminosilicatos, constituem uma reserva de nutrientes minerais às plantas. As argilas dão origem a microporos que retêm água. O silte se trata de uma composição de partículas de quartzo principalmente, que por sua vez originam solos mais densos, com poucos poros que retêm água. A fração areia origina solos que retêm menos água, uma vez que é composta só de partículas de quartzo; mas facilita a aeração dos solos com a formação de macroporos facilitando a aeração (DE SOUSA, 2013).

No que tange a parte orgânica, na fase sólida, destaca-se o húmus, que é constituído de materiais de origem vegetal e animal parcialmente decompostos. O húmus é o material orgânico responsável pela coloração escura no solo, que apresenta várias substâncias essenciais tais como proteínas, lignina e compostos ácidos, de suma importância para a disponibilização de nutrientes, retenção de água no solo, estabilização de espécies metálicas solúveis em meio alcalino, dentre outras funções. O húmus é formado naturalmente pela transformação da matéria orgânica morta pela ação de bactérias e fungos do solo, ou ainda induzido pelo homem por meio da adição continuada de biomassa e a ação de microrganismos decompositores (DE SOUSA, 2013).É importante ressaltar que um solo com pouca matéria orgânica dispõe de menos água e nutrientes.

### **2.1.2 FASE LIQUIDA**

A fase líquida do solo se trata basicamente de nutrientes minerais e substâncias orgânicas solúveis em água que estão presentes na chamada solução do solo; portanto, é a solução de água do solo que contém os nutrientes e substâncias necessários para o desenvolvimento das plantas, o que torna de fundamental importância a umidade do solo. (DE SOUSA, 2013). Dentre os principais nutrientes minerais do solo, que

encontram-se em certo equilíbrio com a fase sólida, pode-se destacar os eletrólitos:  $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CO_3^{2-}$ .

### 2.1.3 FASE GASOSA

Solos arejados influenciam o desenvolvimento radicular da plantas cultivadas, porque as raízes respiram. A coloração acinzentada no solo indica baixa aeração. A fase gasosa do solo apresenta os mesmos constituintes do ar, entretanto com algumas variações (Tabela 1).

**Tabela 1** – Tabela do percentual dos gases na atmosfera e no solo.

	<i>Componentes (%)</i>		
<i>Ar</i>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>
<i>Atmosférico</i>	21	0,03	72
<i>No solo</i>	19	0,9	79

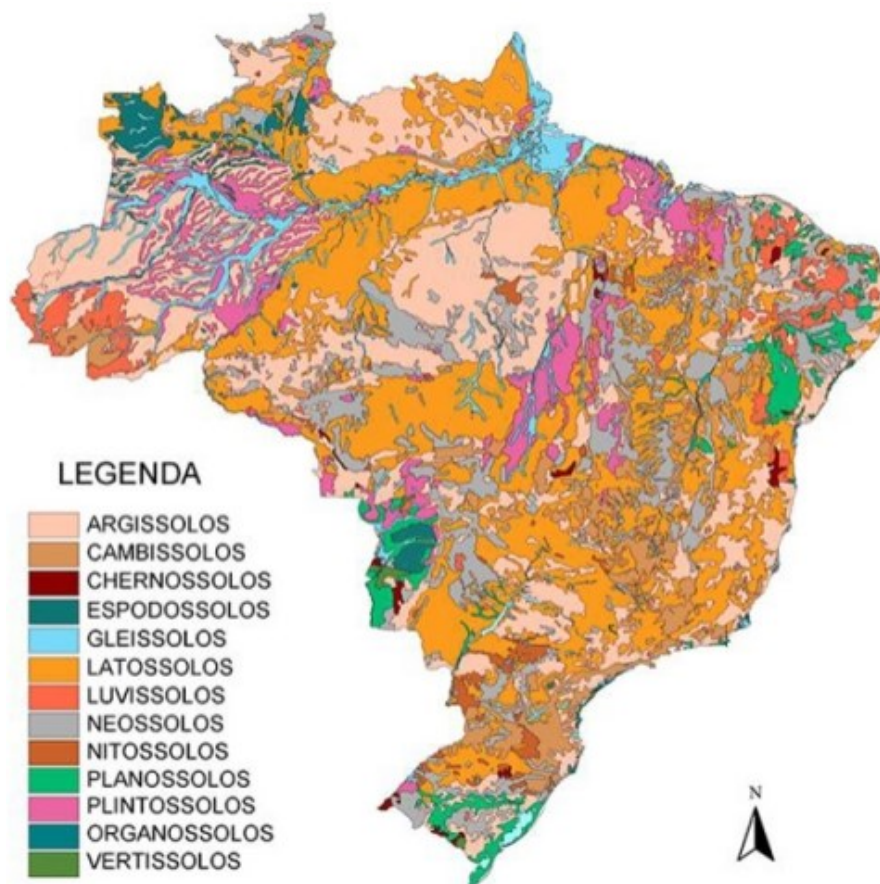
Fonte: De Sousa (2013).

## 2.2 TIPOS DE SOLOS

A pedologia tem desde meados de 60 a pedometria como sua aliada, isso é, o estudo do solo no campo tem por aliada a aplicação de modelos matemáticos, dados estatísticos e numéricos mensurados laboratorialmente. Hoje a pedologia é totalmente dependente dessas abordagens qualitativas e para seu desenvolvimento contínuo e eficaz conta também com abordagens qualitativas através da participação de diversos profissionais de vários os setores. Com o surgimento da geoestatística na década de 80, essa aliança tornou-se ainda mais valiosa visto que os dados passaram a ser mais precisos, o que ajudou de maneira vigorosa na tomada de decisão, surgindo também na mesma época o Mapeamento Digital de Solos, que uniu ciências como geologia, geomorfologia e ainda fatores que exercem influência na formação do solo, tais como clima, organismos, relevo, material de origem e tempo. Permitindo assim incorporar o conhecimento tácito pedológico à respeito da relação solo-paisagem com a automatização via mapeamento digital de propriedades e das classes dos solos. (EMBRAPA, 2014)



O mapa da (Figura 1), extraído através de Mapeamento Digital de Solos, traz visualmente a disposição dos tipos de solos no território brasileiro, distinguidos por cor, segundo à sua classificação em 1º nível categórico ou seja, a classificação quanto a ordem.



**Figura 1** – Mapa de solos do Brasil na escala 1:5. 000.000. Um melhor conhecimento do solo do nosso país permitirá a execução de mapas com melhor escala. Fonte: EMBRAPA (2014)

A classificação dos solos se dá por meio da análise de dados, morfológicos, físicos químicos e mineralógicos do perfil em que representam, sendo ainda utilizados para essa classificação aspectos ambientais do lugar do perfil como o clima, a vegetação, relevo, material originário, condições hídricas, características externas ao solo e relações solo-paisagem. (EMPRAPA, 2006).

A classificação de solos, se dá no Brasil de maneira categórica segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que elaborou, em 2006, uma classificação dos solos brasileiros, lamentavelmente não existe uma classificação universal sendo que a brasileira tem por base o antigo sistema americano, elaborado por

Baldwin et al. (1938), modificada por Thorp & Smith (1949). Na classificação brasileira, portanto, os solos se dividem em 6 níveis, sendo relevante para o presente estudo apenas o primeiro nível, onde tem-se 13 ordens, como representadas no mapa da (Figura 1). Vê-se também no mesmo que no centro-oeste os solos predominantes são basicamente Argissolo e Latossolo, havendo coexistência também de outros com menor expressividade no local.

Para o presente estudo se faz necessário uma breve caracterização desses dois tipos de solos mais evidentes na região. Para tal tem-se a caracterização da Embrapa (2006) onde se classificam em argissolo e latossolo.

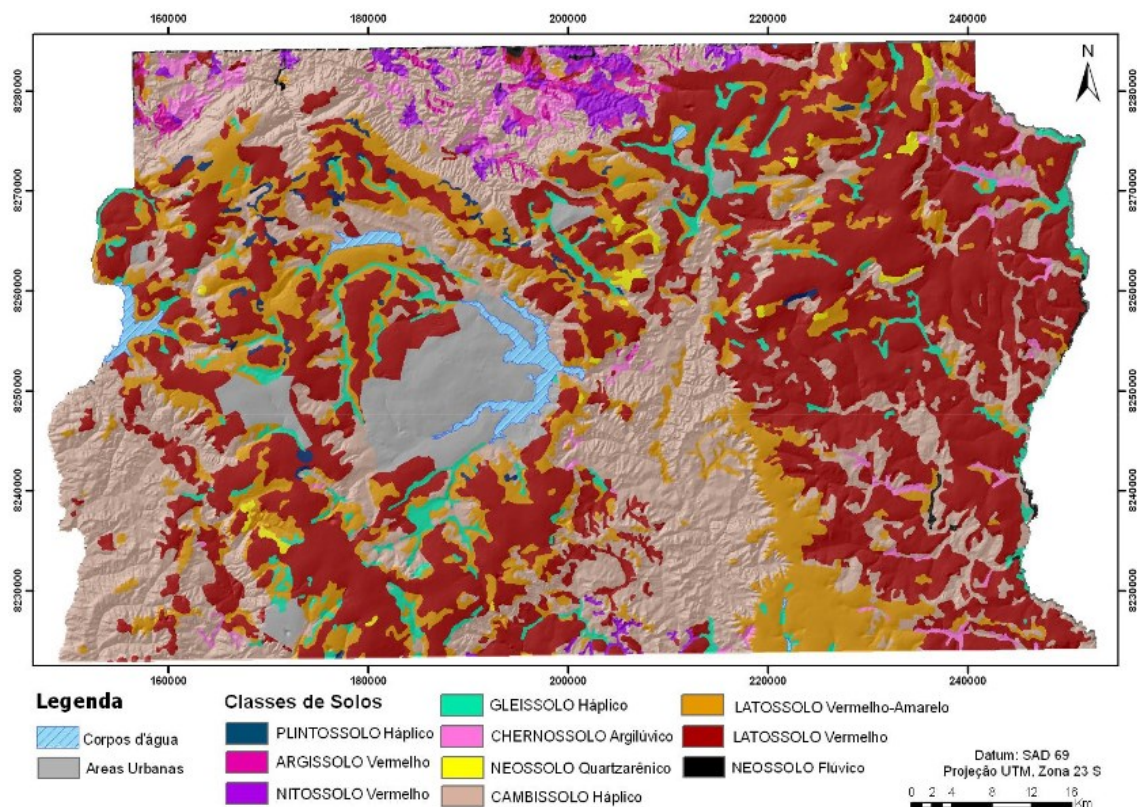
### **2.2.1 ARGISSOLO**

Argissolos são grupamentos de solos cujo horizonte B é textural, a argila podendo ser de baixa ou alta atividade porém conjugada com saturação por bases baixa ou de caráter alítico. Havendo também devido a demais fatores uma mobilização de argila da parte mais superficial do solo, com concentração ou acumulação em horizonte subsuperficial.

### **2.2.2 LATOSSOLO**

Latossolos se tratam de grupamentos de solo com B latossólico, tem por base uma evolução desenvolvida com expressividade no processo de latolização, o que culmina em uma intensa intemperização dos minerais primários e até dos secundários mesmo que menos resistentes e ainda uma considerável concentração de argilominerais. Para ser caracterizado como um latossolo então o solo precisa de um evidente diagnóstico B latossólico, com qualquer tipo de A, e um inexpressivo aumento de teor de argila de A para B.

O bioma Cerrado com área de 2 milhões de hectares ocupa aproximadamente 25% da extensão territorial do Brasil (IBGE, 2004). Os solos do Cerrado são principalmente de Latossolos (45%), Argissolos (15%) e Neossolos (15%) (Embrapa, 2006). E, no Distrito Federal, predominam os Latossolos (55%) (Figura 2).



**Figura 2** – Tipos de solos no DF, predominância de Latossolos. Fonte: EMBRAPA (2006).

### 2.2.3 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

No que tange a composição física do solo, a depender da proporção das frações argila, silte e areia, os solos terão diferentes tipos de aproveitamentos. Solos com pelo menos 15% de argila e menores teores de silte e areia são mais facilmente aproveitados para a maioria das plantas cultivadas (Nascentes e Costa, 2011). Segundo as características químicas, o aproveitamento para a agricultura depende basicamente dos parâmetros de acidez (pH), concentração alumínio solúvel ( $Al^{3+}$ ), macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg).

O pH do solo, dado pela presença de íons  $H^+$ , é determinado por potenciometria (pH) ou por titulação. A concentração de íons  $Al^{3+}$  e macronutrientes podem ser determinados por meio de técnicas espectrométricas de análise. E, o teor de substâncias orgânicas do solo (carbono) que pode ser determinado por técnicas instrumentais ou calcinação.

### 2.3 QUALIDADE DO SOLO

A qualidade de solo é uma característica abstrata que depende de seus atributos intrínsecos como também de condições externas, tais como práticas de uso e manejo, relações com o ecossistema e, ainda, prevalências socioeconômicas e políticas (GOMES, 2015).

A partir do momento que se submetem os solos a alguns sistemas de cultivos, esses propendem a um novo equilíbrio, o que se reflete através de variadas manifestações dos seus atributos, que podem ser desvantajosos à potencialidade de produção. O comportamento dos indicadores físicos, químicos e biológicos do solo podem ser parâmetros para a avaliação da relação do manejo para com a qualidade de solo (GOMES, 2015)

Um importante fato é que parte dos solos são considerados não férteis por natureza para fins de aproveitamento agrícola; e, ainda, parte dos solos férteis quando submetidos a manejo inadequado podem se tornar de baixa fertilidade. Sendo assim, a baixa qualidade ou fertilidade de um solo pode se dar tanto devido às causas naturais quanto antrópicas (LOPES E GUILERME, 2007).

### **2.3.1 FERTILIDADE DE SOLOS**

A fertilidade do solo influencia diretamente na sua utilização. Em geral, um solo mais fértil é mais produtivo; sendo assim, para fins de agricultura, a fertilidade é um fator de maior importância. É estreita e inseparável a inter-relação da fertilidade química do solo e a produtividade agrícola (LOPES & GUILHERME, 2007). Ressalta-se que essa dependência está diretamente ligada à disponibilidade de nutrientes no solo (LEPSH, 2016). Em geral, o conceito de fertilidade está diretamente ligado à disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, sendo necessários macro e micronutrientes.

Como todo ser vivo, as plantas necessitam de água e de diferentes moléculas orgânicas para sua sobrevivência. Portanto, os elementos que compõem a água (H<sub>2</sub>O) e qualquer molécula orgânica (C, O, H) obviamente têm sua essencialidade totalmente comprovada. Esses elementos são absorvidos pelas plantas a partir da água absorvida pelas raízes e do CO<sub>2</sub> absorvido do ar via fotossíntese.

Cerca de 90 % da matéria seca de uma planta consiste de C, H e O; todavia, no estudo da fertilidade do solo esses três elementos não são considerados, uma vez que o solo não é a maior fonte destes.

Juntamente a esses três elementos, mais seis são absorvidos e exigidos em quantidades superiores aos demais. Os macronutrientes primários são: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). E, os macronutrientes secundários: cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e enxofre (S). Os micronutrientes principais são: boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e cloro (Cl). A separação entre macro e micronutrientes é principalmente didática, pois a quantidade de nutrientes absorvida pode variar entre as diferentes espécies (MENDES, 2007).

No solo fértil encontram-se os nutrientes essenciais, macro e micronutrientes, nas devidas proporções para um saudável desenvolvimento das plantas e, ainda, tem boas condições físicas e biológicas, também, está livre de toxinas e localizado sob condições climáticas igualmente favoráveis à produção (LOPES & GUILHERME, 2007).

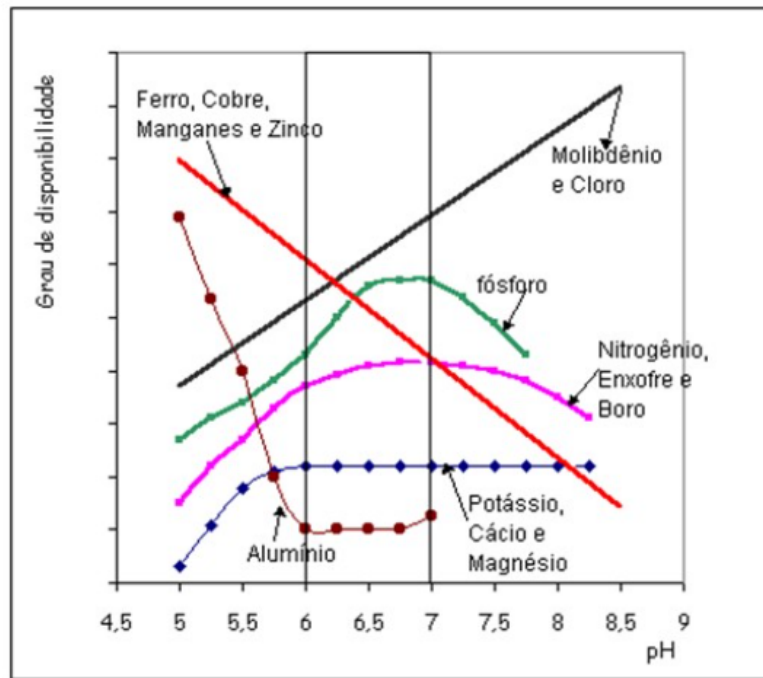
No Cerrado brasileiro e, em consequência, em Brasília (DF), principalmente em solos de baixa fertilidade, para obter-se produções rentáveis é preciso fazer a correção dos parâmetros de acidez (pH) e disponibilidade de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Zn, Cu, Fe, Mo, Cl e Mn).

O pH (potencial hidrogeniônico<sup>2</sup>) é um indicador da situação biológico-físico-química. Solos do Cerrado com acidez elevada (baixos valores de pH) apresentam pobreza em bases (cálcio, magnésio e potássio), elevado teor de alumínio tóxico ( $Al^{3+}$ ), excesso de manganês ( $Mn^{2+}$ ), alta fixação de fósforo nos colóides do solo e deficiência de alguns micronutrientes (B, Zn).

A correção da acidez dos solos do Cerrado é feita com a calagem, aplicação de calcários moídos e peneirados ( $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ), que eleva o pH até um nível em que o alumínio ( $Al^{3+}$ ) e o manganês ( $Mn^{2+}$ ) tóxicos tornam-se praticamente indisponíveis; mas, aumenta a disponibilidade de outros nutrientes (cálcio, magnésio, fósforo, molibdênio) e, também, aumenta o valor da CTC efetiva (MALAVOLTA, 1984); ainda, contribui para a melhoria das propriedades físicas e aumento da atividade de microrganismos (Figura 3).

---

<sup>2</sup>O pH indica a quantidade de íons hidrogênio ( $H^+$ ) que existe no solo. Logo, conclui-se que um solo é ácido quando possui muitos íons  $H^+$  e poucos íons cálcio ( $Ca^{2+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ) e potássio ( $K^+$ ) adsorvidos no complexo coloidal de troca do solo.

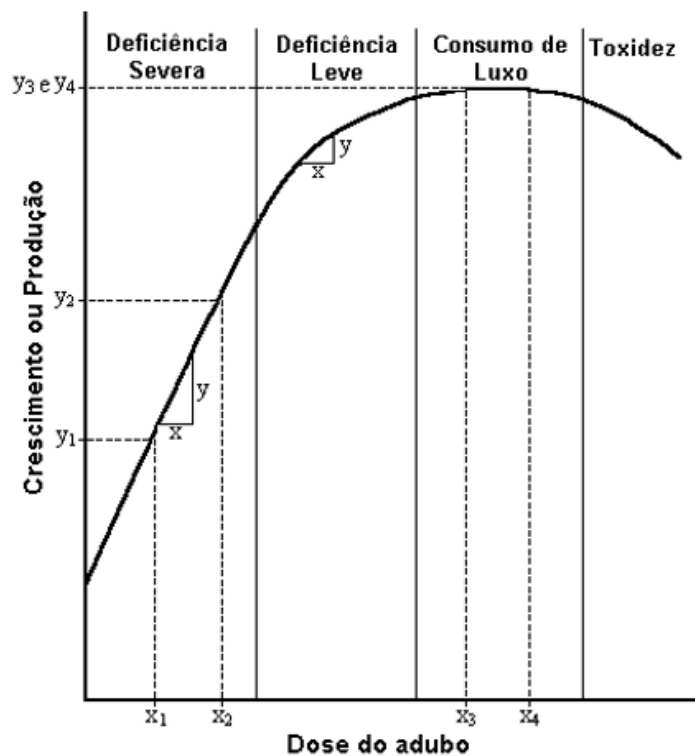


Malavolta (1979)

**Figura 3** – Relação entre pH e disponibilidade de elementos no solo (pH em CaCl<sub>2</sub> e pH em água).

Fonte: Malavolta (1979).

Não raro, doses elevadas de fertilizantes causam efeitos depressivos. O excesso de um nutriente no solo reduz a eficácia de outros e, por conseguinte, pode diminuir o rendimento das colheitas.



**Figura 4** – Curva dose resposta. Fonte: FAQUIM, 2002.

Segundo Faquin (2002), na faixa de deficiência severa e leve de nutrientes nas planta observa-se que o aumento da dose do adubo no solo promove resposta em crescimento. Na zona de consumo de luxo, em solos não deficientes de nutrientes mas que recebem doses de fertilizantes, a planta absorve o nutriente aplicado mas não responde em crescimento, ocorrendo aumento da sua concentração (teor) nos tecidos. Nesse caso, na prática, pode-se encontrar duas lavouras (da mesma espécie) com teores foliares de nutrientes significativamente diferentes e produções iguais. Isto é, na faixa de “consumo de luxo”, onde se observa que as doses x3 (menor) e x4 (maior), embora diferentes, promovem produções semelhantes (y3 e y4). Como a planta absorve mais o nutriente aplicado na maior dose (x4), o seu teor foliar será mais elevado, mas com a mesma produção obtida com a dose menor (x3).

Finalmente, na zona de toxidez ou desequilíbrio - ocorre em solos com excesso do nutriente e que recebe doses do mesmo; a planta o absorve, aumenta o teor no tecido mas decresce o crescimento, por causa da toxidez ou deficiência induzida de outro nutriente, devido ao desequilíbrio.

## **2.4 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DE SOJA, DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CUSTOS DE PRODUÇÃO**

A cultura de soja tem desempenhado papel fundamental no agronegócio brasileiro. Segundo o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA) cerca de 21% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro no ano de 2015 era proveniente do agronegócio, com participação da soja 31% da soja no Brasil e 9% no mundo. Tais resultados estão ligados a programas de aumento de produtividade, obtenção de novas tecnologias de produção, eficiência em comercialização e influências de políticas públicas.

De acordo com Herrendorf & Schoellman (2015), as tecnologias de sementes e de fertilizantes, além dos implementos e maquinários, são de extrema importância para o crescimento da produtividade das culturas de soja e do milho.

Em contrapartida, o desenvolvimento e adoção de tecnologias de ponta que permitem ganhos de produtividade têm sido acompanhados pelo aumento de custos

de produção. Conjuntamente com os fatores de aumento de rendimento do produto tem-se também o aumento dos custos de produção, que se dão por diversos fatores distintos.

Segundo a CONAB, 2017 os níveis de produção de soja nos últimos 15 anos tem ultrapassado os 3 mil kg/ha tendo como líder de produção de soja o estado do Mato Grosso que foi o primeiro estado a registrar produtividade superior a 3 mil kg/ha. O comparativo de produtividade de soja em kg/ha segundo a CONAB nos anos 2007/08 e 2015/16 na região de Minas Gerais e Goiás estão expressados na (Tabela 2).

**Tabela 2** – Produtividade de soja em Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso no sistema convencional e Organismos Geneticamente Modificados (OGM).

UF	Município	Tecnologia	2007/08 (Kg ha <sup>-1</sup> )	2015/16 (Kg ha <sup>-1</sup> )	Variação (%)
GO	Rio Verde	Convencional/OGM	3250	3300	1,54%
	Cristalina	OGM	-	3000	-
MG	Unai	Convencional/OGM	2700	3120	15,56%
MT	Primavera do Leste	Convencional	3000	3240	8,00%
	Primavera do Leste	OGM	3000	3240	8,00%
	Sorriso	Convencional	3000	3180	6,00%
	Sorriso	OGM	3000	3120	4,00%

Fonte: CONAB (2016).

Os custos de produção têm também impacto no processo de comercialização do produto, tendo em vista que quanto mais alto o custo de produção, mais valor agregado terá o produto final, e nem sempre o mercado é favorável.

Segundo Barros *et al.* (2006), ter a noção dos custos de produção contribui no processo de tomada de decisões eficientes e eficazes na produção agrícola.

Richetti (2016) afirma que a partir da análise dos custos de produção agrícolas é possível se ter parâmetros de avaliação da renda, lucros e eficiência do sistema de produção.

Andrade *et al.* (2012) caracterizam os custos de produção agrícola e consideram todas as despesas pertinentes de maneira direta ou indireta com o produto comercializado, sendo classificados os custos em fixos e variáveis. Os custos fixos são aqueles que não se tem alteração no decorrer da produção, como custos com água, energia, entre outros. Os custos variáveis são aqueles que apresentam variabilidade, como os custos com manutenção, combustível e outros (Tabela 3).

**Tabela 3** – Fatores dos custos de produção da soja e milho.

**I. Gastos com o custeio da lavoura**                      **II. Gastos pós-colheita**



a) Operação com avião	a) Seguro da produção
b) Operação com máquinas	b) Assistência técnica
c) Aluguel de máquinas/serviços	c) Transporte externo
d) Mão de obra temporária	d) Armazenagem
e) Mão de obra fixa	<b>III. Outros custos fixos</b>
f) Sementes	a) Manutenção periódica de máquinas/implementos
g) Fertilizantes	b) Encargos sociais
h) Defensivos	c) Seguro do capital fixo

Fonte: Conab (2010).

Na tabela 4 pode-se ver os custos de produção da soja RR em comparativo com a soja IPRO.

**Tabela 4** – Custos de produção de soja RR e soja IPRO, e participação de cada custo no custo total, em MT no ano de 2016.

<i>Componente do Custo</i>	<i>Soja RR (R\$ ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>Participação (%)</i>	<i>Soja IPRO (R\$ ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>Participação (%)</i>
<b><i>Insumos</i></b>	<b>1374,47</b>	<b>47,30</b>	<b>1412,52</b>	<b>47,50</b>
<i>Sementes</i>	191,77	6,60	325,50	10,90
<i>Inoculantes</i>	2,07	0,10	2,07	0,10
<i>Corretivos</i>	174,00	6,00	174,00	5,90
<i>Fertilizantes</i>	414,30	14,20	414,30	13,90
<i>Herbicidas</i>	127,60	4,40	127,60	4,30
<i>Inseticidas</i>	216,72	7,40	121,04	4,10
<i>Fungicidas</i>	214,46	7,40	214,46	7,20
<i>Adjuvantes</i>	33,55	1,20	33,55	1,10
<b><i>Operações Agrícolas</i></b>	<b>295,70</b>	<b>10,20</b>	<b>295,70</b>	<b>10,00</b>
<i>Distribuição de corretivos</i>	11,87	0,40	11,87	0,40
<i>Semeadura</i>	109,83	3,80	109,83	3,70
<i>Adubação em cobertura</i>	16,46	0,60	16,46	0,60
<i>Aplicação de defensivos</i>	79,55	2,70	79,55	2,70
<i>Colheita</i>	77,99	2,70	77,99	2,60
<b><i>Custos Administrativos</i></b>	<b>442,33</b>	<b>15,20</b>	<b>463,05</b>	<b>15,70</b>
<i>Assistência técnica</i>	34,32	1,20	35,18	1,20
<i>Administração</i>	34,32	1,20	35,18	1,20
<i>Seguro</i>	17,39	0,60	17,39	0,60
<i>Juros de custeio</i>	178,80	6,10	183,20	6,20
<i>Impostos e taxas</i>	117,55	4,00	126,70	4,30
<i>Transporte externo</i>	46,20	1,60	50,40	1,70
<i>Armazenagem</i>	13,75	0,50	15,00	0,50

<i>Manutenção</i>	<b>27,75</b>	<b>1,00</b>	<b>27,75</b>	<b>0,90</b>
<i>Benfeitorias</i>	27,75	1,00	27,75	0,90
<b>Custo operacional efetivo</b>	<b>2140,25</b>	<b>73,70</b>	<b>2199,02</b>	<b>74,10</b>
<i>Depreciações</i>	175,85	6,00	175,85	5,90
<b>Custo Operacional Total</b>	<b>2316,10</b>	<b>79,70</b>	<b>2375,87</b>	<b>80,00</b>
<b>Remuneração dos fatores</b>	<b>598,52</b>	<b>20,30</b>	<b>598,82</b>	<b>20,00</b>
<i>Terra</i>	358,02	12,00	358,02	11,90
<i>Máquinas e equipamentos</i>	144,75	5,00	144,75	4,90
<i>Benfeitorias</i>	83,25	2,90	93,25	2,80
<i>Capital próprio</i>	12,50	0,40	12,80	0,40
<b>Custo TOTAL</b>	<b>2914,62</b>	<b>100,00</b>	<b>2973,69</b>	<b>100,00</b>

Fonte: EMBRAPA (2017).

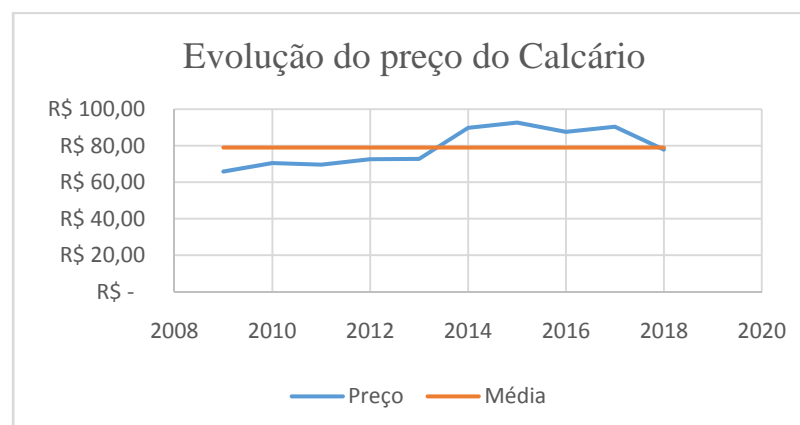
Nos custos de produção no que tange a fertilidade química, temos os seguintes valores em reais (R\$), mostrados na tabela 5, para determinados fertilizantes químicos no Distrito Federal no ano de 2018.

**Tabela 5** – Preços de fertilizante químico, no ano de 2018.

<i>Produto</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>
<b>Calcário dolomítico (T)</b>	120,00	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00	40,00	43,00	40,00	40,00
<b>Gesso agrícola (T)</b>	111,00	111,00	111,00	111,00	111,00	111,00	111,00	111,00	111,00	111,00
<b>Manganês (L)</b>	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	6,30	6,20	6,35	6,35	6,35
<b>Nitrato de potássio (KG)</b>	6,48	4,70	5,72	5,72	5,72	7,90	7,56	7,85	7,85	7,85
<b>Uréia (T)</b>	2300,00	1900,00	1900,00	2040,00	1800,00	1800,00	1898,00	2180,00	1898,00	2200,00
<b>MAP Purificado (KG)</b>	3,90	3,90	4,80	4,80	4,80	7,90	6,84	6,90	6,90	6,90

Fonte: Conab (2018).

**Figura 5**– Evolução do preço de calcário com média de preço em R\$ 78,95. Fonte: Dados da pesquisa.



No que diz respeito a fertilização química temos uma porcentagem da participação dos fertilizantes nos custos de produção, por isso se deve realizar o uso adequado dos fertilizantes, por isso análises químicas dos solos é importante para

otimizar os custos com a manutenção do solo. Na tabela 6 tem-se a participação dos custos com fertilizantes nos custos operacionais, nos estados mencionados na tabela 2.

**Tabela 6** - Participação de fertilizantes na composição dos custos operacionais estimados pela Conab para a cultura da soja.

UF	Ano-safra	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
GO	Rio Verde (CV/OGM)	33,83%	32,44%	27,59%	32,24%	29,57%	32,42%	29,42%	27,72%	30%
	Cristalina (OGM)	-	-	-	26,49%	29,41%	27,60%	30,05%	32,90%	29%
MG	Unaí (CV/OGM)	39,16%	30,86%	27,25%	30,57%	27,78%	30,03%	26,54%	28,20%	30,05%
	Primavera do Leste (CV)	33,94%	26,78%	24,09%	28,86%	32,87%	34,61%	29,86%	32,15%	30,40%
MT	Primavera do Leste (OGM)	34,84%	26,40%	23,34%	28,37%	31,11%	33,74%	29,72%	33,03%	30,07%
	Sorriso (CV)	42,78%	32,92%	33,11%	33,10%	35,06%	37,94%	39,92%	36,08%	36,36%
	Sorriso (OGM)	40,02%	30,74%	29,47%	33,37%	35,71%	38,73%	40,07%	36,01%	35,52%

Fonte: CONAB (2017).

Em resumo, a média dos custos com fertilizantes apresentaram tendência de aumento ao longo dos anos-safra nas regiões com predominância do bioma cerrado.

Segundo o Cepea 2017, o Custo Operacional Efetivo da soja aumentaria no Brasil na safra 2017/08 sendo assim os custos com fertilizantes tendem a aumentar. Essa elevação estava relacionada ao alto preço do diesel referente ao frete agrícola. Assim temos uma projeção em condições péssima, média, ótima e real do custo com fertilizante e o preço da saca de 60kg de soja na situação de comércio do produto na tabela 6.

**Tabela 6** – Condições de preços da soja. Fonte: dados da pesquisa.

**Condições de comércio da Soja**

Condição	Péssima	Média	Ótima	Real
Preço Saca 60kg/R\$	R\$ 30,00	R\$ 55,00	R\$ 70,00	R\$ 65,00
Custo calcário	R\$ 150,00	R\$ 80,00	R\$ 30,00	R\$ 40,00

A partir das condições da tabela 6 podemos entender que quanto maior o preço de venda da saca maior será o lucro gerado pelo produto, e quanto maior o custo com o fertilizante menor será o lucro obtido com a venda da saca de soja.

Para entendermos os impactos dos insumos nos custos temos a tabela 7 que mostra a correlação da cultura de soja, entre as variáveis: operação com máquinas (OM), mão de obra (MO), sementes, fertilizantes, defensivos, custo total e receita.

**Tabela 7** - Matriz correlação da cultura do milho e da soja, entre as variáveis: operação com máquinas (OM), mão de obra (MO), sementes, fertilizantes, defensivos, custo total (CT) e receita.

Soja							
	OM	MO	Sementes	Fertilizantes	Defensivos	CT	Receita
OM	1						
MO	0,682	1					

Sementes	0,367	0,786	1				
Fertilizantes	0,382	0,650	0,762	1			
Defensivos	0,287	0,614	0,672	0,728	1		
CT	0,546	0,926	0,897	0,856	0,875	1	
Receita	0,609	0,860	0,804	0,803	0,742	0,888	1

Fonte: Artuzo *et al* (2016).<http://www.scielo.br/pdf/rbgn/v20n2/1983-0807-rbgn-20-02-273.pdf>.

Em relação a soja, a variável “sementes” apresentou o maior coeficiente decorrelação com o “custo total”, no valor de 0,897; já em relação a “receita bruta ha-1”, a variável “mão de obra” obteve o maior coeficiente, com o valor de 0,860 (ambos com nível de 1% significância).

Solos dos cerrados, por exemplo, são em sua maioria deficientes em macro e micronutrientes, alta acidez (pH varia entre 4 e 5), além de possuírem elevados índices de Al<sup>3+</sup>, o que causa toxicidade às plantas. Essas características fazem com que esses solos tenham uma adubação específica, com foco na correção dessa acidez através da calagem e reposição dos nutrientes, tornando-os aptos para a produção agrícola. Assim tornando de extrema importância os custos com calagem e adubação para a produção de soja no cerrado. Os custos com a calagem, tendo como base a aplicação de no máximo 2,5 ton/ha<sup>-1</sup>, para a cultura da soja variam entre R\$ 100,00 a R\$ 300,00.

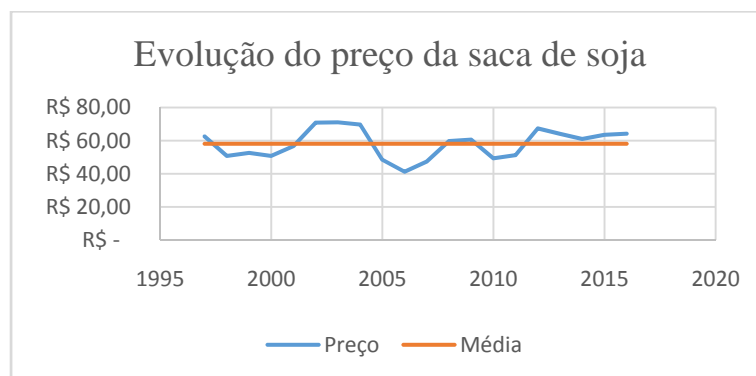
Na tabela 8 e figura 6, podemos observar o preço da saca de 60kg de soja no período de 20 anos, sendo a média calculada em R\$ 58,13; variando de R\$ 41,14 em 2006 até R\$ 71,06 em 2003.

**Tabela 8** – Preço da saca de 60 Kg de soja e milho no período de 1997 a 2016 (em Reais).

Ano	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Soja	62,53	50,73	52,58	50,73	56,68	70,82	71,06	69,69	48,37	41,14
Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Soja	47,31	59,76	60,64	49,27	51,18	67,35	64,12	60,98	63,48	64,20
<b>Média</b>							<b>58,13</b>			

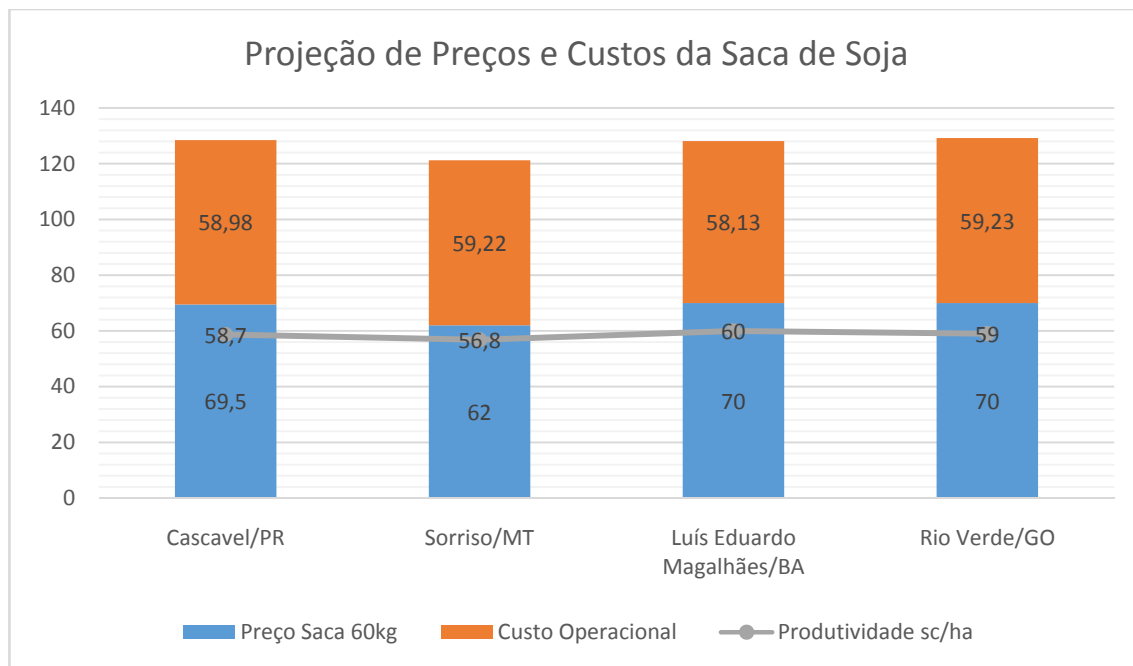
Fonte: Food and agriculture Organization of the United Nations, 2017b. Recuperado de [http://faostat3.fao.org/browse/P/\\*/E/](http://faostat3.fao.org/browse/P/*/E/).

**Figura 6**–Evolução do preço da saca de soja. Fonte: Dados da pesquisa.



Assim para a safra 2018/19 temos a seguinte projeção que será apresentada na figura 7 nas regiões de Cascavel/PR, Sorriso/MT, Luís Eduardo Magalhães/BAe Rio Verde/GO, segundos dados da Cepea/ESALQ.

Figura 7



Fonte: Cepea (2018). <https://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/soja/soja-mercado-fisico-sindicatos-e-cooperativas>

Notamos que os custos de produção estão inteiramente ligados ao lucro gerado pela venda das sacas de soja no período, caso os preços e custos se mantenham como mostrados pode-se haver lucros consideráveis na comercialização de soja, tendo em vista que há uma margem de lucro com relação ao custo da saca e ao valor da saca de soja comercializada.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio realizado agregou no aprendizado no que tange a nutrição e fertilidade de solos, as análises feitas no laboratório apontou que existe muito mais fatores de importância na composição e nutrição do solo. A realização do estágio também auxiliou para se ter uma noção mais aprofundada sobre a relação de fertilidade e produtividade, quesitos que são importantes para a formação de um gestor do agronegócio que busca essa área de atuação, no meio rural ou também no meio laboratorial, na realização de consultorias determinando em quais áreas devem ser produzidas e qual o nível de produtividade de solo naquela localidade.

Contudo, as análises de fertilidade de solo se tornam importantes na carreira de um gestor do agronegócio, o estudo aprofundado do tema se faz necessário para auxiliar nas tomadas de decisões em casos futuros.

A utilização de solos e plantas como objeto determinante nas análises de calcário e de fertilizantes tem sido bastante aplicada no decorrer dos anos. O uso desses procedimentos tem aumentado cada vez mais. Porém, o estímulo à produção de estudos ainda mais aprofundados na área faz-se necessário pois informações adicionais que contribuam a tais análises podem fazer as mesmas se tornarem mais do que só auxiliaadoras quanto a calagem e adubação. Podendo auxiliar portanto em demais tomadas de decisões que competem a um gestor.

Assim com o resultados obtidos tem-se um noção da importância dos nutrientes para um bom crescimento e nutrição de cultivares como soja, cultura que é de extrema importância para a comercialização no país.

Os resultados que as análises trouxeram foram de suma importância no que diz respeito a níveis de nutrientes no solo e também níveis necessários de nutrição de plantas, assim como a quantidade de fertilização química que seria necessária para se ter níveis considerados de produtividade.

Pode-se concluir com o presente trabalho a importância do entendimento sobre fertilidade de solo, e principalmente para o gestor do agronegócio que pode mensurar os custos de produção e adubação de correção e manutenção de nutrientes nos solos do cerrado brasileiro.

## REFERÊNCIAS

AGRIPOINT – Fertilidade de solo e nutrientes: conheça a importância de cada um. **CaféPoint**. 2012 – Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/mypoint/mp180325/fertilidade-do-solo-e-nutrientes-conheca-a-importancia-de-cada-um-204125n.aspx>- Acesso em: 12 Out 2018.

ANDRADE, M. G. F., PIMENTA, P. R., MUNHAO, E.E., & MORAIS, M. I. (2012). Controle de custos na agricultura: Um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja. *Custos e @agronegócio online*, 8(3), 24-45. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v8/rentabilidade%20soja.pdf> - Acesso em: 25 Out 2018

ARTUZO F.D., FOGUESATTO C.R., SOUZA A.R.L., SILVA L.X. **Gestão de custos na produção de milho e soja**. Revista Brasileira de Gestão de Negócios. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbgn/v20n2/1983-0807-rbgn-20-02-273.pdf> - Acesso em: 25 Nov 2018.

BALDWIN, M.; KELLOGG, C. E.; THORP, J. Soil classification. In: ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Soils and men**. Washington, D.C., 1938. p. 979-1001. (Agriculture Yearbook, n. 1938).

BARROS, G. S. A. D. C., SILVA, A. P., PONCHIO, L.A., ALVES, L. R. A., OSAKI, M., & CENAMO, M.(2006). **Custos de produção de biodiesel no Brasil**. *Revista de Política Agrícola*, 15(3), 36-50. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63331/1/Paginas-de-pol-agr-03-20066-p.-36-50-OK.pdf>- Acesso em: 23 Out 2018.

BLOISE, R.M.; MOREIRA, G.N.C. **Métodos de análise de solos e calcário**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1976. 36p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 55). Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf)- Acesso em: 20 Out 2018.

BLOISE, R.M.; MOREIRA, G.N.C.; DYNIA, J.F. **Métodos de análise de solos e calcários**. 2.ed.rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979. 32p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 55). Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf)- Acesso em: 20 Out 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, v.4, Safra 2016/2017, n.6, Sexto levantamento, mar. 2017. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17\\_08\\_02\\_14\\_27\\_28\\_10\\_compendio\\_de\\_estudos\\_conab\\_a\\_produtividade\\_da\\_soja\\_-\\_analise\\_e\\_perspectivas\\_-\\_volume\\_10\\_2017.pdf](https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compendio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_-_analise_e_perspectivas_-_volume_10_2017.pdf) - Acesso em: 19 Nov 2018.

DE SOUSA, Rafael Arromba. Química dos Solos-parte I. 2013. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/AULA-09-Qu%C3%ADmica-dos-solos-parte1.pdf> - Acesso em 28 Out 2018.

DORAN J.W, PARKIN T.B. 1994. **Defining and assessing soil quality**. In: JW Doran, DC Coleman, DF Bezdicek, BA Stewart (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 3-22. (Publication Number, 35) Disponível em: [https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1995/01000/Defining\\_Soil\\_Quality\\_for\\_a\\_Sustainable.11.aspx](https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1995/01000/Defining_Soil_Quality_for_a_Sustainable.11.aspx) - Acesso em: 15 Out 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf> - Acesso em: 18Out 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed.** – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf> - Acesso em: 29 out 2018.

EMBRAPA. Mapeamento digital de solos. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2062813/solo-brasileiro-agora-tem-mapeamento-digital> - Acesso em: 15 Out 2018.

Faquin, Valdemar Diagnose do estado nutricional das plantas / Valdemar Faquin. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 77 p.: il. - Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio.

GOEDERT, Wenceslau J. **Calagem e adubação**. Brasília, DF: EMBRAPA-CPAC; EMBRAPA SPI, 1995, 1995. Disponível em: <infoteca.cnptia.embrapa.br> Acesso em: 30 out. 2018.

GOMES, A. S. Qualidade do solo: conceito, importância e indicadores da qualidade. **Revista Cultivar**. 2015. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/qualidade-do-solo-conceito-importancia-e-indicadores-da-qualidade> - Acesso em: 28 Out 2018.

HERRENDORF, B., &SCHOELLMAN, T. (2015). **Whyis measured productivity so low in agriculture?***Review of Economic Dynamics*, 18(4), 1003-1022. Disponível em: <http://www.public.asu.edu/~bherrend/Published%20Papers/RED%202015.pdf> – Acesso em: 23 Out 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Mapa de biomas e de vegetação. Comunicação social, 2004. Disponível em <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acessado em 8 de dezembro de 2018.



Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. Agronegócio no Brasil e no Mato Grosso, 2017. Disponível em:  
[http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/R405\\_Apresentacao\\_MT\\_Portugues.pdf](http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/R405_Apresentacao_MT_Portugues.pdf) - Acesso em: 25 Nov 2018.

LEPSCH, Igo F. **19 lições de pedologia**. Oficina de textos, 2016.

LOPES, Alfredo Scheide; GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola**. Fertilidade do solo, p. 1 citation\_lastpage= 64, 2007. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~nutricao/plantas/fertisolo.pdf> - Acesso em: 05 Nov 2018

MENDES, Alessandra. **Introdução a fertilidade do solo**. 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf> - Acesso em: 03 Nov 2018.

Nascentes, C. C.; Costa, L. M.; **Química Ambiental**; Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

RICHETTI, A. (2016). **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2016/2017, em Mato Grosso do Sul**. *Comunicado Técnico Embrapa*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146045/1/COT2016211.pdf> - Acesso em: 26 Out 2018.

THORP, J.; SMITH, G. D. Higher categories for soil classification. **Soil Science**, Baltimore, v. 67, p. 117-126, 1949.