



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UnB PLANALTINA
GRADUAÇÃO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

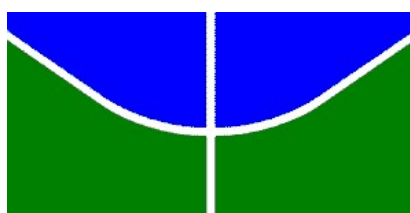
LUCAS ABREU

**AGRONEGÓCIO BRASILEIRO,
FERTILIDADE DOS SOLOS E FERTILIZANTES**

Relatório final de Estágio Supervisionado Obrigatório apresentado à Universidade Brasília-UnB, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão do Agronegócio.

Orientador : Prof. Dr. Antonio de Almeida Nobre Júnior
Coorientadora : Profa. Dra. Clarissa Melo Lima

Brasília/DF
2022



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UnB PLANALTINA

LUCAS ABREU

**AGRONEGÓCIO BRASILEIRO,
FERTILIDADE DOS SOLOS E FERTILIZANTES**

Brasília/DF
2022

Este trabalho é dedicado a Deus, família e amigos.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, a minha família e aos amigos que fiz durante a graduação, os professores, em especial Dr. Antonio de Almeida Nobre Júnior e Dra. Clarissa Melo Lima que sempre me apoiaram e ajudaram no decorrer dos anos.

RESUMO

O Brasil é uma potência do agronegócio mundial, sendo líder em exportações de diversos produtos. A representatividade desse segmento para a economia é crescente desde a década de 1990. Não obstante, a dependência de insumos importados, em especial os fertilizantes, é uma ameaça que se mostrou mais evidente com a eclosão do conflito entre Rússia e Ucrânia no leste europeu. Dessa forma, este trabalho buscou dissertar sobre a fertilidade do solo e a importâncias dos fertilizantes no agronegócio brasileiro. Para tanto, utilizou-se de técnicas de pesquisa descritiva, investigando opiniões, coletando dados e informações. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica baseada reportagens, livros, artigos científicos e outros materiais informativos disponíveis na internet. Foi possível descrever o cenário associado ao uso de fertilizantes nas principais culturas agrícolas brasileira. O crescimento do agronegócio brasileiro e a grande dependência de fertilizantes importados revelam a necessidade de investimentos para aumentar a oferta nacional e aumentar a autossuficiência da agricultura brasileira.

Palavra-chave: Insumos agrícolas; Nutrientes, Plano Nacional de Fertilizantes.

ABSTRACT

Brazil is a world agribusiness power, being a leader in exports of various products. The representation of this segment for the economy has been increasing since the 1990s. However, dependence on imported inputs, especially fertilizers, is a threat that became more evident with the outbreak of the conflict between Russia and Ukraine in Eastern Europe. Thus, this work sought to discuss soil fertility and the importance of fertilizers in Brazilian agribusiness. For this purpose, descriptive research techniques were used, investigating opinions, collecting data and information. A bibliographic research was carried out based on reports, books, scientific articles and other informative materials available on the internet. It was possible to describe the scenario associated with the use of fertilizers in the main Brazilian agricultural crops. The growth of Brazilian agribusiness and the great dependence on imported fertilizers reveal the need for investments to increase national supply and increase the self-sufficiency of Brazilian agriculture.

Keyword: Agricultural inputs; Nutrients, Food Security, National Fertilizer Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Latossolos (Imagem: Embrapa).....	18
Figura 2 - Argissolos (Imagem: Embrapa).....	19
Figura 3 - Argissolos (Imagem: Embrapa).....	19
Figura 4 - Lei do mínimo de Liebig	21
Figura 5 - Curva de resposta à adição de um nutriente	22
Figura 6 - Relação entre o pH e a disponibilidade dos elementos do solo	24
Figura 7 - Esquema explicativo sobre a produção de fertilizantes	25
Figura 8 - Área plantada e produção de grãos no Brasil	42
Figura 9 - Gráfico de exportação, importação e saldo	50
Figura 10 - Gráfico de desempenho do PIB.....	50
Figura 11 - gráfico de produção e importação	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Exemplos dos principais tipos de rochas.....	16
Tabela 2 - Conteúdo médio dos elementos mineirad no solo, fitomassa das plantas terestres e necessidade média dos elementos mineira (em g/kg de matéria seca)*.....	27
Tabela 3 - Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem, em diferentes níveis de produtividades.....	30
Tabela 4 - Recomendação de adubação para milho destinado à produção de grãos com base nos resultados das análises de solo e na produtividade esperada.....	31
Tabela 5- Nutrientes exportados do milho.	33
Tabela 6 - Exigências nutricionis para produção de 1 t de grãos de soja.	33
Tabela 7 - Recomendação fosfatada corretiva, a lanço, e adubção fosfatada corretiva gradual, no sulco de semeadura, de acordo com a classe de disponibilidade de P e o teor de argila.....	35
Tabela 8 - Adubação coretiva de potássio para os solos de cerrado com teor de argila > 20% de acordo com dados de an´lise de solo.	35
Tabela 9 - PIB nacional e do agronegócio, participação dos ramos agrícola e pecuário no PIB do agronegócio e prticipação dos insumos no ramos agrícola (1996-2021)	45
Tabela 10 - Censo agropecuário 2017, ocupação com as atividades agropecuárias.	46
Tabela 11 - Área plantada com soja e milho no Brasil (Período 2009 a 2021).....	47
Tabela 12 - Principais estdos brasileiros produtores de soja (safra 2021/21)	48
Tabela 13 - Exportações brasileiras e do agronegócio (setembro de 2020 - agosto 2021)	48
Tabela 14 - Balança comercial brasileira de setembro de 2020 a agosto de 2021.....	49
Tabela 15 - Brasil no ranking mundial de produção e exportação em 2019	49
Tabela 16 - Mercado de fertilizantes no Brasil.....	51
Tabela 17 - Maiores consumidores de fertilizantes, em 2020.	52
Tabela 18 - Fertilizantes importados pelo Brasil, em 2021.....	53

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

Mg – Megagrama = 1 tonelada

% - Porcentagem

Ha – Hectare

AG/N – Representatividade do PIB do agronegócio sobre o PIB nacional

P/AG – Representatividade da Pecuária no PIB do agronegócio

A/AG – Representatividade do ramo agrícola no PIB do agronegócio

I/A – Representatividade dos insumos no ramo agrícola

Kg/ha – Quilos por hectare

Mg/ha – Megagrama por hectare

MAD - fosfato monoamônico

DAP - fosfato diamônico

TSP - superfosfato triplo

SSP - superfosfato simples.

PIB - Produto Interno Bruto

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

N – Nitrogênio

P – Fósforo

K – Potássio

SPD – Sistema de Plantio Direto

FBN - Fixação Biológica do Nitrogênio Atmosférico

USLE - Equação Universal da Perda de Solo

DUEFD - Declaração Universal Sobre a Erradicação da Fome e Desnutrição

CMA - Conferência Mundial da Alimentação

SISAN - Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional

LOSAN - Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional

MAPA - Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços

CONFERT - Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivos Geral	12
1.2. Objetivos Específicos	12
1.3. Justificativa	12
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	15
3. SOLOS: FORMAÇÃO, FERTILIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR.....	16
3.1. Formação e Classificação dos Solos	16
3.2. Classes de Solos.....	17
3.3. Fertilidade do Solo e Nutrição das Plantas	20
3.4. Fertilidade do Solo e Importância dos fertilizantes	22
3.5. Adubação do solo.....	27
3.5.1. Calagem.....	28
3.5.2. Recomendação para a adubação do milho	29
3.5.3. Recomendação para a adubação da soja	33
3.6. Preparo e conservação do solo.....	36
3.7. Segurança e Soberania Alimentar.....	38
4. PIB do Agronegócio e o PIB Brasileiro.....	45
4.1. Agronegócio e o PIB Brasileiro.....	45
4.2. Áreas Ocupadas com Atividades Agropecuárias.....	46
4.3. Importância das Exportações das <i>Commodities</i> Agrícolas.....	48
4.4. Impacto dos Fertilizantes no Custo de Produção das Lavouras Brasileiras	50
4.5. Plano Nacional de Fertilizantes	55
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é uma potência agrícola. O agronegócio é responsável por aproximadamente metade das exportações brasileiras e dentre os dez produtos mais exportados pelo país em 2019, oito são do agronegócio. As exportações vêm aumentando continuamente desde 1994 e a produção agrícola deve continuar a crescer. Por outro lado, os fertilizantes ocupam o topo da pauta das importações brasileiras. Essa dependência pode ser considerada uma ameaça ao agronegócio brasileiro e já sensibilizou, inclusive, a classe política brasileira.

Chama-se de fertilizantes qualquer substância capaz de acrescentar nutrientes ao solo. Para o crescimento das plantas é necessário que o solo seja fértil. Seja qual for o tipo de plantio, é necessário que haja nutrientes naquele solo para que a planta tenha crescimento, que seja sadia e vigorosa. Quando a planta tem os nutrientes necessários, se torna mais forte, sendo assim, mais resistente a pragas, doenças, infestações, seca, frio, solo encharcado e várias outras situações que podem ocorrer ao longo do tempo. O solo permite que se cultive alimentos necessários para a sobrevivência humana. Se o solo não for saudável, não é possível o cultivo de alimentos adequados naquele local. Para que o produtor consiga ali produzir seu alimento, é necessário o cuidado com o solo, a análise e os nutrientes.

Para haver o plantio em determinada área, além da necessidade do cuidado do solo, também é importante o cuidado e gestão dos custos de produção e os impactos que podem afetar diretamente o produto final. Além desses cuidados, também é necessário citar a sustentabilidade, pois mesmo com a produção visando economia, é necessário que se haja um equilíbrio entre as necessidades do ser humano, os suprimentos, a preservação e o cuidado com os recursos naturais. É necessário suprir as necessidades atuais, porém pensando sempre se isso não acarretará fatores drásticos no futuro, afetando e interferindo a sobrevivência das futuras gerações.

O pilar ambiental da sustentabilidade considera os recursos naturais finitos, por isso, é necessária uma preocupação acerca do assunto. Além do uso abusivo dos recursos para produção, existem outras situações que interferem diretamente, por exemplo: o excesso de queimadas, deslizamentos, tsunamis, terremotos, entre outros.

O presente estudo visa identificar a importância da fertilidade do solo para o plantio e a nutrição das plantas, com foco no plantio da soja e o impacto da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, por conta da dependência da importação dos fertilizantes vindos do

leste Europeu. O estudo terá o referencial teórico sobre o tema em estudo; sobre a importância da preparação do solo e sua importância; os cuidados e as características do solo; a produção da soja e os impactos causados pela Guerra entre a Rússia e a Ucrânia sobre a importação dos fertilizantes. Para o andamento do estudo serão necessárias aplicações de pesquisa técnica descritiva e bibliográfica.

1.1. Objetivos Geral

O objetivo geral deste estudo é dissertar sobre a fertilidade do solo e a importâncias dos fertilizantes no agronegócio brasileiro.

1.2. Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Discorrer sobre a formação, a fertilidade e a adubação dos solos, a nutrição das plantas e outros aspectos importantes para o manejo dos sistemas de produção agropecuário;
- Destacar a importância estratégica dos fertilizantes para a sustentabilidade do agronegócio brasileiro.

1.3. Justificativa

Os conhecimentos básicos sobre o manejo da fertilidade do solo são fundamentais para o diálogo dos gestores do agronegócio com todos os outros profissionais que atuam no campo. Portanto, apresentar uma breve revisão sobre a fertilidade química dos solos busca sistematizar alguns aspectos importantes deste conhecimento para a minha formação de gestor do agronegócio.

O agronegócio brasileiro é importante para o Produto Interno Bruto (PIB) nacional e o equilíbrio da balança comercial brasileira.

A balança comercial do agronegócio brasileiro fechou o ano de 2021 com saldo positivo de US\$ 105,1 bilhões em 2021, 19,8% acima do verificado em 2020, impulsionada pela alta dos preços internacionais das *commodities*; enquanto a balança comercial dos demais setores registrou déficit de US\$ 43,8 bilhões. Mas, a balança

comercial total (com produtos de todos os setores), apresenta superávit de US\$ 61,2 bilhões, em 2021 (IPEA, 2022).

O PIB do agronegócio brasileiro, calculado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea)¹, em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a participação do setor é de 27,4% no PIB brasileiro em 2021, a maior desde 2004, quando foi de 27,53% (CEPEA, 2022).

O ramo agrícola apresenta bom desempenho, especialmente devido o alto patamar real dos preços, tendo em vista as expressivas quebras de produção para importantes culturas, devido ao clima desfavorável. Ressalta-se que a renda nesse segmento não foi maior por conta do expressivo incremento dos custos de produção – o que pode ser verificado no avanço do PIB dos insumos agrícolas em 2021. Neste mesmo ano, o ramo pecuário apresenta fraco desempenho, sendo o principal fator de pressão o aumento expressivo dos custos com insumos (CEPEA, 2022).

Em 2021, o PIB do segmento de insumos do agronegócio cresceu 52,63% em relação a 2020. O faturamento estimado da indústria de fertilizantes e corretivos de solo cresceu expressivos 85,98% em 2021, frente a 2020. Este resultado refletiu o aumento de 14,20% da produção nacional e, principalmente, o avanço de 62,86% dos preços reais na comparação entre anos. No ano, de modo a atender os incrementos da produção de grãos, as entregas de fertilizantes registraram recorde no País. Por outro lado, a disparada dos preços do insumo pressionou os custos do agricultor, como já mencionado. Por detrás desse aumento, é possível apontar a demanda mundial aquecida e as restrições de oferta, que, por sua vez, foram influenciadas pela escalada dos preços do gás natural – matéria-prima importante para a produção de amônia e nitrogenados – e pelas imposições de restrições de exportações pela China e Rússia, principais produtores mundiais, a partir de meados do segundo semestre (CEPEA, 2022).

Estudar a importância estratégica dos fertilizantes nos custos de produção dos sistemas agrícolas torna-se ainda mais oportuna devido às ameaças no fornecimento de adubos importados provocada pela guerra entre a Rússia e a Ucrânia, desde 24 de fevereiro de 2022. A Rússia é a principal fornecedora de fertilizantes e adubos entregues no mercado brasileiro.

Em 11 de março de 2022, por meio do Decreto nº 10.991, são instituídos o Plano

¹ O Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) é parte do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), unidade da Universidade de São Paulo (USP).

Nacional de Fertilizantes e o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) utilizou técnicas de pesquisa descritiva, investigando opiniões, coletando dados e informações a fim de descrever alguns fenômenos conhecidos (KNECHTEL, 2014).

A pesquisa bibliográfica foi baseada reportagens, livros, artigos científicos e outros materiais informativos disponíveis na internet.

Em janeiro de 2022, escolhi a fertilidade do solo e a nutrição das plantas como temática principal, fazendo uma breve revisão sobre temas que julguei importantes para suprir algumas lacunas na minha formação como futuro gestor do agronegócio.

Deve-se ressaltar que a pandemia da Covid-19 influenciou diretamente na escolha método de pesquisa, ao dissertar sobre a temática, sem realização de atividades de campo, devido às dificuldades de realizar um estágio supervisionado em instituição pública ou privada, mesmo com a melhoria de todos os indicadores da doença, inclusive com os avanços da vacinação.

Em fevereiro de 2022, com o início da guerra entre a Rússia e a Ucrânia foi revelada a importância estratégica do tema importação de fertilizantes para o bom desempenho do agronegócio brasileiro. Assim sendo, foram buscados dados e informações sobre o grau de dependência externa destes insumos usados em grande quantidade pelo ramo agrícola do agronegócio.

Em março de 2022, o governo brasileiro instituiu o Plano Nacional de Fertilizantes, que desde os anos de 1980 não era tema de política específica, o que ressalta a oportunidade de buscar algumas informações sobre as metas a serem atingidas em 2050. Todos os dados e informações sobre temas analisados foram pesquisados e sistematizados no período de 4 meses, de janeiro a abril de 2022.

3. SOLOS: FORMAÇÃO, FERTILIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR

Nesta seção apresentam-se os temas relativos à formação e a classificação dos solos principais no Brasil; alguns aspectos sobre a fertilidade química e nutrição. No referencial teórico é necessário para o estudo e o aprofundamento dos principais temas citados. As teorias dão embasamento para os temas e orientam toda a pesquisa, além disso, possibilitam o confronto das teorias dos temas a seguir que darão segmento ao estudo e servirão de base para orientar toda a pesquisa.

3.1. Formação e Classificação dos Solos

O material de origem é a matéria-prima a partir da qual os solos se desenvolvem, podendo ser de natureza mineral (rochas ou sedimentos) ou orgânica (resíduos vegetais).

Por ocuparem extensões consideráveis, os materiais rochosos são, sem dúvida, os mais importantes e abrangem os diversos tipos conhecidos de rochas (Tabela 1).

Tabela 1 - Exemplos dos principais tipos de rochas

MAGMÁTICAS	METAMÓRFICAS	SEDIMENTARES
Granito	Gnaisse	Arenitos
Basalto	Quartzito	Argilitos
Diabásio	Xistos	Calcários

Fonte: LIMA (2001)

O solo é um componente natural bastante complexo da paisagem, é formado por diversas partículas provenientes das rochas em diferentes estágios de decomposição ou sedimentação não consolidada de seus grãos, água e substâncias químicas dissolvidas, ar, organismos vivos e matéria orgânica morta (SILVA et al., 2012).

O processo de formação do solo envolve vários fatores do intemperismo físico, químico e biológico, inclusive impactos antrópicos que interferem diretamente. O relevo é um fator importante, pois é responsável dinâmica dos fluxos de água na paisagem (escoamento superficial, lixiviação de solutos) e condições naturais dos processos erosivos (ANJOS et al., 1998).

O solo pode ser definido como um conglomerado de corpos naturais que ocorrem na camada superficial da crosta terrestre que sustenta a vegetação.

O solo é constituído de camadas ou horizontes de compostos minerais e/ou materiais orgânicos vivos e mortos, com diferentes espessuras, que constituem o denominado perfil de intemperismo. São identificados pela textura, granulometria, plasticidade, consistência, compacidade, estrutura, forma dos grãos, cor, cheiro, friabilidade, matéria orgânicas, elementos químicos e outras propriedades (ALMEIDA, 2005).

Em todas as regiões onde a quantidade de chuva é suficientemente elevada para lixiviar teores apreciáveis de cátions básicos, a acidez do solo é comum. Isso explica a frequência de solos ácidos nas regiões tropicais e subtropicais úmidas. A acidificação é processo natural que afeta significativamente as características químicas, físicas e biológicas do solo e a nutrição das plantas. (SILVA et al., 2012)

A acidez do solo é analisada pelo seu pH, o neutro é o 7, maior que ele é ácido e menor é alcalino. É importante saber o pH do solo para se ter uma boa produtividade agrícola.

Vários são os tipos de solos, com suas características e especificidades que permitem que sejam identificados e classificados.

3.2. Classes de Solos

O Brasil possui uma grande diversidade de solos em sua extensão continental. O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) compreende 13 classes de solos, decorrentes da variabilidade de fatores de formação do solo, apresentam diferentes características químicas, físicas e morfológicas (EMBRAPA a, 2022)

As 13 classes de solos são: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos (JACOMINE, 2009)

Os solos predominantes são os Latossolos (Figura 1), Argissolos (Figura 2) e Neossolos (Figura 3), que se distribuem em aproximadamente 70% do território nacional; sendo que as classes Latossolos e Argissolos ocupam aproximadamente 58% da área; portanto, os Neossolos são aproximadamente 12% (EMBRAPA, 2022).

Os Latossolos e Argissolos são solos profundos, altamente intemperizados, ácidos, de baixa fertilidade natural e, em certos casos, com alta saturação por alumínio. Também ocorrem solos de média a alta fertilidade, em geral pouco profundos em decorrência de seu baixo grau de intemperismo (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2022).

Os Latossolos são facilmente identificados pela coloração homogênea, conhecidos como solos minerais e homogêneos. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo. Tem textura média ou fina. São virtualmente desprovidos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo (CURI, 1983; RESENDE et al., 1988).

O argissolo é caracterizado por sua diferenciação nítida entre camada ou horizonte, ou seja, caracterizam-se pela presença de um horizonte subsuperficial de acúmulo de argila, classificado como B textural (SANTOS et al., 2018).

Os Neossolos são constituídos por material mineral, não hidromórficos, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos. São solos pouco desenvolvidos que não apresentam horizonte B diagnóstico (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2022).



Figura 1 - Latossolos (Imagem: Embrapa)²

² Imagem disponível em <<https://www.embrapa.br/documents/1355219/1529306/Poster+Classes+de+Solos+do+Brasil/5e839114-06b6-2005-38e1-c32021db1732>>. Acesso em 05/05/2022.



Figura 2 - Argissolos (Imagem: Embrapa)



Figura 3 - Argissolos (Imagem: Embrapa)

Para que seja possível o uso racional do solo com atividades agropecuárias é necessário que se tenha o conhecimento do tipo de solo e suas características particulares.

Quando se conhece sabe qual classe do solo a ser manejado, os profissionais da área (agricultores, técnicos, pesquisadores) sabem quais as atividades recomendadas, análises laboratoriais e prováveis nutrientes necessários, plantas que se adaptam e são produtivas naquele local, preparo e conservação do solo, dentre outras boas práticas.

3.3. Fertilidade do Solo e Nutrição das Plantas

Pode se considerar que a fertilidade do solo é boa quando o mesmo está suprindo certas quantidades de nutrientes para as plantas, o que possibilita bom crescimento, boa produtividade e boa rentabilidade dos sistemas agrícolas. Aproximadamente 60% da produtividade agrícola depende da fertilidade do solo (BARROS, 2020).

A fertilidade é "a capacidade do solo de ceder elementos essenciais às plantas" (RAIJ, 1981); também, pode-se definir a fertilidade do solo como a capacidade deste em fornecer às plantas os nutrientes essenciais assimiláveis e a água, na quantidade e proporções adequadas ao seu crescimento e desenvolvimento, na ausência de substâncias tóxicas, que as possam inibir (BARROS, 2020).

O termo fertilidade está associado ao solo e a nutrição da planta; portanto, a boa fertilidade do solo conduzirá a uma boa nutrição das plantas. Sabe-se, visualmente, que o sinal da fertilidade do solo é observado através dos sintomas na planta. Todavia, é necessário que o produtor faça sempre análise do solo para verificar se o mesmo está deficiente ou com excesso de nutrientes.

A coleta de amostras de solo é uma atividade que deve ser executada com certa precisão, para afastar a possibilidade de incidência de erros de amostragem. Uma única amostra analisada em laboratório pode representar a fertilidade de solo de até 10 hectares; portanto, se o procedimento de amostragem foi feito de forma inadequada, toda a compreensão da fertilidade do solo será comprometida (SALDANHA, 2016).

Um solo fértil tem sempre uma boa e equilibrada quantidade de nutrientes. Se falta de algum elemento importante para a nutrição da planta, isto afetará diretamente a produtividade.

A lei do mínimo, ou lei de Liebig, foi enunciada em 1843 (Figura 4), entende que a produção é limitada pelo nutriente que está em menor disponibilidade no solo, ainda que todos os outros elementos estejam disponíveis na quantidade adequada (RAIJ, 1981).

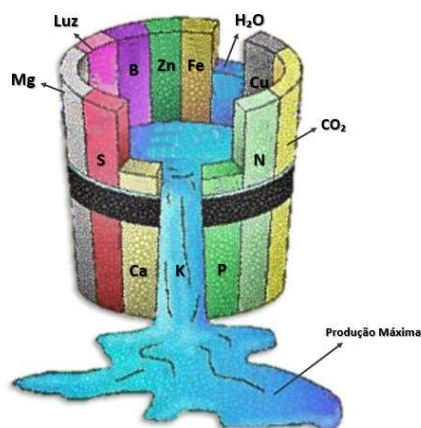


Figura 4 - Lei do mínimo de Liebig

Imagem: Mais Soja (2019)³

Os estudos nutricionais sobre as interações entre solo-planta avaliam os fatores que limitam a disponibilidade e, também, apresentam soluções técnico-científicas a correções das deficiências e, ao mesmo tempo, evitar os excessos de nutrientes.

Todo e qualquer excesso de nutrientes também é prejudicial à defesa das plantas; de acordo com a Teoria da Trofobiose, elaborada pelo biólogo francês Francis Chaboussou, resultado de várias pesquisas do autor, em especial, os estudos de ácaros de videiras, entre o período de 1960 e 1969, isto é, a suscetibilidade das plantas às pragas é função da existência de fatores nutricionais em seus tecidos, especialmente elementos solúveis presentes nos vacúolos das células, em particular aminoácidos e glicídios redutores, devido ao excesso de adubação (CHABOUSSOU, 2006).

Avaliar o estado nutricional das plantas é uma atividade extremamente importante, visualmente e também com análises laboratoriais, pois assim pode-se identificar as deficiências ou os excessos de nutrientes que estão interferindo na produtividade e promovendo perdas e, em consequência, os rendimentos esperados.

Para o manejo racional da fertilidade química é necessário o conhecimento de níveis ótimos (níveis críticos) de nutrientes no solo para que não haja limitação da produção devido à falta de nutriente limitando a produção ou excesso promovendo perdas (Figura 5).

³ <https://maissoja.com.br/a-lei-de-liebig-ou-lei-do-minimo-e-a-produtividade-das-lavouras2/>

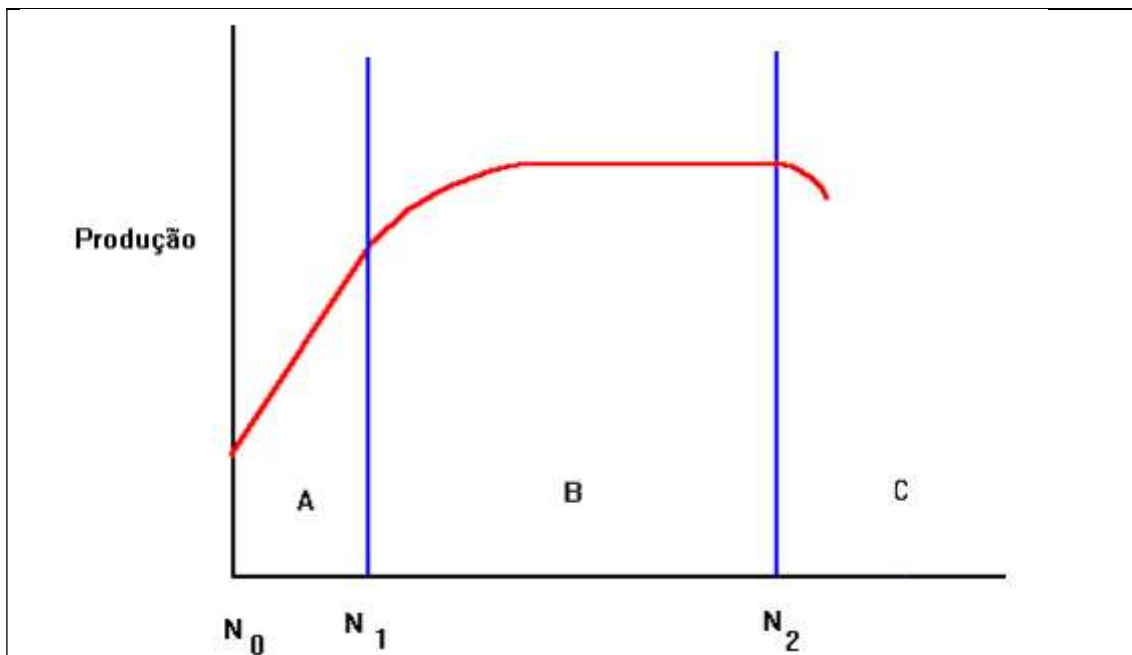


Figura 5 - Curva de resposta à adição de um nutriente

Imagem: Alvarez V. (1985) apud Mendes (2007).⁴

Observar os níveis críticos de fertilidade química do solo permitem otimizar a adubação fornecendo doses de certo nutriente enquanto a resposta da produção das plantas é linear, até que seja atingido nível ótimo N_1 . Se a aplicação de fertilizantes for muito excessiva atingindo o nível crítico N_2 , ocorrerá a redução da produção (Figura 5, acima).

3.4. Fertilidade do Solo e Importância dos fertilizantes

A fertilidade é a característica que mais evidencia o valor agrônomo do solo e o valor comercial de uma propriedade; pois o solo fértil garante boa produtividade, qualidade e rentabilidade das culturas em geral.

Os fertilizantes são insumos (também denominados de adubos) que participam com cerca de 15% até 25% dos custos de produção das culturas (TRANI e TRANI, 2011).

A Lei n.º 6.894, de 16 de dezembro de 1980, define fertilizante com “a substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes vegetais”; e, também, define corretivo como “o material apto a corrigir uma ou mais características desfavoráveis do solo (BRASIL, 1980).

⁴Imagem obtida de https://professoraibg.files.wordpress.com/2019/09/aula-3-leis_gerais_da_fertilidade_do_solo.pdf

A adubação é a prática agrícola que consiste em adicionar ao solo certas quantidades de nutrientes que preenchem a lacuna entre o que a planta exige e o que o solo pode fornecer, ainda acrescentando certa quantidade perdida (MALAVOLTA, 1989). Os solos tropicais são, de forma geral, originalmente deficientes em N, P e K e com grande capacidade de perdas e imobilização desses nutrientes, em função dos processos de volatilização, adsorção e lixiviação.

A fertilidade química pode ser modificada pelo homem com certa facilidade por meio da adubação, para se adequar o solo às exigências da planta cultivada (LUZ; FERREIRA; BEZERRA, 2002).

Para que as plantas cresçam de forma saudável e complete seu ciclo de vida são necessários macro e micronutrientes. Os macronutrientes são os elementos químicos de que a planta necessita em quantidades relativamente elevadas; e, os micronutrientes são aqueles necessários em quantidade muito pequena. Os macronutrientes mais importantes são: o nitrogênio (N), o potássio (P) e o fósforo (K). Estes três macronutrientes primários misturados compõem as fórmulas dos adubos NPK. Além desses, são também essenciais para as plantas os macronutrientes secundários: o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o enxofre (S). Os principais micronutrientes, também chamados elementos-traço, são: o boro (B), o zinco (Zn), o cobre (Cu), o ferro (Fe), o molibdênio (Mo), o cloro (Cl) e o manganês (Mn). Outros nutrientes são considerados elementos benéficos: o selênio (Se), o silício (Si), o cobalto (Co), o sódio (Na), o alumínio (Al), o vanádio (V) e o níquel (Ni); pois estimulam o crescimento, mas não são essenciais ou são essenciais para determinadas espécies de plantas ou sob determinadas condições específicas (MALAVOLTA, 1989; ROQUIM, 2020).

As plantas absorvem carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), evidentemente além dos macros e micronutrientes absorvidos do solo. Esses elementos (CHO) não são considerados nutrientes minerais, são elementos orgânicos que são obtidos primariamente da água do solo (H₂O) e do dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. C e O são os constituintes básicos de todas as moléculas orgânicas; simplesmente, sem eles não haveria organismos vivos.

O manejo racional da fertilidade do solo começa com a análise do solo (e análise foliar) e continua as boas práticas de aplicação de corretivos⁵ e fertilizantes.

⁵Principalmente aplicação de calcário para correção da acidez do solo. A forma de avaliação da acidez do solo é pelo valor de pH, que representa a concentração (atividade) de íons hidrogênio na solução do solo. Nas condições edafoclimáticas do Brasil, os solos não corrigidos tendem a ser naturalmente ácidos devido

A correção inicial da acidez (pH) do solo é muito importante para a o manejo da fertilidade do solo porque está diretamente relacionada à disponibilidade dos nutrientes às plantas (Figura 6).

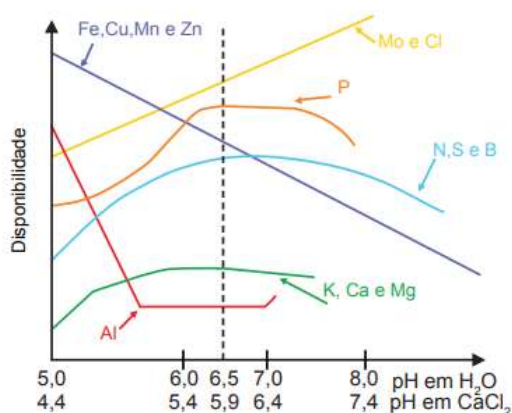


Figura 6 - Relação entre o pH e a disponibilidade dos elementos do solo

Fonte: Malavolta (1989). (Imagem Maissoja, 2022)⁶

Para corrigir o pH do solo é comum a adição de calcário (calagem) e gesso (gessagem). Em seguida, a adubação pode ser feita usando fertilizantes químicos minerais, matéria orgânica (compostagem, esterco, adubos verdes) e minerais retirados de jazidas (calagem, rochagem).

Os fertilizantes químicos minerais, ao contrário da matéria orgânica, apresentam alta concentração de nutrientes altamente solúveis, os quais podem ser absorvidos rapidamente pelas plantas (ou lixiviados ou volatilizados ou fixado) com mais facilidade (ROQUIM, 2020).

A invenção dos fertilizantes minerais possibilitou a industrialização da agricultura (Figura 7), inicialmente na Europa e na América do Norte e, posteriormente, em países em desenvolvimento, dando origem a um mercado global bilionário de fertilizantes (SEA, 2020)⁷.

à intensidade dos processos de intemperização, que resultam em maiores teores de hidrogênio e alumínio no complexo de troca do solo e, conseqüentemente, também na solução do solo.

⁶ Imagem obtida no site <<https://maissoja.com.br/importancia-da-correcao-da-acidez-para-a-melhoria-da-disponibilidade-de-nutrientes-no-solo2/>> em 04/05/2022

⁷ SEA – Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

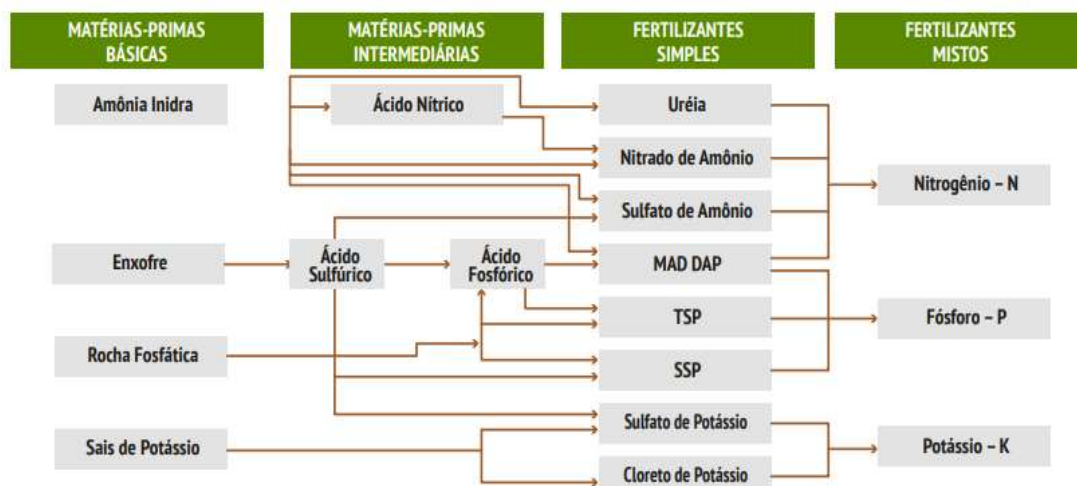


Figura 7 - Esquema explicativo sobre a produção de fertilizantes.
 Fonte: Anda⁸ apud SEA (2020).

* MAD=fosfato monoamônico; DAP = fosfato diamônico; TSP = superfosfato triplo; SSP = superfosfato simples

O nitrogênio sintético é produzido principalmente na América do Norte, Índia, China, Rússia, Oriente Médio, Austrália e Indonésia.

O potássio utilizado no mundo, 80% é oriundo do Canadá, Israel, Rússia, Bielorrússia e Alemanha.

O fosfato de rocha, mas de 75% das reservas mundiais estão localizadas no Marrocos e no Sahara Ocidental (ocupado pelo Marrocos).

A Revolução Verde, período de rápida disseminação de novas práticas agrícolas, com uso intensivo de insumos industriais (sementes híbridas/transgênicas, fertilização química, agrotóxicos), mecanização e redução do uso de mão-de-obra, que permitiram um vasto aumento das monoculturas nos Estados Unidos e na Europa a partir da década de 1960 e, nas décadas seguintes, em outros países. No Brasil, a Revolução verde iniciou-se nos anos de 1970, com o “boom” das exportações de commodities a partir dos anos de 1990, com a expansão do agronegócio para o Cerrado, na região Centro-Oeste (EHLERS, 1999).

A incorporação das terras cerratenses à produção de soja e milho, principalmente, deve-se ao uso intensivo de corretivos (calcário) e fertilizantes (NPK), agregados à implementação de novas tecnologias agrícolas (sementes, agrotóxicos, mecanização,

⁸ANANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos

irrigação) que permitiram melhores padrões de produtividade e qualidade das commodities.

Os nutrientes necessários às plantas podem ser aplicados separadamente com o uso dos fertilizantes simples ou conjuntamente com o uso de fertilizantes mistos (NPK) formulados (Figura 7, acima). Dentre as fórmulas de fertilizantes minerais (NPK) mais encontradas no comércio citam-se (TRANI e TRANI, 2011):

- a) Para semeadura/plantio das culturas: 04-14-08; 08-28-16; 05-30-10; 05-30-15; 04-20-20 e 05-25-25; e
- b) Para aplicação em cobertura (adubações realizadas durante o desenvolvimento das culturas): 20-05-20; 20-00-20; 20-05-15; 14-07-28; 12-06-12; 10-10-10 e 15-15-15

A fórmula de fertilizante conhecidos como NPK, corresponde à concentração expressa em porcentagem (%) dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O). Na verdade, os fertilizantes não contêm P e K na forma de óxidos. Mas, esta forma de apresentação vem da tradição dos primórdios das análises químicas. A concentração de nutrientes nos fertilizantes poderia ser expressa em g.kg⁻¹ (TRANI e TRANI, 2011). Contudo, as normas brasileiras regem a apresentação em porcentagem de N, P₂O₅, K₂O etc.), embora faculte a indicação dos teores de macronutrientes primários sob a forma elementar (P e K)⁹, por exemplo, a Instrução Normativa do MAPA n.º39, de 8 de agosto de 2018:

Art. 5º Fica facultada a indicação, entre parênteses, com dimensão gráfica igual ou menor e imediatamente após a indicação obrigatória, dos teores de macronutrientes primários Fósforo e Potássio sob a forma elementar (P e K) [...] (BRASIL, 2018)

Larcher (2004)¹⁰ apud Roquim (2020), apresenta, na tabela 2, o conteúdo médio dos elementos minerais no solo, na fitomassa terrestre e a necessidade média de elementos minerais pelas plantas, onde verifica-se que o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade é o nitrogênio (necessitando de N de 15 a 25 g/kg de matéria seca). Em

⁹Para converter P em P₂O₅; K em K₂O; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66; respectivamente.

¹⁰ LARCHER, W. Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups. 4. ed. New York: Springer, 2004. 513 p.

segundo lugar, o potássio (K de 5 a 20 g/kg de matéria seca). Em terceiro lugar, o cálcio (Ca de 3 a 15 g/kg de matéria seca). Em quarto lugar o enxofre (S de 2 a 3 g/kg de matéria seca). Em quinto lugar o fósforo (P de 1,5 a 3). E, em sexto lugar o magnésio (Mg de 1 a 3 g/kg de matéria seca). Em geral, em ordem decrescentes, as necessidades médias das plantas por macronutrientes são: $N > K > Ca > S > P > Mg$ (Tabela 2).

Tabela 2 - Conteúdo médio dos elementos mineral no solo, fitomassa das plantas terrestres e necessidade média dos elementos mineira (em g/kg de matéria seca)*.

Elemento	Concentração no solo	Limites de concentração na planta	Necessidades das plantas
Si	330	0,2 a 10	-
Al	70	0,04 a 0,05	
Fe	40	0,002 a 0,7	≈ 0,1
Ca	15	0,4 a 15	3 a 15
K	14	1 a 70	5 a 20
Mg	5	0,7 a 9	1 a 3
Na	5	0,02 a 1,5	
N	2	12 a 75	15 a 25
Mn	1	0,003 a 1	0,03 a 0,05
P	0,8	0,1 a 10	1,5 a 3
S	0,7	0,6 a 9	2 a 3
Sr	0,25	0,003 a 0,4	
F	0,2	até 0,02	
Rb	0,15	até 0,05	
Cl	< 0,1	0,2 a 10	>0,1
Zn	0,09	0,001 a 0,4	0,01 a 0,5
Ni	0,05	até 0,005	
Cu	0,03	0,004 a 0,02	0,005-0,01
Pb	0,03	até 0,02	
B	0,02	0,008 a 0,2	0,01-0,04
Co	0,008	até 0,005	
Mo	0,003	até 0,001	<0,0002

*Para expressar os valores em porcentagem (%) na matéria seca, deve-se dividir por 10 os dados apresentados.

Fonte: Roquim (2020).

3.5. Adubação do solo

Cada solo tem suas características particulares e, também, cada um tem necessidade especial de manejo para melhoria da qualidade, o qual inclui a rotação de culturas, plantio direto, manejo racional da fertilidade e outras boas práticas. O manejo da fertilidade química é feito pela adição de nutrientes, principalmente com calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (COELHO, 2006).

Geralmente, recomenda-se que a calagem seja feita cerca de 3 meses antes do plantio da cultura, para o calcário reagir com o **solo** e reduzir a acidez. A quantidade de calcário necessária à correção da acidez é determinada pela análise; mas, em geral a calagem corretiva é feita com 6 a 7 t/ha na abertura de área, a calagem de manutenção é feita com aplicações de 1 a 3 t/há a cada 2 a 5 anos, para o pH estabilizar-se na faixa entre 6 e 7 (ALLEONI et al., 2005).

Nas áreas de abertura, a calagem é feita a lanço na área total com incorporação mais profunda do calcário por meio de gradagens pesadas e gradagens niveladoras. Após a mobilização do solo para incorporação do calcário(gradagens), os sistemas de plantio direto (SPD) mantêm as áreas de cultivo sem revolvimento durante vários anos e a calagem é realizada sobre a palhada, sem incorporação.

Em geral, a adubação com fertilizantes químicos é realizada na linha de plantio durante a semeadura, e após a implantação da cultura, quando recomendada, é realizada a adubação de cobertura, a lanço ou no sulco e, também, através da irrigação.

Em geral, a adubação com fertilizantes químicos é realizada na linha de plantio durante a semeadura, e após a implantação da cultura, quando recomendada, é realizada a adubação de cobertura, a lanço ou no sulco e, também, através da irrigação.

3.5.1. Calagem

Com aplicação de diferentes doses de calcário dolomítico aplicadas em superfície ou incorporadas, em Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, ocorre a correção da acidez das camadas superficiais e, também, das camadas mais profundas do perfil com o passar do tempo, com uma frente de correção da acidez e migração de bases em profundidade.

Em sistemas de plantio direto, a calagem feita com diferentes doses (2,0; 4,9 e 7,8 t. ha⁻¹), verifica-se que mesmo a alta dose de calcário (7,8 t ha⁻¹), sem incorporação, a elevação do pH não é tão abrupta na camada de 0 a 5 cm, fica em torno de 6,0 após seis

meses e fica o pH 6,3 após 30 meses da aplicação do calcário. Isto é explicado alto poder tampão (em torno de 50 g kg⁻¹) existente nessa camada mais superficial, resultante do alto conteúdo de matéria orgânica (ALLEONI et al., 2005).

A frente de correção da acidez e migração de bases em profundidade ocorre mesmo sem a incorporação do calcário, a qual é mais pronunciada nas maiores doses aplicadas e com o passar do tempo. A neutralização da acidez ocorre até 20 cm de profundidade em 23 meses após a calagem. E, aumento de pH e diminuição da acidez trocável até 40 cm de profundidade após 32 meses da calagem superficial, chegando até 60 cm em 68 meses, em um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso (OLIVEIRA e PAVAN, 1996¹¹; CAIRES et al., 2001¹²; CAIRES et al., 2002¹³ citados por ALLEONI et al. 2005).

3.5.2. Recomendação para a adubação do milho

A soja e o milho são as duas principais culturas brasileiras (MAPA 2021_b). Estas culturas vêm passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade e produção. Dentre as tecnologias destacam-se manejo da fertilidade com adubações corretivas do solo (calagem, gessagem, fosfatagem, potassagem) e adubações de manutenção equilibradas com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos.

Para o manejo racional da fertilidade do solo é atingido quando se utiliza de uma série de instrumentos de diagnose de possíveis problemas nutricionais que, uma vez corrigidos, aumentarão as probabilidades de sucesso na agricultura.

Em geral, as recomendações técnico-científicas indicam as adubações de correção (Ca, P) e de adubação de manutenção para reposição dos nutrientes extraídos do solo pelas culturas.

Segundo Coelho (2006), os dados médios de experimentos conduzidos na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas- MG, dão uma ideia da extração de macronutrientes pelo milho, cultivado para produção de grãos e silagem (Tabela 3).

¹¹ OLIVEIRA, E.L. & PAVAN, M.A. Control of acidity in no-tillage system soybean production. *Soil Till. Res.*, 38:47-57, 1996.

¹² CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; FEDLHAUS, I.C. & BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema de plantio em resposta ao calcário e gesso na superfície. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:1029-1040, 2001.

¹³ CAIRES, E.F.; FEDLHAUS, I.C.; BARTH, G. & GARBUIO, F.J. Lime and gypsum application on the wheat crop. *Sci. Agric.*, 59:357-364, 2002.

Tabela 3 - Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem, em diferentes níveis de produtividades.

Tipo de exploração	Produtividade t/ha	Nutrientes extraídos ¹ (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,8	100	19	95	7	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem (matéria seca)	11,6	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

Fonte: Coelho (2006).

¹Para converter P em P₂O₅; K em K₂O; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66; respectivamente.

Verifica-se que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente com o aumento na produtividade, que a maior exigência do milho se refere a nitrogênio e potássio, seguidos de cálcio, magnésio e fósforo (COELHO, 2006)

O milho extrai em média 21 kg de nitrogênio por tonelada de grão (Tabela 3). Então, simplesmente, para se repor todo o nitrogênio extraído utilizando adubação de ureia (45% de N), seriam usados em média 47 kg por tonelada de grão de milho produzida¹⁴; portanto, considerando uma área com produtividade média de 10 Mg.ha⁻¹ seriam adicionados 470 kg de ureia/ha.

Deve-se ressaltar que as recomendações para a adubação são baseadas na curva de resposta à adição de um nutriente (Figura 1) e no histórico da área.

De modo geral, a recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho de sequeiro varia de 60 a 100 kg de N/ha. Em agricultura irrigada, onde prevalece o uso de alta tecnologia, para a obtenção de elevadas produtividades, as doses de nitrogênio recomendadas variam de 120 a 160 kg/ha (COELHO, 2006).

No Brasil, existe o conceito generalizado entre técnicos e produtores que o aumento do número de parcelamento da adubação nitrogenada, principalmente, aumenta a eficiência do uso do nitrogênio e reduz perdas, por lixiviação ou volatilização; mas,

¹⁴ Regra de Três: $X = 21 * 100 / 45 = 47$

experimentos evidenciam que a aplicação parcelada de nitrogênio (duas, três ou mais vezes) não refletiram em maiores produtividades em relação a uma única aplicação na fase inicial de maior exigência da cultura (30 a 35 dias após a semeadura). A aplicação de N em cobertura quase sempre assegura incrementos significativos no rendimento de milho (COELHO, 2006).

No que se refere às exigências do milho em fósforo, as quantidades são bem menores do que as em nitrogênio ou em potássio (Tabela 3).

Para a adubação de manutenção do fósforo, considerando que a planta de milho exporta cerca de 10kg/ha de P₂O₅ (ou 4,2 de P) por tonelada de grão produzida, então para uma produção de 10 toneladas é preciso repor 100 kg de P₂O₅. Daí, considerando uma fonte de 50% de P₂O₅ (fosfato monoamônico - MAP) será preciso 200 kg fertilizante fosfatado/ha.

Oportunamente, verifica-se que para a produção de silagem de milho também se considera a extração de 10kg/ha de P₂O₅ (ou 4,2 de P), porque mais de 80 % do fósforo absorvido pela cultura é exportado pelo grão (Tabela 3).

Tabela 4 - Recomendação de adubação para milho destinado à produção de grãos com base nos resultados das análises de solo e na produtividade esperada.

Produtividade Cobertura	Dose de N	Disponibilidade de P			Disponibilidade de K			Doses de N
		Baixa	Média	Adequada	Baixa	Média	Adequada	
		Dose de P ₂ O ₅			Dose de K ₂ O			
t/há		kg/ha						
4 – 6	10 - 30	80	60	30	50	40	20	60
6 – 8	10 - 30	100	80	50	70	60	40	100
>8	10 - 30	120	100	100	90	80	60	140

Fonte: Alves et al. (1999) apud Coelho (2006)

^{1/} Em solos com teores de K muito baixos ou para doses de cobertura = 80 kg de K₂O/ha, é aconselhável transferir a adubação potássica de cobertura para a fase de pré-semeadura, a lanço.

A recomendação da adubação fosfatada para milho considera a classe de disponibilidade do fósforo no solo (baixa, média ou adequada)¹⁵ na curva resposta à adição de fósforo e na produtividade esperada, variam de 30 a 120 kg/ha de P₂O₅ (Tabela 4).

As doses recomendadas para fósforo (P₂O₅) são altas, principalmente para solos classificados com disponibilidade baixa, em função da baixa eficiência de aproveitamento

¹⁵ A tabela detalhada para classes de P disponível encontra-se, por exemplo, em Coelho (2006).

(20 a 30 %) desse nutriente pela cultura, porque ocorre a fixação do fósforo adicionado aos solos tropicais, por mecanismos de adsorção e precipitação, reduzindo a disponibilidade às plantas (MALAVOLTA, 1989; COELHO, 2006).

O potássio (K) é o elemento absorvido em maiores quantidades pelo milho (Tabela 3, acima). Para a adubação potássica de reposição deve-se considerar a que a exportação de K nos grãos de milho é cerca de 15,5 kg de K/ton. ou 26 kg de KCl/ton., sendo uma produtividade de 10 toneladas por hectare, a adubação de manutenção é de 260 kg de KCl/ha.

A recomendação da adubação potássica para milho grão baseada na curva de resposta (Figura 1, acima) à adição de um nutriente e no histórico da área, ou seja, com base na classe de disponibilidade do potássio (baixa, média ou adequada)¹⁶ e curso de resposta à adição de K e na produtividade esperada, variam de 20 a 90 kg/ha de K₂O (Tabela 4, acima).

Na produção de milho para silagem, as quantidades de potássio exportadas (Tabela 3, acima); e, portanto, as quantidades de fertilizante recomendadas para a adubação do milho forragem também são maiores, variam de 40 a 120 kg/ha de K₂O, dependendo da classe de disponibilidade de K do solo. Ademais, quando a quantidade de potássio (K) disponível é baixo, em geral, são comuns os aumentos de produção de 100% com adição de 120 a 150 kg de K₂O/ha (COELHO, 2006).

Ainda, em solos com teores de potássio disponível é igual ou maior que o limite superior da classe média, é adequado, pode-se utilizar o conceito da aplicação da dose de reposição de acordo com a quantidade removida no produto colhido. Mas, recomenda-se aplicar metade da dose no sulco de plantio e outra metade em cobertura.

Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de milho são muito pequenas. Para uma produtividade de 9 t de grãos/ha, são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 400 g de zinco, 170 g de boro, 110 g de cobre e, 9 g de molibdênio (COELHO, 2006); entretanto, a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos e redução na produtividade, como a deficiência de um macronutriente como, por exemplo, o nitrogênio

Considerando-se a produtividade elevada, cada tonelada de milho grão ou silagem extraem, no total, cerca de 47 kg/ha e 32 g/ha de nutrientes, respectivamente (Tabela 5).

¹⁶A tabela detalhada para classes de disponibilidade de K encontra-se, por exemplo, em Coelho (2006).

Tabela 5- Nutrientes exportados do milho.

Produto	N	P	K	Ca	Mg	Total
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	
kg/hectare						
Grão	21	4	15	3	3	47
Silagem*	12	1	14	3	2	32

Fonte: a partir dos dados de Coelho (2006). * matéria seca

3.5.3. Recomendação para a adubação da soja

A soja tem teor elevado de proteína de seus grãos (40%), e é importante para a alimentação humana e dos animais. Um componente essencial das proteínas é o nitrogênio (N), portanto essa cultura necessita de grandes quantidades desse nutriente. As fontes de N necessários à cultura da soja são: i) solo, principalmente pela decomposição da matéria orgânica; ii) fixação não-biológica, resultante de descargas elétricas, combustão e vulcanismo; iii) fertilizantes nitrogenados; iv) fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN) (CRISPINO et al., 2001).

Os nutrientes minerais (P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn, Mo e Co) são fornecidos, em geral, pela fertilização mineral. O N principalmente pela FB; e, evidentemente, os macronutrientes orgânicos (O₂, CO₂ e H₂) fornecidos pela água do solo e atmosfera.

Os nutrientes mais absorvidos e exportados por tonelada de grãos de soja são: N>P>K>S>Ca>Mg (Tabela 6).

Tabela 6 - Exigências nutricionais para produção de 1 t de grãos de soja.

Parte da Planta	Macronutrientes (kg)						
	N	P	K	Ca	Mg	S	
Grãos	51	5,0	17,0	3,0	2,0	5,4	
Restos culturais ¹	31	2,5	7,5	9,2	4,7	10	
	Micronutrientes (g)						
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Cl
Grãos	2	10	70	30	5	40	237
Restos culturais	-	-	-	-	2	-	23

¹ Folhas, pecíolos e caules que são restituídos ao solo.

Fonte: Vitti e Trevisan (2000)

Estima-se que para produzir 1.000 kg de grãos são necessários 82 de N (Tabela 6). No caso do N, uma parte é fornecida pelo solo (25 a 35%) e outra parte pela fixação simbiótica do N₂ atmosférico (65 a 85%) (BORKERT et al., 1994).

A adubação nitrogenada da cultura da soja, no plantio, no florescimento ou no enchimento dos grãos é desnecessária, portanto, não é recomendada (CRISPINO et al., 2001).

A FBN é a principal fonte de N para cultura da soja. Bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, quando em contato com as raízes da soja, infectam as mesmas, via pelos radiculares, formando os nódulos. A eficiência desse processo depende da utilização correta de inoculantes contendo bactérias específicas para o FBN na soja. Em áreas com populações elevadas de *Bradyrhizobium*, estabelecidas por inoculações e cultivos prévios com soja, a reinoculação anual garante incrementos médios no rendimento de grãos da ordem de 4 a 9%, havendo situações em que ganhos de 25% ou superiores são relatados (CRISPINO et al., 2001).

No Brasil, a economia anual estimada pelo processo biológico com a cultura da soja gira em, no mínimo, US\$ 7 bilhões anuais. Ainda, existem ganhos ambientais ela menor poluição de lagos, rios e lençóis freáticos pelo nitrato, evitando futuros investimentos na despoluição ambiental, bem como a menor emissão de gases de efeito estufa (HUNGRIA, 2011).

Dentre os três macronutrientes primários, o P é o menos extraído (Tabela 3); mas normalmente é o nutriente utilizado em maior quantidade, seja pelo baixo teor no solo, seja pela sua dinâmica de fixação e precipitação de P nos solos tropicais.

A fosfatagem é uma prática utilizada principalmente em solos sob vegetação de cerrado quando da implantação da cultura, adotando-se a fosfatagem quando os teores de P estiverem nas classes de muito baixo e baixo. As recomendações para a adubação fosfatada corretiva são: (1) A correção do solo de uma só vez (a lanço) com manutenção do nível de fertilidade atingido através de adubação no sulco de plantio, e (2) A correção gradativa através de aplicações anuais no sulco de plantio (VITTI E TREVISAN, 2000). As quantidades de P_2O_5 recomendadas variam de 60 a 240 kg de P_2O_5 , de acordo com o percentual de argila do solo e a forma de aplicação se gradual ou total (Tabela 7).

Tabela 7 - Recomendação fosfatada corretiva, a lanço, e adubação fosfatada corretiva gradual, no sulco de semeadura, de acordo com a classe de disponibilidade de P e o teor de argila.

Teor de Argila (%)	Adubação fosfatada (kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹)			
	Corretiva total		Corretiva gradual	
	P muito baixo	P baixo	P muito baixo	P baixo
61 a 80	240	120	100	90
41 a 60	180	90	90	80
21 a 40	120	60	80	70
< 20	100	50	70	60

Fonte: Vitti e Trevisan (2000)

O segundo nutriente mais exportado pela soja é o potássio (Tabela 7). Em solos sob vegetação de cerrado, a adubação corretiva com potássio (potassagem) pode ser feita a lanço somente em solos com teores de argila acima de 20%, senão nos sulcos de plantio (Tabela 8).

Em região sob vegetação de cerrado, depois de feitas a calagem, fosfatagem e a potassagem, quando os teores de P e K do solo estiverem na classe de disponibilidade médio e/ou bom, a adubação de manutenção de P e K recomendada é de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O por tonelada de grãos de soja (VITTI e TREVISAN, 2000).

Tabela 8 - Adubação corretiva de potássio para os solos de cerrado com teor de argila > 20% de acordo com dados de análise de solo.

Teor de K		K ₂ O (kg ha ⁻¹)
(mg dm ⁻³)	(cmol _c .dm ⁻³)	
0 - 25	< 0,06	100
26 - 50	0,07 - 0,13	50
> 50	> 0,13	0 ^(*)

Fonte: Vitti e Trevisan (2000)

(*) Após atingir o nível de K acima desse valor, recomenda-se uma adubação de manutenção de 20kg de K₂O/t de grãos de soja.

Quanto à época e modo de aplicação dos nutrientes na soja, pode-se fornecê-los através das seguintes práticas:

- Pré-plantio: Ca e Mg - calagem; Ca e S - gessagem; P e K – fosfatagem; e K potassagem;
- Sulco de plantio: fertilizantes mistos com P₂O₅ e K₂O, e opcional com B, Cu, Mn, Zn, Moe Co;

- c) Cobertura de K em solos muito arenosos, 30 dias após a emergência; e, Mn: via adubação foliar;
- d) Semente: Mo e Co, quando da inoculação das sementes.

3.6. Preparo e conservação do solo

A preparação do solo busca fazer as adubações corretivas recomendadas à serem incorporadas e garantir boas condições para o plantio das sementes e/ou mudas, tendo como objetivo básico otimizar as condições de germinação, emergência e o estabelecimento das plantas de interesse (PEREIRA et al., 2020).

No preparo do solo utilizam-se diferentes implementos que provocam certas alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Cada implemento trabalha o solo de maneira própria, alterando as propriedades (SÁ, 1998).

A mobilização do solo no seu preparo é a prática que mais altera os seus atributos físicos, atuando diretamente na sua estrutura (VIEIRA & KLEIN, 2007). A maneira convencional do preparo inicial do solo começa com a limpeza e aração, seguida de gradagens e/ou subsolagem. As operações envolvidas no preparo dependem da condição atual do solo (fertilidade química, presença de invasoras, áreas compactadas etc.) e, também, evolve a previsão da forma que será feita a colheita naquela área, por isto deve-se fazer um planejamento prévio das operações de preparo do solo.

O uso correto dos implementos no preparo do solo é essencial para prevenir sua progressiva degradação física, química e biológica. As operações realizadas devem contribuir para aumentar a fertilidade, a infiltração de água, bem como evitar a compactação das camadas mais profundas do solo, minimizar as eventuais perdas de solo superficiais por erosão acelerada (PEREIRA et al. 2020).

Para consecução de boas práticas de preparo do solo é necessário, preliminarmente, verificar as necessidades de correção da acidez (calcário) e de adubações corretivas (P e K) fazendo as análises laboratoriais do solo; ademais, levar em conta o tipo de solo, relevo (inclinação da área) e outros fatores de risco de erosão, visando a conservação do solo, produtividade e rentabilidade para produtor e economia para sociedade.

Algumas práticas se constituem em fatores de risco que degradam o solo, deterioram sua qualidade, suas propriedades químicas, físicas e biológicas, alterando significativa e negativamente as funções ecológicas e produtivas.

A degradação do solo pode ser provocada desmatamento da paisagem, queimadas, esgotamento da fertilidade, salinização, compactação, erosão acelerada (MAJOR e SALES, 2012).

A erosão acelerada do solo é um dos maiores problemas da agricultura; embora a erosão natural seja constituída por um grupo de processos sob os quais material terroso ou rochoso é desagregado, decomposto e removido de alguma parte da superfície terrestre, expondo as rochas a condições diferentes das de sua formação, sendo um processo de suavização da superfície terrestre (SILVA,1995).

A erosão hídrica acelerada causada pelas atividades agropecuárias pode ser mensurada pela equação universal da perda de solo (USLE), que estima perda média de solo (A, em Mg/ha.ano) para locais, sistemas de uso e manejos específicos tendo por base e valores médios dos eventos de precipitação ocorridos. A perda (A) é dada pelo produto de seis fatores determinantes de acordo com a equação $A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$, sendo seus componentes representados pelos fatores: (R)- erosividade de precipitação e da enxurrada; (K) - erodibilidade do solo é determinada pelas perdas em função das características próprias do solo frente uma precipitação; (L) - comprimento de encosta¹⁷ – perda devido ao comprimento da rampa; e, (S)¹⁸-- grau de inclinação – perdas devido a inclinação do terreno; (C)¹⁹ - cobertura e manejo de cultura; e (P)²⁰ - controle da erosão – perda devido às práticas de conservação do solo. Os fatores R, K, L e S dependem das condições naturais do clima, do solo e do terreno; enquanto os fatores C e P são antrópicos ou relacionados com as formas de ocupação e uso das terras (SANTOS, 2004)

¹⁷ L = é definido pela relação de perdas do solo entre encosta com um comprimento qualquer e uma encosta com 25 m de comprimento para o mesmo solo e precipitação.

¹⁸ S = é definido pela relação de perdas do solo entre um terreno com um declínio qualquer e um terreno com declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa.

¹⁹ C = é definido pela relação das perdas entre um terreno cultivado em dadas condições e um terreno mantido continuamente descoberto em relação semelhante àquelas em que o fator K é avaliado.

²⁰ P = é definido pela relação entre as perdas de solo e um terreno cultivado com uma determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo.

O processo de desertificação pode ser definido com uma mudança nos níveis de produtividade do solo, transformando-a em terra inútil para fins de produção, como resultado da ação do homem (DREGNE, 1983).

As queimadas podem ser naturais ou provocadas direta ou indiretamente pelo homem. No Brasil, o fogo é utilizado, de modo geral, diretamente para: (a) abrir novas fronteiras agrícolas, (b) limpeza de áreas tanto agrícolas como florestais, (c) renovar pastagens, melhorando a oferta e qualidade dos alimentos; (d) facilitar o manejo de pré-colheita da cultura da cana-de-açúcar e (e) controlar pragas e doenças em culturas, em manejo pós-colheita, entre outras. (REDIN. et al. 2011). As queimaduras controladas das áreas de plantio são usadas pelos produtores como uma forma de manejo de baixo custo, principalmente para fazer a limpeza do terreno, antes do preparo do solo, para o plantio. As queimadas indesejadas (incêndios) provocam grandes perdas de potássio, fósforo e nitrogênio.

A salinização do solo ocorre devido à adubação e irrigação inadequados principalmente nas regiões áridas e semiáridas. A precipitação pluviométrica limitada nessas regiões, associada à baixa atividade bioclimática, menor grau de intemperização, drenagem deficiente e a utilização de água de má qualidade, conduzem à formação de solos com alta concentração de sais (HOLANDA et al., 2007). A alta concentração de sais solúveis e de sódio trocável encontrada nesses solos pode diminuir, interferir ou até impedir o desenvolvimento vegetal (BARROS, 2005).

O manejo solo com boas práticas de preparo e adubação evita perdas e a probabilidade de que se tenha um desempenho bom é grande.

3.7. Segurança e Soberania Alimentar

A Segurança Alimentar e a Soberania Alimentar são propostas que compartilham o propósito geral de garantir o direito à alimentação.

Mas, historicamente, segurança alimentar e soberania alimentar são propostas que respondem a interesses antagônicos. Segurança Alimentar é a proposta dos Organismos Multilaterais e Soberania Alimentar é a proposta dos trabalhadores do campo e da cidade (HOYOS e D'AGOSTINI, 2017).

A Assembleia Geral das Nações Unidas convocou a primeira Conferência Mundial da Alimentação – CMA de 1974, que aprova a Declaração Universal Sobre a

Erradicação da Fome e Desnutrição (DUEFD) como proposta no âmbito internacional. O texto original faz a definição de Segurança Alimentar nos seguintes termos (HOYOS e D'AGOSTINI, 2017):

El bienestar de todos los pueblos del mundo depende en buena parte de la producción y distribución adecuadas de los alimentos tanto como de establecimiento de un sistema mundial de seguridad alimentaria que asegure la disponibilidad suficiente de alimentos a precios razonables en todo momento, independientemente de las fluctuaciones y caprichos periódicos del clima y sin ninguna presión política ni económica, y facilite así, entre otras cosas, el proceso de desarrollo de los países en vías de alcanzarlo; [...]. (CMA, 1974, s.p., grifado).

A CMA de 1974 ocorreu no contexto da revolução verde, da crise do petróleo e do colapso do segundo regime alimentar internacional, caracterizado pela diminuição da produção mundial de cereais e pela instabilidade de seus preços (HOYOS e D'AGOSTINI, 2017).

Desde a CMA de 1974 se reconhece que a sociedade tem capacidade tecnológica, organizativa e financeira para eliminar a fome no mundo. Na DUEFD afirma-se que para conquistar a segurança alimentar nos “países em desenvolvimento” é indispensável que os “países desenvolvidos” contribuam com a transferência de tecnologia e que se concedam créditos aos países com insegurança alimentar visando a implementação de sistemas de produção com insumos modernos, como fertilizantes e sementes de alta qualidade (HOYOS e D'AGOSTINI, 2017).

Com o propósito ser um “instrumento eficaz para a criação de novas relações econômicas internacionais baseadas em princípios de equidade e justiça”, para promover o aumento da produção de alimentos nos países em desenvolvimento; na verdade, a Declaração da CMA de 1974 é um instrumento internacional que legitima e promove a revolução verde, por meio de suas ações para o aumento da produtividade

agrícola, criando a plataforma base para o monopólio internacional de produção de alimentos (HOYOS e D'AGOSTINI, 2017).

No Brasil, o conceito legal de segurança alimentar é internalizado na Lei 11.346, de 15 de setembro de 2006²¹, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada. O Art. 3º, dispõe:

*A segurança alimentar e nutricional consiste na realização do **direito de todos** ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente **sustentáveis*** (BRASIL, 2006, grifo nosso).

Ainda, de acordo com os Arts. 5º e 6º da Lei 11.346/2006, o Estado brasileiro deve promover a cooperação técnica com países estrangeiros, contribuindo no plano internacional para a consecução do direito humano à alimentação adequada e da segurança alimentar e nutricional, o que requer o respeito à **soberania, que confere aos países a primazia de suas decisões sobre a produção e o consumo de alimentos** (BRASIL, 2006).

Verifica-se que a legislação brasileira dispõe que a segurança alimentar e nutricional é um direito humano de todos, e associa a segurança à soberania nacional nas decisões sobre a produção e consumo de alimentos.

No que se refere à Soberania Alimentar, os seus fundamentos iniciais e conceito são divulgados por meio da declaração de Tlaxcala, produto da II Conferência Internacional da Via Campesina, no México, em abril de 1996 (HOYOS e D'AGOSTINI, 2017).

²¹Lei 11.346/2006, conhecida como Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), onde define a o que é Segurança Alimentar e Nutricional (SAN).

Nessa conferência, as organizações camponesas, indígenas e de pequenos agricultores, de forma coletiva, **propõem criar uma nova economia rural**, fundamentada no respeito dos que habitam e trabalham na terra, na reforma agrária e no comércio justo (HOYOS e D'AGOSTINI, 2017).

A soberania alimentar é entendida como a autonomia de cada nação na produção de todos os alimentos básicos consumidos no interior de suas fronteiras, Na legislação brasileira, como vimos, esta noção de soberania foi incorporada na lei de segurança alimentar (Arts. 5º e 6º da Lei 11.346/2006).

Nas palavras da Via Campesina (1996) apud Hoyos e D'Agostini (2017), soberania alimentar é:

Soberanía alimentaria es el derecho de cada nación para mantener y desarrollarsupropiacapacidad para producirlos alimentos básicos de lospueblos, respetandola diversidadproductiva y cultural. Tenemosel derecho a producirnuestros propios alimentos ennuestropropioterritorio de manera autónoma. La soberanía alimentaria es una precondition para la seguridad alimentaria genuina..

Frente a esses dois conceitos apresentados, pode-se perguntar: - É possível garantir a soberania alimentar a todos os povos no mundo de hoje? Esta foi a pergunta chave do Fórum Mundial sobre Soberania Alimentar, em Havana, Cuba, em 2001 (SILIPRANDI, 2001).

Reformulando a pergunta, considerando que os dois conceitos compartilham o direito de todos à alimentação, ou seja, é possível garantir a segurança e a soberania alimentar a todos os povos do mundo hoje?

E, no Brasil, é possível garantir o direito humano à alimentação adequada e da segurança alimentar e nutricional, respeitando a soberania nacional, conforme dispõe a lei 11.346/2006?

Com a população global prevista para alcançar 10 bilhões de pessoas até 2050, vamos conseguir alimentar todo mundo?

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO, hoje o mundo produz comida suficiente para alimentar adequadamente todos os

seus habitantes (FAO, 2022). A FAO, já tinha reconhecido há 20 anos que o problema não é tanto a falta de alimentos, mas a falta de “vontade política”.

No entanto, 870 milhões de pessoas sofrem de fome crônica. A maioria dos pobres do mundo vive em áreas rurais. A fome e a insegurança alimentar são, acima de tudo, expressões da pobreza rural. Soluções para a fome e a desnutrição estão disponíveis e acessíveis (FAO, 2022).

Para se saber sobre se a produção de alimentos garante a segurança alimentar, pode-se dividir a produção de grãos de um país pelo seu número de habitantes. Se o resultado ficar abaixo de 250 kg/pessoa/ano, isso significa insegurança alimentar. Países nessa situação importam alimentos, obrigatoriamente (MIRANDA, 2022).

Nos últimos 40 anos, o Brasil saiu da condição de importador de alimentos para se tornar exportador. Em 1975, a produção de grãos era de 38 milhões de toneladas e, em 2017, a produção atingiu 236 milhões, cresceu mais de seis vezes, enquanto a área plantada apenas dobrou (Figura 8).

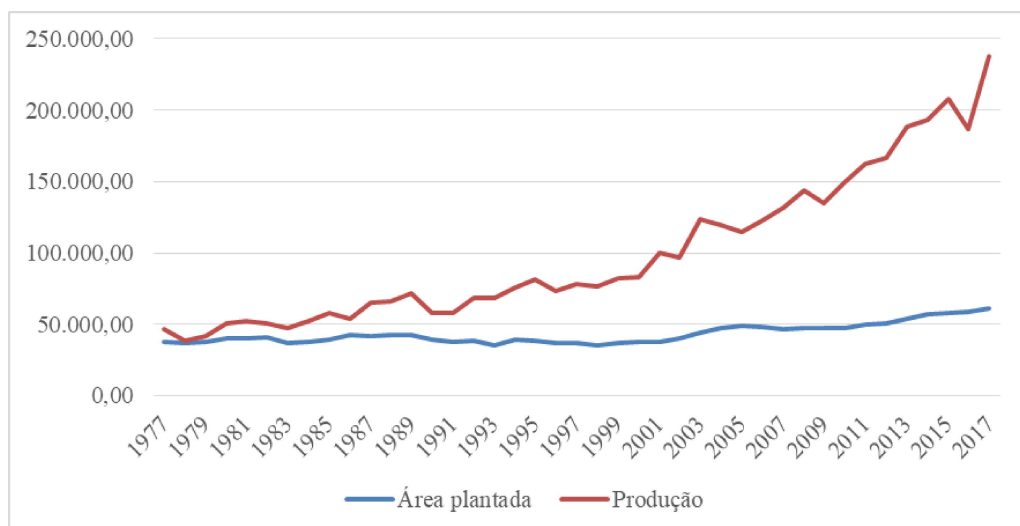


Figura 8 - Área plantada e produção de grãos no Brasil

No eixo Y, Área plantada em milhões de hectares e Produção em milhões de toneladas.

Imagem: Modificado de Conab apud Embrapa (2022)

Neste processo, o Brasil tornou-se um dos maiores importadores de fertilizantes do mundo, é um dos quatro maiores consumidores de fertilizantes agrícolas no mundo e, em consequência, os custos de aquisição dos fertilizantes são elevados em função da indexação de seu preço à variação cambial do dólar americano, além da concentração econômica da comercialização no mercado brasileiro, o que afeta todos os empreendimentos agrícolas que dependem deste insumo, principalmente o pequeno e o médio produtor rural (SEA, 2020).

De acordo com o Centro de Referência em Segurança Alimentar e Nutricional (CERESAN)²², conceito de soberania alimentar, derivado do Fórum Mundial sobre Soberania Alimentar, em Havana, no ano de 2001, pode ser assim explicitado:

Soberania alimentar é “[...] o direito dos povos definirem suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos que garantam o direito à alimentação para toda a população, com base na pequena e média produção, respeitando suas próprias culturas e a diversidade dos modos camponeses, pesqueiros e indígenas de produção agropecuária, de comercialização e gestão dos espaços rurais, nos quais a mulher desempenha um papel fundamental [...]. A soberania alimentar é a via para se erradicar a fome e a desnutrição e garantir a segurança alimentar duradoura e sustentável para todos os povos” (UFRRJ, 2022. Grifo nosso).

A agricultura brasileira se modernizou, mas ainda existem desafios: há grande concentração de riqueza e terras rurais; milhões de hectares de solos e pastagens degradados; grande ineficiência no uso de água na irrigação; uso inadequado de agrotóxicos químicos oferece riscos à saúde e ao meio ambiente; a grande dependência dos fertilizantes importados coloca em risco o abastecimento interno de gêneros alimentícios, principalmente abastecido pelos pequenos e médios produtores; a grande dependência de insumos coloca em risco a produção de commodities para exportação, mesmo com os preços indexados ao dólar americano.

Para o enfrentamento da fome e da insegurança alimentar faz-se necessário que as ações de segurança alimentar sejam orientadas pelos princípios da soberania

²²O CERESAN é um núcleo de pesquisa e formação que congrega pesquisadores e estudantes de diversas áreas do conhecimento e instituições nacionais e estrangeiras, com atuação nos temas da Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (SSAN) e do Direito Humano à Alimentação Adequada e Saudável (DHA) no Brasil e em âmbito internacional. Criado em 2003, conta com sedes no Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

alimentar e do direito humano a alimentação e nutrição adequadas, conforme instituído na Lei 11.346/2006, a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN).

4. PIB do Agronegócio e o PIB Brasileiro

Nesta seção apresenta-se o tamanho do agronegócio brasileiro destacando: i) Importância do PIB do agronegócio em relação ao PIB nacional; ii) Áreas ocupadas com atividades agropecuárias; iii) Importância das exportações das commodities agrícolas; iv) Impacto dos fertilizantes no custo de produção das lavouras brasileiras; v) Novo Plano Nacional de Fertilizantes.

4.1. Agronegócio e o PIB Brasileiro

O PIB do agronegócio representou aproximadamente 25% do PIB nacional, no período de 1996- 2021 (Tabela 9).

Tabela 9 - PIB nacional e do agronegócio, participação dos ramos agrícola e pecuário no PIB do agronegócio e participação dos insumos no ramos agrícola (1996-2021)

Nacional	Agronegócio	AG/N	Pecuária	P/AG	Agrícola	A/AG	Insumos	I/A	
1996	854.764	297.389	34,79%	65.481	22,02%	231.907	77,98%	2.972	4,54%
1997	952.089	298.143	31,31%	67.135	22,52%	231.008	77,48%	3.523	5,25%
1998	1.002.351	297.902	29,72%	64.601	21,69%	233.301	78,31%	3.661	5,67%
1999	1.087.710	319.246	29,35%	68.550	21,47%	250.696	78,53%	4.081	5,95%
2000	1.199.092	365.212	30,46%	78.134	21,39%	287.078	78,61%	5.361	6,86%
2001	1.315.755	395.518	30,06%	91.996	23,26%	303.522	76,74%	6.769	7,36%
2002	1.488.787	447.497	30,06%	94.476	21,11%	353.021	78,89%	8.594	9,10%
2003	1.717.950	522.302	30,40%	105.251	20,15%	417.052	79,85%	13.873	13,18%
2004	1.957.751	538.884	27,53%	116.242	21,57%	422.642	78,43%	17.713	15,24%
2005	2.170.585	529.109	24,38%	115.281	21,79%	413.829	78,21%	13.399	11,62%
2006	2.409.450	563.775	23,40%	105.114	18,64%	458.661	81,36%	11.799	11,23%
2007	2.720.263	616.347	22,66%	143.110	23,22%	473.237	76,78%	17.005	11,88%
2008	3.109.803	701.885	22,57%	183.961	26,21%	517.924	73,79%	24.640	13,39%
2009	3.333.039	710.235	21,31%	182.908	25,75%	527.327	74,25%	19.431	10,62%
2010	3.885.847	833.541	21,45%	218.277	26,19%	615.264	73,81%	21.893	10,03%
2011	4.376.382	905.326	20,69%	216.551	23,92%	688.775	76,08%	24.986	11,54%
2012	4.814.760	918.177	19,07%	206.040	22,44%	712.137	77,56%	28.344	13,76%
2013	5.331.619	996.830	18,70%	261.665	26,25%	735.165	73,75%	32.334	12,36%
2014	5.778.953	1.075.381	18,61%	320.321	29,79%	755.060	70,21%	33.361	10,41%
2015	5.995.787	1.199.546	20,01%	363.072	30,27%	836.475	69,73%	34.545	9,51%
2016	6.269.328	1.385.129	22,09%	390.174	28,17%	994.955	71,83%	36.064	9,24%
2017	6.585.479	1.356.115	20,59%	385.170	28,40%	970.945	71,60%	35.786	9,29%
2018	7.004.141	1.403.076	20,03%	359.672	25,63%	1.043.404	74,37%	43.736	12,16%
2019	7.389.131	1.504.331	20,36%	446.823	29,70%	1.057.508	70,30%	48.444	10,84%
2020	7.467.616	1.973.642	26,43%	597.639	30,28%	1.376.003	69,72%	53.494	8,95%
2021	8.679.490	2.375.957	27,37%	604.565	25,45%	1.771.392	74,55%	95.394	15,78%
Média		24,75%		24,51%		75,49%		10,22%	

Fonte: CEPEA (2022)

Elaborado pelo autor

O PIB do agronegócio é composto pelo ramo pecuário e agrícola. O ramo pecuário representou aproximadamente 25% do PIB do agronegócio, no período de 1996- 2021.

O PIB do ramo agrícola é aproximadamente 75% do PIB do agronegócio, no período de 1996- 2021. Considerando o ramo agrícola, os insumos representaram 10% do PIB agrícola, no período de 1996-2021 (Tabela 3).

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) prevê o crescimento de 1,1% para a economia brasileira em 2022 (IPEA, 2022). Para o setor agropecuário, o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estima uma redução do crescimento de 2,8% para 1%. Essa queda reflete a diminuição das previsões para a produção de soja, que caiu 8,8%, mesmo com o aumento de 3,7% da área plantada (MAPA, 2022).

4.2. Áreas Ocupadas com Atividades Agropecuárias

Em termos de área ocupada pelo agronegócio brasileiro, o Censo Agropecuário 2017 registra que a área total dos estabelecimentos rurais é de 351,3 milhões de hectares, sendo 63,5 milhões de hectares ocupados com lavouras temporárias (55.642.060 ha) e permanentes (7.755.817 ha), aproximadamente 20% da área dos estabelecimentos rurais, e a área ocupada por pastagens de 159,5 milhões de hectares, aproximadamente 45% da área dos estabelecimentos rurais (Tabela 10).

Tabela 10 - Censo agropecuário 2017, ocupação com as atividades agropecuárias.

Tipo de utilização	Hectares	Percentual
Lavouras Permanentes	7.755.817	2,2%
Lavouras temporárias	55.642.060	15,83%
Pastagens (naturais + plantadas)	159.497.547	45,40%
Florestas plantadas	8.658.850	2,46%
Matas, Florestas Naturais e Preservadas	92.711.613	26,38%
Sistemas Agroflorestais	13.863.254	3,94%
Outros	13.040.947	3,71%
TOTAL	351.289.816	100%

Fonte: Modificado IBGE Censo Agropecuário 2017 apud MAPA, 2021

Considerando que as áreas ocupadas com lavouras temporárias são 55 mil hectares, em 2017 (Tabela 10), e considerando que a soja e o milho ocupam mais de 51 mil hectares (safra 2016/17 e safras 2017/18), então estas duas lavouras representam cerca de 93% da área com lavouras temporárias.

Na safra de 2020/21, a área plantada com soja é de 38,50 milhões de hectares, e a área plantada com milho é de 19.841 (Tabela 11).

Tabela 11 - Área plantada com soja e milho no Brasil (Período 2009 a 2021)

ANO	SOJA		MILHO		TOTAL	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
2009/10	23.468	64,36	12.994	35,64	36.462	100
2010/11	24.181	63,66	13.806	36,34	37.987	100
2011/12	25.042	62,26	15.178	37,74	40.220	100
2012/13	27.736	63,67	15.829	36,33	43.565	100
2013/14	30.173	65,59	15.829	34,41	46.002	100
2014/15	32.093	67,16	15.693	32,84	47.786	100
2015/16	33.252	67,62	15.923	32,38	49.175	100
2016/17	33.909	65,84	17.592	34,16	51.501	100
2017/18	35.149	67,90	16.616	32,10	51.765	100
2018/19	35.874	67,22	17.493	32,78	53.367	100
2019/20	36.950	66,60	18.527	33,40	55.477	100
2020/21	38.502	65,99	19.841	34,01	58.343	100

Fonte: Modificado de MAPA (2021b)

Entre as safras de 2009/10 até 2020/21, a área plantada de soja aumentou em 15.034 hectares, representando um aumento de aproximadamente 40%; enquanto o aumento da área plantada de milho foi de 6.847 hectares, aproximadamente 53% de aumento. A soja é a principal cultura plantada no Brasil.

No mundo, na safra 2020/21, a área plantada de soja é de 127,842 milhões de hectares, e a produção de 362,947 milhões de toneladas, portanto a produtividade de 2.839,03 kg/ha (EMBRAPA, 2022).

Na safra 2020/21, o Brasil passa a ser o maior produtor mundial de grãos de soja, com área total de 38,5 milhões de hectares plantados, produção de 135,409 milhões de toneladas (37,3% da produção mundial), produtividade de 3.517 kg/ha (Tabela 12); e, em consequência, os Estados Unidos (EUA) passam a ser o segundo maior produtor de soja, com área de 33,313 milhões de hectares, produção de 112,549 milhões de toneladas, produtividade de 3.379 kg/ha (EMBRAPA, 2022). No Brasil, o maior estado produtor de grãos de soja é o Mato Grosso (Tabela 12).

Tabela 12 - Principais estados brasileiros produtores de soja (safra 2021/21)

Estados	Produção Milhões Mg	Área		Produtividade Kg/ha
		Milhões ha.	%	
Mato Grosso	35,95	10,29	26,74	3.492
Rio Grande do Sul	20,16	6,06	15,73	3.330
Paraná	19,87	5,62	14,59	3.537
Goiás	13,72	3,69	9,59	3.714
Outros	45,71	12,84	33,35	3.559
BRASIL	135,41	38,50	100,00	3.517

Fonte: EMBRAPA (2022)

Elaborada pelo autor

4.3. Importância das Exportações das *Commodities* Agrícolas

A soja é o principal produto de exportação do agronegócio (MAPA, 2021). O agronegócio exportou US\$ 115 bilhões por ano (setembro de 2020 – agosto 2021), representando aproximadamente 44% das exportações brasileira (Tabela 13).

Tabela 13 - Exportações brasileiras e do agronegócio (setembro de 2020 - agosto 2021)

	Exportações	US\$ (bilhões)	%
1	Agronegócio (Total)	115	44,14
1.1	Complexo Soja	43	16,62
1.1.1	Soja em grãos	35	13,41
1.1.2	Farelo de soja	7	2,71
1.1.3	Óleo de soja	1	0,51
1.2	Outros produtos do agronegócio	72	27,52
2	Demais Setores	146	55,86
	Brasil (Total)	261	100

Fonte: MAPA (2021a)

Elaborada pelo autor

Neste período, o complexo soja exportou US\$ 43,3 bilhões, aproximadamente 17% das exportações, ou seja, 38% do total exportado pelo agronegócio (Tabela 13).

O resultado da balança comercial ilustra a importância da contribuição do agronegócio brasileiro para o Brasil. No período de setembro de 2020 – agosto 2021, o agronegócio apresenta saldo de positivo de US\$ 100 bilhões, enquanto os demais setores apresentam saldo negativo (Tabela 14).

Tabela 14 - Balança comercial brasileira de setembro de 2020 a agosto de 2021.

Setores da Economia	US\$ bilhões		
	Exportação	Importação	Saldo
Agronegócio	115,04	14,91	100,12
Demais Setores	145,56	178,90	(33,34)
TOTAL	260,60	193,81	66,79

Fonte: Elaborado a partir dos dados do MAPA(2021a)

O agronegócio exportou US\$ 115 bilhões, aproximadamente 44% do total das exportações brasileiras (Tabela 14), com destaque para as exportações do complexo soja de US\$ 43 bilhões (Tabela 13); portanto, o complexo soja representa aproximadamente 16% das exportações nacional.

Deve-se ressaltar que a área ocupada com soja é de 38,5 milhões de hectares, com destaque para a região Centro-Oeste, nos estados de Mato Grosso (10,29 milhões de hectares) e Goiás (3,69 milhões de hectares) (Tabela 12).

Dentre os dez produtos mais exportados pelo país em 2019, oito são do agronegócio. Na Tabela 15, apresenta-se a posição do Brasil na classificação mundial de produção e exportação de 12 produtos agropecuários, em 2019.

Tabela 15 - Brasil no ranking mundial de produção e exportação em 2019

	Principais Produtos	Produção	Exportação	Nº de Destino no Brasil
1	Café	1º	1º	137
2	Açúcar	1º	1º	115
3	Suco de laranja	1º	1º	79
4	Soja em grão	1º	1º	47
5	Carne bovina	2º	1º	150
6	Celulose	2º	1º	65
7	Álcool	2º	1º	49
8	Carne de frango	2º	3º	158
9	Milho	3º	2º	95
10	Algodão	4º	2º	155
11	Farelo de soja	4º	2º	69
12	Óleo de soja	4º	2º	69

Fonte: Modificado de SEA(2020).

As exportações do agronegócio vêm aumentando continuamente desde 1994 e a produção agrícola deve continuar a crescer no período de 2018 a 2028 (Figuras 9 e 10).

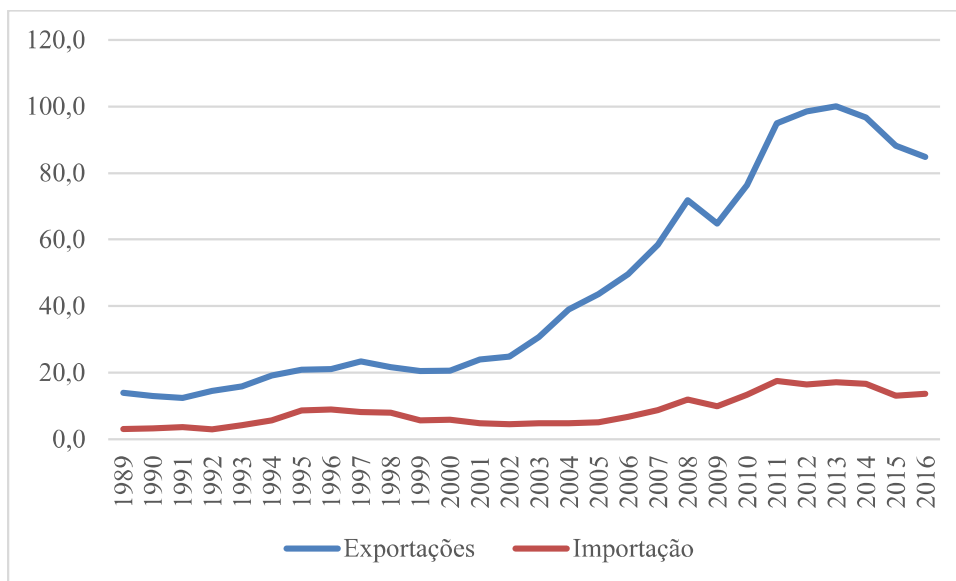


Figura 9 - Gráfico de exportação, importação e saldo
 Fonte: Modificado de SAE(2020)

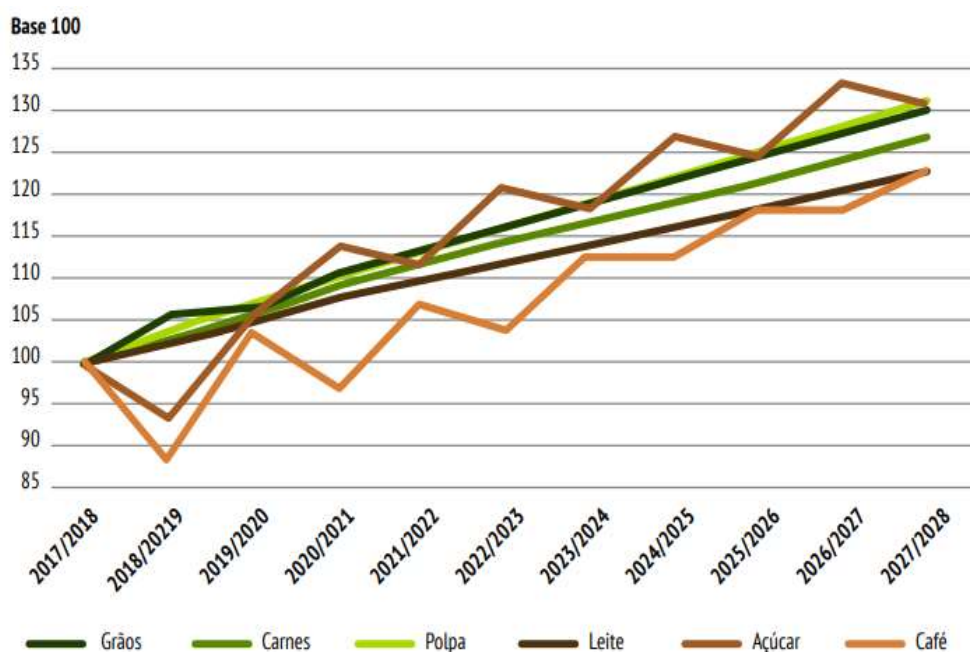


Figura 10 - Gráfico de desempenho do PIB
 Fonte: SAE(2020)

4.4. Impacto dos Fertilizantes no Custo de Produção das Lavouras Brasileiras

O processo de produção agropecuária envolve certos custos, tais como: adubos (corretivos do solo, fertilizantes), sementes, agrotóxicos (tratamento de sementes, herbicidas, fungicidas, inseticidas, formicidas), mão de obra permanente e temporária,

mecanização (operações com tratores, com avião), combustível, lubrificantes, assistência técnica, juros, depreciação, seguros entre outros. Segundo Menegatti e Barros (2007), os custos podem ser variáveis e fixos:

- i) Variáveis: são custos obtidos diretamente pela multiplicação da quantidade utilizada de certo insumo pelo preço de mercado do insumo. Enquadram-se, por exemplo, os insumos: sementes, fertilizantes, agrotóxicos, mão de obra, operações mecanizadas e juros;
- ii) Fixos: são custos que existem independentemente da quantidade produzida e que muitas vezes não exibem um desembolso direto do produtor, como no caso depreciações e remuneração dos fatores.

No Brasil, as principais culturas são soja, milho e cana-de-açúcar; essas três lavouras são as que mais demandam o uso de fertilizantes, somando mais de 73% do consumo nacional (MAPA, 2022).

Na produção da soja, principal cultura brasileira. Na safra 2019/20, o custo médio da lavoura de soja é de R\$ 2.788,04 (dois mil, setecentos e oitenta e oito reais e quatro centavos) por hectare, os fertilizantes representam aproximadamente 26% do custo da lavoura (R\$ 724,89/ha), seguidos pelos agrotóxicos (21%) e sementes (10%). (APROSOJA, 2022).

No Brasil, mais de 85% dos fertilizantes comercializados são importados; isto é, em 2021 mais de 45 milhões de toneladas de fertilizantes foram comercializados, sendo cerca de 39 milhões de toneladas importados em 2021 (Tabela 16).

Tabela 16 - Mercado de fertilizantes no Brasil

Itens	Mil Mg de produtos		
	2019	2020	2021
Fertilizantes Entregues ao Mercado	36.238	40.564	45.855
Importação de Fertilizantes Intermediários	29.578	32.872	39.201
Exportações de Fertilizantes e Formulações NPK	278	584	683
Produção Nacional de Fertilizantes Intermediários	7.182	6.516	6.990
Estoques de Produtos Intermediários para Fertilizantes e Formulações NPK	6.788	6.199	7.273

Fonte: Modificado de ANDA (2022).

Elaborado pelo autor

Esta grande dependência de fertilizantes importados (85%) sujeita fortemente o agronegócio tornando altamente vulnerável às oscilações do mercado internacional de fertilizantes.

Desde a década de 1970 vem ocorrendo o crescimento da produção agropecuária e, como consequência, do consumo de fertilizantes, sem que ocorra similar aumento da produção nacional. Atualmente, o Brasil é responsável por cerca de 8% do consumo global de fertilizantes (SEA, 2020).

Neste processo, o Brasil tornou-se um dos maiores importadores de fertilizantes do mundo, a despeito de possuir grandes reservas de matérias-primas necessárias à produção de fertilizantes, tais como gás natural, rochas fosfáticas e potássicas e micronutrientes de padrão mundial (SEA, 2020).

Pior, a produção de fertilizantes diminuiu de 9,81 milhões de toneladas em 2007 para 8,184 milhões em 2017. Em contraponto, as entregas aumentaram consideravelmente passando de 24,61 milhões para 34,4 milhões de toneladas, aumento de 39,8%, neste período (SEA, 2020). Em 2021, a produção nacional de fertilizantes responde por menos de 20% (vinte por cento) da demanda do País (Tabela 16, acima).

O Brasil deixou de ser exportador de fertilizantes para ser grande importador entre 1992 e 2020 (SEA, 2020). O País é o maior importador global de fertilizantes (NPK); além disso é o 2º maior consumidor de fertilizantes potássicos (K), 3º maior consumidor de fertilizantes fosfatados (P), e 4º maior consumidor de fertilizantes nitrogenados (Tabela 17).

Tabela 17 - Maiores consumidores de fertilizantes, em 2020.

	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
1º	China	China	China
2º	Índia	Índia	Brasil
3º	EUA	Brasil	EUA
4º	Brasil	EUA	Índia

Fonte:Modificado de GlobalFert apud MAPA(2021b)

Destaca-se que os fertilizantes são os principais produtos importados pelo País (US\$ 15,1 bilhões), seguido da importação dos óleos combustíveis de petróleo. Os

principais estados brasileiros importadores de fertilizantes são de Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná (FAZCOMEX, 2022).

Em 2021, o Brasil importa US\$ 15,1 bilhões de fertilizantes, correspondente a 41,57 milhões de toneladas de adubos (Tabela 18).

Tabela 18 - Fertilizantes importados pelo Brasil, em 2021.

Países	Valores FOB		Quantidades	
	US\$ (Milhões)	%	Milhões de Mg	%
1 Rússia	3.531,28	23,29	9,27	22,31
2 China	2.081,33	13,72	6,31	15,17
3 Canadá	1.478,69	9,75	4,17	10,03
4 Marrocos	1.594,25	10,51	2,94	7,07
5 Belarus	508,13	3,35	2,39	5,75
6 Estados Unidos	857,41	5,65	1,84	4,42
7 Catar	691,92	4,56	1,81	4,37
8 Israel	397,24	2,62	1,48	3,56
9 Egito	283,50	1,87	1,41	3,39
10 Alemanha	430,20	2,84	1,29	3,11
11 Outros	3.310,61	21,83	8,65	20,82
TOTAL	15.164,54	100	41,57	100

Fonte:MDIC (2021).

Elaborada pelo autor a partir dos dados da Comexstat.

O Brasil importa fertilizantes principalmente da Rússia, aproximadamente 22% do total das importações, sendo os valores FOB de US\$ 3,5 bilhões, que correspondem a 9,27 milhões de toneladas, em 2021 (Tabela 18, acima).

Em 24 de fevereiro de 2022 ocorreu o início da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, com impactos negativos imprevisíveis nos custos de produção das *commodities* agrícolas brasileiras, principalmente devido à dependência da importação de fertilizantes e outros insumos, além da inflação nacional em alta.

A guerra no Leste Europeu afetou todo o mundo e não poderia ser diferente para o Brasil. A capacidade de importação de insumos agrícolas deve ficar comprometida, enquanto durar a guerra (CINI, 2022).

Em decorrência das sanções econômicas aplicadas contra russos e bielorrussos, por causa da invasão à Ucrânia, o Brasil não tem conseguido trazer os fertilizantes destes países (VILELA, 2022).

Neste cenário de instabilidades pode ocorrer o aumento dos custos dos insumos importados, associado à perda de produtividade e, eventualmente, uma baixa do preço das *commodities* no mercado.

Verificamos que o agronegócio brasileiro é altamente dependente da importação de fertilizantes, aproximadamente 85% do adubo entregue no mercado é importado, principalmente da Rússia (22%) e China (15%).

Os fertilizantes representam aproximadamente de 26% dos custos de produção da soja, principal lavoura brasileira. As exportações do complexo soja são da ordem de US\$ 43 bilhões (16% das exportações nacionais), safra 2020/21. A importação de fertilizantes é da ordem de US\$ 15,1 bilhões, em 2021.

Qual seria o impacto no agronegócio brasileiro se por questões geopolíticas, estratégicas ou outros motivos comerciais tanto a Rússia e quanto a China reduzissem significativamente as exportações de fertilizantes? Certamente, o Brasil ficaria em uma situação bastante problemática, de difícil solução no curto prazo.

Tal dependência, já é objeto de debates políticos desde o fim da última década, conforme evidenciado no projeto defendido pelo presidente Jair Bolsonaro:

“Complexo industrial do agronegócio – Setor que gera cerca de US\$ 82 bilhões de superávit na nossa balança comercial (...) mas no qual 40% dos custos de produção ainda vêm de produtos importados. A decisão de desenvolver um complexo industrial numa área na qual temos a base primária mais sólida do mundo é praticamente um imperativo econômico. (...) O terceiro é a criação de uma indústria nacional de defensivos, fertilizantes e implementos agrícolas. Hoje contamos no país somente com a tímida incursão da Petrobrás no setor, através de três fábricas nacionais de fertilizantes nitrogenados, cujas subsidiárias, no entanto, o governo atual está fechando.”
(GOMES, 2020)

Para equacionar a questão o governo brasileiro instituiu o Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050 (PNF 2022-2050).

4.5. Plano Nacional de Fertilizantes

Os primeiros planos nacionais de fertilizantes, que objetivam modernizar e ampliar a indústria de fertilizantes no Brasil, foram implementados, respectivamente, em 1974 e 1995. Estes dois planos receberam investimentos da ordem de US\$ 3,5 bilhões, o que permitiu, no período compreendido entre os anos de 1987 e 2005, que a produção nacional de fertilizantes tivesse um incremento de mais de 40% (quarenta por cento). No ano de 2010, o Governo Federal chegou a elaborar o que seria um novo Plano Nacional de Fertilizantes, que não chegou a ser implementado (SEA, 2020). O novo Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050 (PNF 2022-2050) e o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas (CONFERT) é instituído pelo Decreto nº. 10.991, de 11 de março de 2022.

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de grãos, sendo responsável por 7,8% da produção total mundial (MAPA, 2022).

As expectativas da produção de grãos são de 333,1 milhões de toneladas, com 80,8 milhões de hectares plantados em 2030/31 (MAPA, 2021)

A população mundial deve alcançar cerca de 9,6 bilhões de habitantes em 2050, tornando imprescindível maior produtividade das terras cultivadas. Vale ressaltar que o Brasil responderá por cerca de 40% da produção mundial de alimentos, em 2050 (SEA,2020).

A despeito da autossuficiência na produção nacional de fertilizantes não ser objeto de uma possível ação coordenada por parte do Estado, não há dúvida de que o estabelecimento de uma estratégia de redução da dependência brasileira de importações é imprescindível.

Alguns poucos fabricantes de fertilizantes dominam o mercado e atuam como monopolistas. Os três maiores atores são Agrium, do Canadá; Yara, da Noruega; e Mosaic Company, dos EUA. Essas empresas operam suas próprias minas e fábricas, e, juntas, são responsáveis por 21% do mercado global de fertilizantes. As dez maiores corporações detêm cerca de 60% do mercado global. A partir de 2016, ocorreram fusões no mercado. As “Sete Grandes” (Monsanto, Syngenta, Dupont, Bayer, Dow, Basf e ChemChina) tornaram-se “Quatro Gigantes” (Monsanto/Bayer, Dupont/Dow, Syngenta/ChemChina e Basf). Em 2019, estima-se o mercado de fertilizantes em Us\$ 155,80 bilhões, que deve registrar uma taxa de crescimento anual composta (CAGR, Compound Annual Growth Rate) de 3,8%, durante o período 2020-2025 (SEA, 2020).

Há inequívocos aspectos para uma ação coordenada de Estado diretamente relacionada à segurança e soberania alimentar nacional, decorrentes da expressiva dependência do agronegócio brasileiro de fertilizantes importados, e do mercado monopolizado.

O PNF 2022- 2050 tem como uma de suas metas estratégicas reduzir a dependência de 85% para 45% de importações, mesmo que dobre a demanda por fertilizantes, em 2050 (MAPA, 2022).

Atualmente a produção nacional abastece o mercado interno de fertilizantes com 45% do fósforo, 26% do nitrogênio e apenas 6% do potássio (Figura 11).

As diretrizes do PNF (Art. 2º) são: (I) modernização industrial; (II) a melhoria do ambiente de negócios; (III) promoção da cadeia de produção de fertilizantes; (IV) investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação; e, (V) adequação da infraestrutura logística (BRASIL, 2022).

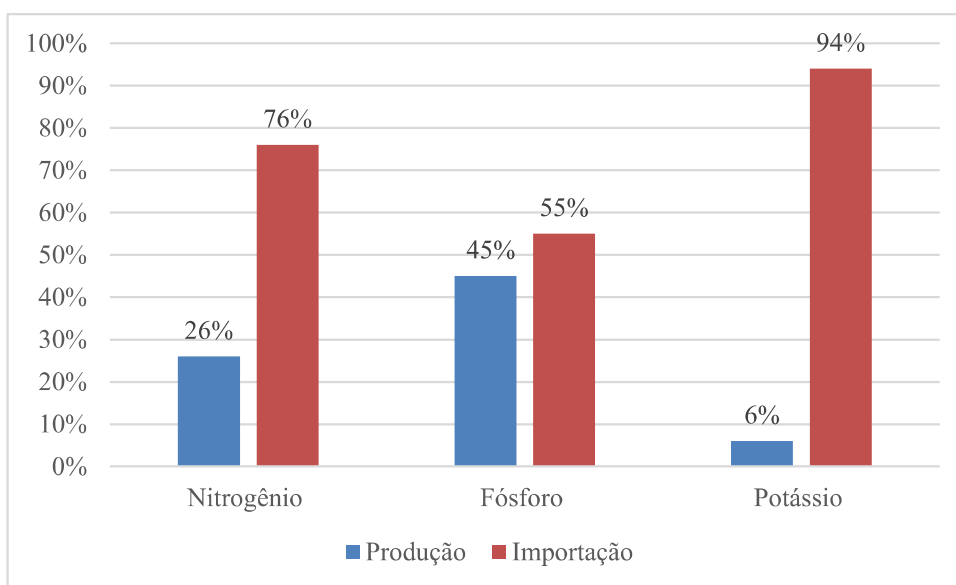


Figura 11 - gráfico de produção e importação

Fonte: SAE (2020)

O Brasil precisa diminuir a vulnerabilidade do agronegócio em risco com alta dependência de fertilizantes importados, deve identificar novos fornecedores e/ou buscar melhor equilíbrio das quantidades adquiridas de cada fornecedor, produzir mais fertilizantes internamente, coordenar ações públicas e incentivar ações privadas de ciência e inovações tecnológicas em fertilizantes tropicais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se realizar o plantio de uma lavoura é necessário o conhecimento sobre o solo e suas peculiaridades, podendo se recomendar qual sistema de produção é mais adequado, quais plantas são adaptadas e produtivas, bem como as boas práticas de adubação. para o bom crescimento e desenvolvimento das culturas.

A análise laboratorial do solo permite conhecer as necessidades de adição de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, boa produtividade, garantido a reposição dos nutrientes exportados.

O agronegócio brasileiro é reconhecidamente importante na economia do país, contribui significativamente para o PIB nacional e para o saldo positivo de balança comercial; embora, os fertilizantes sejam os principais produtos importados pelo Brasil.

O crescimento do agronegócio brasileiro e a grande dependência de fertilizantes importados revelam a necessidade de investimentos para aumentar a oferta nacional e melhorar a sustentabilidade da agricultura brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A. ;CAIRES, E. F. **Atributos químicos de um latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário.** Ver. Bras. Ciênc. Solo 29 (6), Dez 2005. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/4BxdWwsWwvzgXtH56V3bKHM/?lang=pt#>>. Acesso em 04/05/2020.

ALMEIDA G. C. P. **Caracterização Física e Classificação dos Solos.** Juiz de Fora. 2005, 145p.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRAÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VEIRA, J. R. e LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, 1999. p. 314-316.

ANJOS, L. H., FERNANDES, M. R., PEREIRA, M. G.; FRANZMEIER, D. P. **LandscapeandpedogenesisofanOxisol-Inceptisol-Ultisolssequence in SoutheasternBrazil. Soil Science SocietyofAmericaJournal**, 62(6), 1651-1658. 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SOJA - APROSOJA. **Custo de produção da soja, safra 18/19-19/20.** Disponível em <https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/05/4-CUSTOS-18.19_19.20.pdf>. Acesso em 01/05/2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS – ANDA. **Macro indicadores, 2022.** Disponível em <http://anda.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em 30/04/2022.

BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ V., V. H.; RUIZ, H. A. 2005. **Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.9, p.320-326

BARROS J. F. C. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas.** ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA. Évora. 2020. 33p.

BORKERT, C.M.; YORINORI, J.T.; CORREA-FERREIRA, B.S.; ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; SFREDO, G.J. **Seja o doutor da sua soja.** In: Informações Agronômicas, Piracicaba, n.66, Junho de 1994. 16p. Disponível em <[https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3140/\\$File/Seja%20Soja.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3140/$File/Seja%20Soja.pdf)>. Acesso em 03/04/2022.

BRASIL. LEI n.º 6.894, de 16 de dezembro de 1980. **Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências.**

BRASIL. Decreto n.º10.991, de 11 de março de 2022. **Institui o Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050 e o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas.**
BRASIL. Lei n.º11.346, de 15 de setembro de 2006. **Cria o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências.**

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **PIB do agronegócio cresceu abaixo das projeções.** 2022. Disponível em <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB_JAn_Dez_2021_Mar%C3%A7o2022.pdf>. Acesso em 02/05/2022.

CINI E. **Conexão Agro: Guerra na Ucrânia deve impactar agronegócio brasileiro.** São Paulo. 2022. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/conexao-agro-guerra-na-ucrania-deve-impactar-agronegocio-brasileiro/>> Acesso em 19 de abril de 2022.

CHABOUSSOU, F. – **Plantas Doentes Pelo Uso de Agrotóxicos.** 1 edição. São Paulo. Ed. Expressão Popular, 2006 - 320 p

COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação do Milho.** Embrapa, 2006. Circular técnica 78. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>>. Acesso em 03/05/2022.

CRISPINO, C. C; Franchini, J. C; Moraes, J. Z; Sibaldelle, R. N.; Loureiro, M. de F.; Santos, E. N.; Campo, R. J.; Hungria, M. **Adubação Nitrogenada na Cultura da Soja.** Comunicado Técnico 75. Embrapa, 2001.

CURI, N. **Lithosequence and toposequence of oxisols from Goiás and Minas Gerais States, Brazil.** West Lafayette, Purdue University, 1983. 158p. (Tese Ph.D.)

DREGNE, H. E. **Desertification of arid lands.** New York: Harwood Academic Publishers, 1983. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000. Disponível em: Acesso em: 14 de abril de 2022.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma.** 2.ed. São Paulo: Livraria e Editora Agropecuária, 1999. 157 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Soja em números (safra 2020/21).** Disponível em <<<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 28 de abril de 2022.

_____. **Solos do Brasil.** Disponível em <<https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>>. Acesso em 30 de abril de 2022

_____. **Trajatória da agricultura brasileira.** Disponível em <<https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>>. Acesso em 4 mai. 2022.

FAZCOMEX. **Importação de adubos e fertilizantes**, 2022. Disponível em <<https://www.fazcomex.com.br/blog/importacoes-de-adubos-e-fertilizantes/>>. Acesso em 02/05/2022.

GOMES, Ciro. **Projeto Nacional: O dever da esperança**. 1. ed. São Paulo: Leya, 2020. v. 1

GRUPO ASSOCIADO DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL – GAAS. **Posicionamento do GAAS sobre a nota da Embrapa “Esclarecimento Oficial Sobre o Uso de Remineralizadores”**. 2020. Disponível em <https://www.grupoagrisustentavel.com.br/gallery/06-02-2020-nota-de-esclarecimento-gaas_remineralizadores.pdf> acesso em 25 de abril de 2022.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. 2007. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.7, n.1, p.39-50.

HOYOS, C. J. C.; D'Agostini, A. **Segurança Alimentar e Soberania Alimentar: convergências e divergências**. Revista NERA. Presidente Prudente. Ano 20, nº. 35 pp. 174-198. Jan-Abr./2017

HUNGRIA M. **Fixação biológica do nitrogênio na perspectiva do mercosul: novos conhecimentos e tecnologias**. Disponíveis. Rosário, 2011. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47564/1/hungria.fix.2011.pdf>> Acesso em 4/5/2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Balança comercial do agronegócio brasileiro apresenta superávit de US\$ 105,1 bilhões em 2021**. Disponível em <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=38868&catid=3&Itemid=3>. Acesso em 02/05/2022.

JACOMINE, P.K.T. **A nova classificação brasileira de solos**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008-2009

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

LIMA, V.C. **Fundamentos de pedologia. Fundamentos de pedologia Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola**, 2001. 343p.

LUZ M. J. S; FERREIRA G. B; e BEZERRA J. R. C. **Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo**.

CIRCULAR TÉCNICA 63. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Campina Grande, PB Outubro, 2002. 32p

MAJOR, I.; SALES, J. C. 2012. **Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em < <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/303>> acessado em 14 de abril de 2022

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5 ed. São Paulo: Ceres, 1989, 294p.

MENDES A. M. S. INTRODUÇÃO A FERTILIDADE DO SOLO1. **Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água promovido pela superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado da Bahia – SFA -BA/SDC/MAPA**. 2007. p 28.

MENEGATTI A. L. A.; BARROS A. L. M. **Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul**. RER, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 01, 2007 p 171.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Governo Federal lança Plano Nacional de Fertilizantes para reduzir importação dos insumos**. 2022. Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-nacional-de-fertilizantes-para-reduzir-importacao-dos-insumos>> Acesso dia 25 de abril de 2022.

_____. **Balança comercial do agronegócio. 2021**. Disponível em <<https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em 28/04/2022.

_____. **Projeções do agronegócio 2020/2021 a 2030/2031**. 2021. Disponível em <<file:///C:/Users/HOME/Downloads/Proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Agroneg%C3%B3cio%202020-2021%20a%202030-2031.pdf>> Acesso em 25/04/2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS – MDIC. **Exportação e importação geral**. Disponível em <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/41075>>. Acesso em 01/05/2022.

MIRANDA, E. **Alimentar o mundo**. CNA, 2022. Disponível em <<https://www.cnabrazil.org.br/artigos/alimentar-o-mundo>>. Acesso em 4 mai. 2022.

MENDES P. GOV.BR. 2016. **Mapa regulamenta produção, registro e comércio do pó de rocha na agricultura**. Disponível em https://www.google.com/search?q=como+citar+site+do+governo+abnt&rlz=1C1GCEA_enBR915BR915&oq=como+citar+site+do+go&aqs=chrome.0.0i512j69i57j0i51213j0i22i30l2.4264j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> acesso em 25 de abril de 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA - FAO. **Ajudar a eliminar a fome e insegurança alimentar e a má alimentação**. Disponível em <<https://www.fao.org/portugal/acerca-de/pt/>> . Acesso em 4 de mai. 2022.

PEREIRA L. E. T.; HERLING, V.R; SILVA, S.C. **Preparo de solo e manejo de formação de pastagens.** Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga-SP. 2020. 67p.

RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba, Instituto de Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.

RESENDE, M.; SANTANA, D.P.; REZENDE, S.B. **Susceptibilidade magnética em Latossolos do sudeste e sul do Brasil.** In: **Reunião de classificação, correlação de solos e interpretação de aptidão agrícola**, 3, Rio de Janeiro, 1988. Anais... Rio de Janeiro, EMBRAPA - SNLCS/SBCS, 1988. p. 233-258

REDIN, M.; SANTOS, G.F.; MIGUEL, P.; DENEGA, G.L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E.L. **Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 381-392, abr.-jun., 2011. 12p.

RONQUIM C. C. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento 35. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais** 2ª edição. Embrapa Territorial Campinas, SP 2020. 36p.

SALDANHA C. B. et al. **Ciência do Solo: Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas.** Editora e Distribuidora Educacional S.A. Londrina — PR. 2016. 192p.

SA, J.C.M. **Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto.** In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NA UFV, 1., Viçosa, 1998. Resumo das palestras. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.19-61.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, p. 590, 2018.

SANTOS R.F. **Planejamento Ambiental Teoria e Prática,** Universidade do estado do Pará. Marabá 2004, p.119

SECRETARIA ESPECIAL DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS – SEA. **Produção nacional de fertilizantes, estudo estratégico. 2020.** <https://www.google.com/search?q=produ%C3%A7%C3%A3o+nacional+de+fertilizantes&rlz=1C1EJFC_enBR915BR915&oq=produ%C3%A7%C3%A3o+nacional+de+&aqs=chrome.0.0i512l2j69i57j0i512l7.8480j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8> Acesso em 04/05/2022.

SILIPRANDI, E. **É possível garantir a soberania alimentar a todos os povos no mundo de hoje?** Agroecol. e Desenv.Rur.Sustent.,Porto Alegre, v.2, n.4, out./dez.2001. Disponível em <https://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano2_n4/revista_agroecologia_ano2_num4_parte05_opinioao.pdf>. Acesso em 5 mai. 2022.

SILVA M. S. P. **ESTUDOS DA EROSÃO**. Pesquisadora CPATSA-EMBRAPA. PETROLINA – PE. 1995, 22p.

SILVA F. M.; CHAVES M. S.; LIMA Z. M. C. **Propriedades dos solos – características químicas e mineralógicas**. UnidsGrad. Rio Grande do Norte. 2012, 20p.

TRANI, P. E.; A. L. **Fertilizantes, cálculo de fórmulas comerciais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 29p.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ. **O que entendemos por Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional**. Disponível em <<https://www.ceresan.net.br/quem-somos/o-que-entendemos-por-ssan/>>. Acesso em 01/05/2022.

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. **Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes temas de manejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG, v.31, n.6, p. 1271-1280, 2007.

VILELA, P. R. **Plano nacional de fertilizantes será lançado este mês, diz ministra: Objetivo é estimular produção nacional do insumo, que é 80% importado**. Agência Brasil. Reportagem publicada em 03/02/2022. Disponível em <[https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2022-03/plano-nacional-de-fertilizantes-sera-lancado-este-mes-diz-ministra#:~:text=Ontem%20\(2\)%2C%20](https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2022-03/plano-nacional-de-fertilizantes-sera-lancado-este-mes-diz-ministra#:~:text=Ontem%20(2)%2C%20)> Acesso em 19/04/2022.

VITTI, G. C.; TREVISAN, W. **Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. Potafós**. Informações agronômicas n.º 90 – Junho /2000. Disponível em <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/08F02E1F75FC762883257AA30069C332/\\$FILE/Encarte%2090.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/08F02E1F75FC762883257AA30069C332/$FILE/Encarte%2090.pdf)>. Acesso em 03/05/2022.