

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremona

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2 / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-701-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.014212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste segundo volume, estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas sobre culturas hortícolas, grandes culturas como cana-de-açúcar e soja, pastagens e outros temas correlacionados a produção agrícola.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

HORTICULTURA DO MARANHÃO PORTUGUÊS NOS SÉCULOS XVII E XIX: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA DOCUMENTAL A PARTIR DAS OBRAS DOS MISSIONÁRIOS CRISTÓVÃO DE LISBOA E FRANCISCO DE NOSSA SENHORA DOS PRAZERES

Jairo Fernando Pereira Linhares

Maria Ivanilde de Araujo Rodrigues

Angela de Cassia Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129111>

CAPÍTULO 2..... 15

A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM DIREÇÃO AO CERRADO NO ESTADO DE GOIÁS – BRASIL

João Baptista Chieppe Junior


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129112>

CAPÍTULO 3..... 26

REDUCCIÓN DE COSTES DE MANTENIMIENTO MEDIANTE ANÁLISIS DE FIABILIDAD EN ACTIVOS DEL SECTOR AZUCARERO

Jose Miguel Salavert Fernández

Rubén Darío Ramos Ciprián

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129113>

CAPÍTULO 4..... 41


MUDANÇAS NAS DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E AL NO SOLO, RELAÇÕES CLIMÁTICAS E CONSEQUÊNCIAS NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Dagles Ferreira Lopes

João Pedro de Barros Reicao Cordido

Josimar Nogueira Batista

Luciana Aparecida Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129114>


CAPÍTULO 5..... 53

AS TECNOLOGIAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR E USO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Fabrcio Simone Zera

Leticia Serpa dos Santos

Alice Deléo Rodrigues


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129115>

CAPÍTULO 6..... 66

MEJORA DEL MANTENIMIENTO EN EL PROCESADO DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE LA DOCUMENTACIÓN. CASO DE ESTUDIO EN REPÚBLICA DOMINICANA

Rubén Darío Ramos Ciprián

Jose Miguel Salavert Fernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129116>

CAPÍTULO 7..... 80

ÍNDICE SPAD PARA MONITORAMENTO DA ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DA BRAQUIÁRIA SUBMETIDA AO ESTRESSE HÍDRICO


Natália Fernandes Rodrigues

Germana de Oliveira Carvalho

Silvio Roberto de Lucena Tavares

Guilherme Kangussu Donagemma

Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129117>

CAPÍTULO 8..... 87

TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* SOB EFEITO DE FERTILIZANTES A BASE DE ESCÓRIAS DE SIDERURGIA


Germana de Oliveira Carvalho

Natália Fernandes Rodrigues

Silvio Roberto de Lucena Tavares

Guilherme Kangussu Donagemma

Eliane de Paula Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129118>


CAPÍTULO 9..... 92

PRODUÇÃO DE MASSA SECA, VOLUME RADICULAR E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE FÓSFORO EM *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Massai (*Panicum maximum* x *P. infestum*)

Elizeu Luiz Brachtvogel

Andre Luis Sodré Fernandes

Luis Lessi dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129119>

CAPÍTULO 10..... 109

DOSES DE ÁCIDO HÚMICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CEBOLA

Regina Maria Quintão Lana


Mara Lúcia Martins Magela

Luciana Nunes Gontijo

José Magno Queiroz Luz

Reginaldo de Camargo

Lírian França Oliveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291110>

CAPÍTULO 11..... 118

SELEÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA ORQUÍDEA *Cymbidium* sp.

Lílian Estrela Borges Baldotto

Júlia Brandão Gontijo
Gracielle Vidal Silva Andrade
Marihus Altoé Baldotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291111>

CAPÍTULO 12..... 132

ANÁLISE DA PERDA DE BANANA NOS ESTABELECIMENTOS COMERCIALIZADORES DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP


Teresa Cristina Castilho Gorayeb
Maria Vitória Cecchetti Gottardi Costa
Adriano Luis Simonato
Nelson Renato Lima
Renato Coelho Uliana
Thamiris Antiqueira Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291112>

CAPÍTULO 13..... 145

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE CANOLA NAS CONDIÇÕES DE PONTA PORÃ – MS

Darian Ian Bresolin Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291113>

CAPÍTULO 14..... 148

INFLUÊNCIA DO HIDROCONDICIONAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA


Graciela Beatris Lopes
Thayná Cristina Stofel Andrade
Camila Gianlupi
Tathiana Elisa Masetto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291114>

CAPÍTULO 15..... 157

ESCALADA DA SOJA GM E DO GLIFOSATO, NO BRASIL, ENTRE 2011 E 2018


Cleiva Schaurich Mativi
Pierre Girardi
Sofia Inés Niveiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291115>

CAPÍTULO 16..... 171

CRESCIMENTO, BIOMASSA, EXTRAÇÃO E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE COBERTURA


Valdevan Rosendo dos Santos
Leonardo Correia Costa
Antonio Márcio Souza Rocha
Cícero Gomes dos Santos
Márcio Aurélio Lins dos Santos
Flávio Henrique Silveira Rabêlo
Renato de Mello Prado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291116>

CAPÍTULO 17..... 194

QUANTITATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE AND STABILITY OF A LONG AND THIN GRAIN RICE GENOTYPE FOR RICE-GROWING REGION OF MICHOACAN, MEXICO

Juan Carlos Álvarez Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291117>


CAPÍTULO 18..... 209

ANÁLISE DE SOLO EM PROPRIEDADES DA REGIÃO SERRANA E DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Vanessa Battistella

Lucas André Riggo Piton


Luana Dalacorte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291118>

CAPÍTULO 19..... 217

OLIVEIRA, A ANTIGA ARTE DE NÃO MORRER DE FOME NEM DE SEDE: ESTUDOS NO BAIXO ALENTEJO

Maria Isabel Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01421291119>

SOBRE OS ORGANIZADORES 225

ÍNDICE REMISSIVO..... 226

CAPÍTULO 4

MUDANÇAS NAS DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E AL NO SOLO, RELAÇÕES CLIMÁTICAS E CONSEQUÊNCIAS NA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 01/11/2021

Dagles Ferreira Lopes

Graduanda em Engenharia Ambiental - IFF

João Pedro de Barros Reicao Cordido

Engenheiro Agrônomo e Pós Doutorando - UENF

Josimar Nogueira Batista

Engenheiro Agrônomo – UFRRJ Campos dos Goytacazes - RJ

Luciana Aparecida Rodrigues

Engenheira Florestal, Professora Associada - UENF

RESUMO: A produção de cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro tem diminuído, tanto em valores absolutos, como em área plantada e produtividade, o que contrasta com o resto do país. A produção agrícola é determinada pelos fatores, climáticos, edáficos, manejo, planta e relevo, portanto, a diminuição da produção bem como a produtividade regional deve vir acompanhada por alteração de algum ou um conjunto dos fatores de produção. Os fatores climáticos precipitação e incidência de radiação solar influem fortemente na determinação de uma safra mas no caso da produção fluminense, de queda constante de produção, não é esperado uma alteração tão drástica deste fator, como também não existe alteração do fator relevo e para o período analisado o fator manejo não possui alterações significativas (espaçamento de plantio, mecanização, rotação de culturas),

restando somente os fatores planta (variedades, número de corte) e os fatores edáficos, principalmente as variáveis de fertilidade de solo mensuradas através das análises de solo. O Projeto “Levantamento Permanente da Fertilidade do Solo do Norte Fluminense” realizado pela UFRRJ e a UENF, busca criar um banco de dados digitalizado de análises fertilidade do solo a fim de subsidiar pesquisas e políticas agrícolas. Uma das atividades preliminares do projeto consistiu na observação dos valores médios dos teores de K, Ca, Mg, Al e pH em água no solo e precipitação, produtividade média regional para os períodos, 1985, 1993, 1994, 1995 e 1996, os dados de solo são relativos às análises de solo feitas a partir de 1978 no laboratório de Campos dos Goytacazes – RJ da UFRRJ, os dados de precipitação da Usina Paraíso de Tócos a partir de 1920 e os dados de produção do IBGE. Os períodos analisados foram de acordo com a concordância dos dados, ou seja, nos anos em que a informação estava completa para todos os dados. Não foram excluídos *outliers* e nem submetidos à análise estatística, foi feita somente uma análise descritiva. Não foi observado junto com a diminuição da produtividade uma diminuição de precipitação, porém para os teores de nutrientes de solo K, Ca e Mg foi observado que a diminuição destes teores médios no solo correspondeu a diminuição da produtividade média regional, para os teores médios de Al no solo foi observado que a diminuição da produtividade média regional correspondeu ao aumento dos teores deste elemento no solo. Foi observado nos dados do IBGE que a diminuição da área plantada corresponde a diminuição da

produção e produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilidade do solo; cana-de-açúcar; precipitação; banco de dados.

CHANGES IN NUTRIENT AND AL AVAILABILITY, CLIMATE RELATIONS AND CONSEQUENCES ON SUGARCANE PRODUCTIVITY IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: Sugarcane production in the State of Rio de Janeiro has decreased, both in absolute values, as in planted area and productivity, which contrasts with the rest of the country. Agricultural production is determined by climatic, edaphic, management, plant and relief factors, therefore, the decrease in production as well as regional productivity must be accompanied by changes in some or a set of production factors. Climatic factors, precipitation and incidence of solar radiation has a strongly influence on harvest, but in the case of production in Rio de Janeiro, with a constant drop in production, such a drastic change in this factor is not expected, though to rain changes, as there is also no change in the relief factor and for the period analyzed the management factor does not have significant changes (planting spacing, mechanization, crop rotation), leaving only the plant factors (varieties, cut number) and edaphic factors, mainly the soil fertility variables measured through the analysis of ground. The “Permanent Survey of Soil Fertility in the North of Rio de Janeiro” project, carried out by UFRRJ and UENF, seeks to create a digitalized database of soil fertility analysis in order to support agricultural research and policies. One of the preliminary activities of the project consisted in the observation of the average values of the contents of K, Ca, Mg, Al and pH in soil water and precipitation, regional average productivity for the periods, 1985, 1993, 1994, 1995 and 1996, the data of soil are related to the soil analyzes carried out from 1978 in the laboratory of Campos dos Goytacazes – RJ of the UFRRJ, the precipitation data of the Paraíso de Tócos Mill as from 1920 and the production data of the IBGE. The periods analyzed were according to the agreement of the data, that is, in the years in which the information was complete for all data. Outliers were not excluded or subjected to statistical analysis, only a descriptive analysis was performed. It was not observed along with the decrease in productivity a decrease in precipitation, but for the soil nutrient contents K, Ca and Mg it was observed that the decrease in these average contents in the soil corresponded to a decrease in the regional average productivity, for the average contents of Al in the soil was observed that the decrease in the regional average productivity corresponded to the increase in the contents of this element in the soil. It was observed in the IBGE data decrease in planted area corresponds to the decrease in production and productivity.

KEYWORDS: Soil fertility; sugarcane; rain; databank.

A produtividade agrícola é uma consequência de diversos fatores, sendo eles agrupados em edáficos, climáticos, relevo, manejo e a planta. Por ser multifatorial (Figura 1), a análise a respeito da influência de uma única variável e a sua consequência deve ser feita com critério, sendo assim, possível entender a produção obtida numa região e qual é o fator mais limitante para uma determinada cultura agrícola (Meurer, 2007).

- Os fatores edáficos podem ser separados em físicos (densidade, porosidade,

umidade, textura, profundidade), químicos (mineralogia, disponibilidade de nutrientes, elementos tóxicos, salinidade, matéria orgânica) e biológicos (macro e microbiota do solo, qualidade nutricional do material orgânico adicionado).

- Os fatores climáticos, incluem a precipitação (quantidade, distribuição), radiação solar (quantidade, intensidade, duração), umidade relativa do ar, temperatura do ar e o vento (velocidade e distribuição)
- Nos fatores de relevo, a face de exposição, declividade, latitude, longitude e altitude
- Fatores de manejo incluem espaçamento e densidade de plantio, mecanização das operações, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, rotação de culturas
- Nos fatores de planta, devem ser avaliados a espécie, cultivar, qualidade de mudas e sementes, alelopatia, e eficiência na absorção e uso de nutrientes.

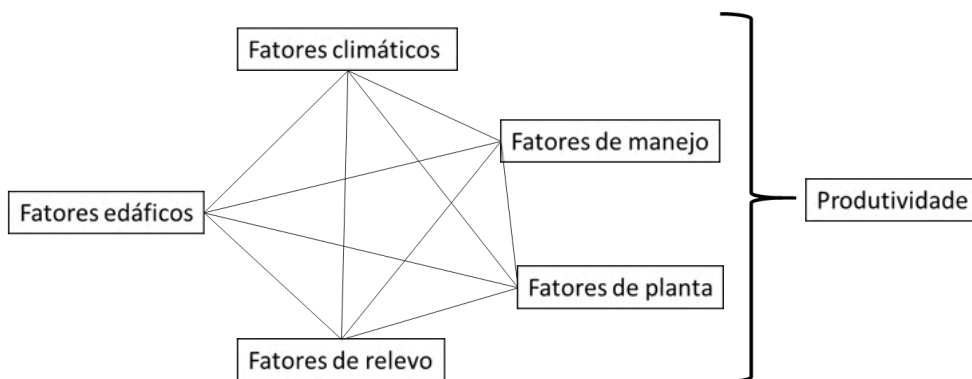


Figura 1: fatores de produção agrícola e as interação entre estes

Todos estes fatores interagem entre si e influenciam uns aos outros, por isso além da sua consequência na produtividade cada qual altera qualitativamente e quantitativamente os outros fatores. Por exemplo, uma alteração na precipitação pode ser suficiente para o aumento de produção e consequentemente aumento do material orgânico, por outro lado aumenta a lixiviação de nutrientes, o que por consequências acarreta a alteração da fertilidade do solo.

Fertilidade é a capacidade de produzir algo com facilidade. A fertilidade do solo é a capacidade do solo em ofertar nutrientes para as plantas. A baixa fertilidade de um solo, por outro lado, pode ser consequência da pouca disponibilidade de nutrientes, da proporção inadequada ao requerido pelas plantas e a época de oferta destes nutrientes não satisfazer a necessidade vegetal quando ele é mais necessário. A quantidade total do nutriente no solo não indica a quantidade que pode estar disponível. Uma parte dos nutrientes é mais

facilmente solúvel do que outra. A parte dos nutrientes do solo correspondente a fração solúvel é muito pequena quando comparável a trocável (Lucena et al., 2021), além disso, deve-se considerar os fatores intrínsecos a capacidade de exploração do sistema radicular. Para compreender melhor estas relações, a fertilidade do solo agrega estudos de todos os fatores de produção de plantas.

O uso da informática permite congregiar o máximo de informações em banco de dados e a análise sistemática dessas informações permite chegar a observações científicas e entender a influência de cada fator de produção bem como a limitação de cada um. Atualmente está em curso o projeto “Levantamento Permanente da Fertilidade do Solo Fluminense” conduzido pela UFRRJ e a UENF, neste projeto estão sendo digitalizados e sistematizados todas as análises de fertilidade do solo desde 1978, também foram obtidos dados de clima e produção e manejo de cana-de-açúcar. O objetivo é criar um grande banco de dados a fim de subsidiar pesquisas a fim de entender alterações de produtividade em função das alterações dos fatores de produção mensurados.

Os dados serão anualizados e separados em grupos, dados de solo que contém as análises de fertilidade do solo, dados de clima que contém precipitação e radiação solar incidente diária, dados de planta que contém variedades utilizadas, produtividade e idade da planta. Assim a produtividade pode ser resumida pela equação:

$$\text{produção } f(\text{área plantada, solo, clima, relevo, planta, manejo})$$

As análises de banco de dados podem consistir da análise exploratória das informações levantadas a fim de conhecer a sua distribuição e seus parâmetros. Uma etapa obrigatória é a exclusão de *outliers*, que são os dados discrepantes, esta ação é possível graças ao grande volume de dados que se obtém neste tipo de análise, ao fim pode ser realizada a análise numérica, medidas de posição, medidas de dispersão, histogramas e gráfico de pontos (Zimmermann, 2014).

A pesquisa agrícola busca gerar normas para o uso dos recursos, fertilizantes, água via irrigação, espaçamento, cultivares, manejo a fim de otimizar a produção. Estas normas podem ser encontradas nos boletins de pesquisa e são uma aproximação para uma dada região, sendo que o ideal é que cada empreendimento agrícola gere as suas próprias normas (Orlando Filho, 1983) e com isso a otimização dos recursos será maior. Deve-se considerar que existe a dificuldade operacional de manter diversos experimentos no campo e analisa-los. Criar esta rotina para cada empreendimento agrícola pode ser oneroso, no entanto, a coleta sistemática de dados de produção gerados pode subsidiar esta decisão.

O Estado do Rio de Janeiro passa por uma transformação agrícola, historicamente foi uma das principais regiões agrícolas do país, principalmente no setor sucroalcooleiro, e tem perdido importância dentro do contexto nacional, devido a diminuição sistemática da produtividade aliada com a diminuição da área plantada e a produção total (IBGE 2019).

A produção total de cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro segue uma

tendência constante de queda de produção total (Figura 2), é possível modular uma linha de tendência linear com uma boa correlação, e esta possui um coeficiente negativo, o que indica a diminuição de produção ao longo do tempo.

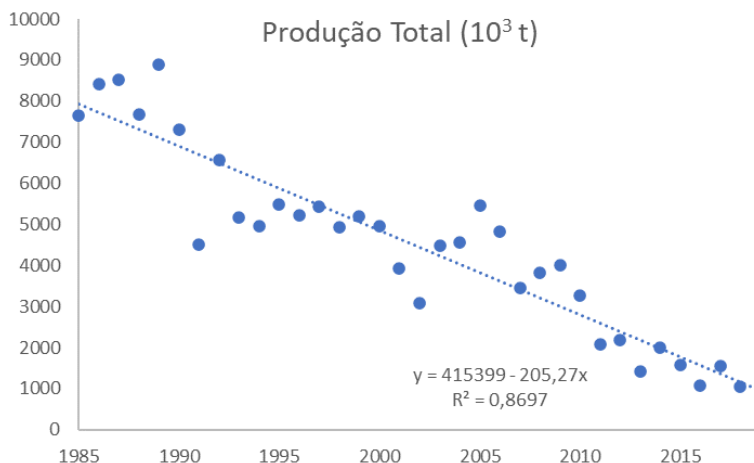


Figura 2: Produção total de cana-de-açúcar no rio de janeiro entre 1985 e 2018, feita a partir de dados do (IBGE, 2019)

A área plantada com cana-de-açúcar também segue uma tendência de diminuição (Figura 3), observável através da linha de tendência linear com coeficiente negativo, a diminuição da área plantada e da produção regional foi constatada por Azevedo (2002) e IBGE (2017).

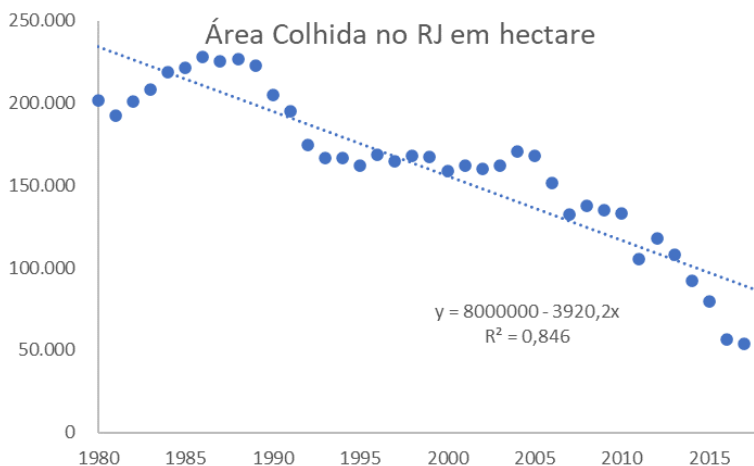


Figura 3: Área colhida com cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro entre 1980 e 2018

Apesar da diminuição da área total de colheita no estado do Rio de Janeiro (Figura 3) a diminuição da produção total (Figura 1) não ocorreu somente por esse fator uma vez que houve também uma diminuição na produtividade por hectare. A produtividade média de cana-de-açúcar fluminense segue uma tendência de diminuição (Figura 4), variando entre 40 a 10 t ha⁻¹, entre o período de 1985 e 2018. Cabe observar que este é um comportamento oposto ao observado no Brasil, dentro deste período, que vêm obtendo ganhos em produtividade e iniciou o período com 50 t ha⁻¹ e atualmente possui produtividades próximos de 70 t ha⁻¹. Atualmente há ferramentas tecnológicas que permitem obter produtividades de 100 t ha⁻¹. (Orlando Filho, 1978), manter cultivos produtivos requer investimentos e projetos bem estruturados.

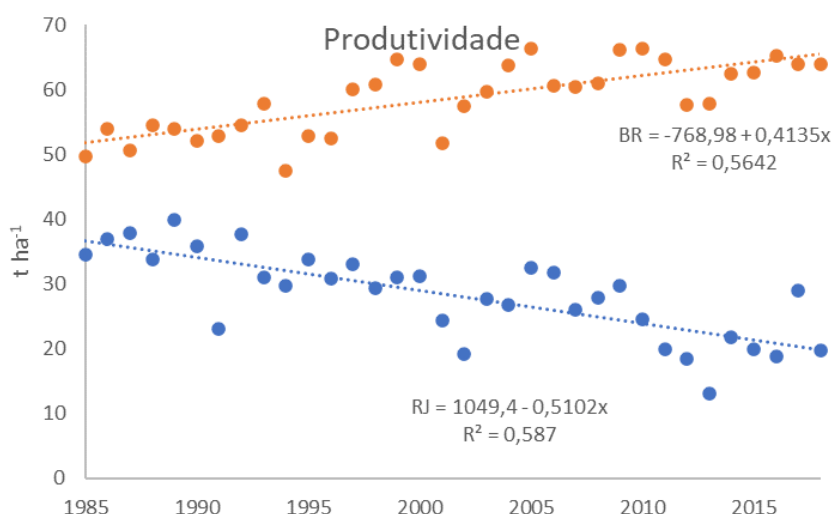


Figura 4: Produtividade de cana em t ha⁻¹ comparativamente no Brasil (em vermelho), e no Estado do Rio de Janeiro (em azul), entre os anos de 1985 e 2018

Para as variáveis de clima no período, a mais significativa é a precipitação. O grupo de pesquisa ainda está processando os dados de radiação solar local para poder cruzar estas informações com as produtividades médias do período, porém, de acordo com a figura 5, ainda que os valores encontrados sejam baixos e a cultura requeira maiores quantidades de precipitação incidente (Stida et al., 2018), a linha de tendência gerada não possui correlação negativa, tal qual o observado na tendência de produtividade. Portanto este fator de produção não pode ser usado isoladamente para explicar o declínio da produção, embora os dados necessitem ser melhor analisados.

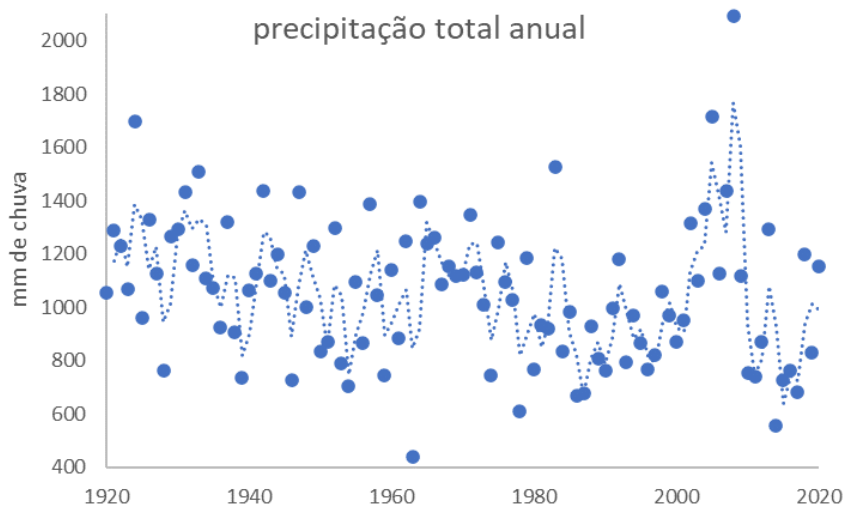


Figura 5: Precipitação total anual para o município de Campos dos Goytacazes – RJ, dados obtidos junto à Usina Paraíso de Tócos

Quando se relaciona a produtividade anual de cana-de-açúcar e a precipitação incidente não é obtido uma correlação linear, ou seja, nos anos de maiores precipitação ocorre a maior produtividade, nem tampouco o inverso, embora a precipitação seja uma das principais explicações da produtividade agrícola. Os demais fatores como renovação do canavial, que é um fator importante já que cortes subsequentes são menos produtivos, outros fatores de manejo, como controle de plantas daninhas, pragas e doenças interferem na produtividade e não estão demonstrados na figura 6.

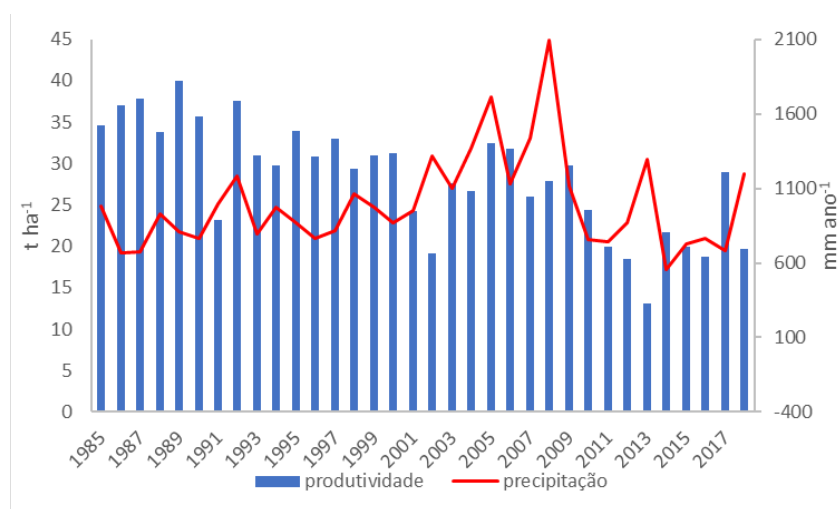


Figura 6: produtividade de cana de açúcar e precipitação total anual

A oferta de nutrientes pelo solo é um importante e significativo fator para explicar a produtividade, esta informação é obtida pelas análises de fertilidade do solo. Dada a especificidade da cana-de-açúcar que possui a cana-planta ou cana de ano e meio, que é a colheita obtida após 1,5 anos depois do plantio e a cana-soca que é a rebrota colhida um ano após a colheita anterior, a quantidade de rebrotas viáveis varia em função do manejo, clima, adubação, irrigação e em condições de sequeiro costuma ser cinco cortes até a necessidade de reforma dos canaviais. Para a correlação das análises de fertilidade do solo do banco de dados e a produtividade obtida, seria ideal realizar uma ponderação, das análises de um dado ano com o corte correspondente, afinal a produtividade média de uma região é composta por canas de diversos cortes. Para tanto no banco de dados que está sendo criado, foram levantadas as áreas das quadras e a sua colheita correspondente com o número de corte da planta, os dados do IBGE não contemplam informações para realizar esta ponderação, porém esta análise ainda não foi finalizada, mas dará subsídios para o melhor entendimento da resposta da produtividade da cana em função da fertilidade do solo

Para poder, por ora, avançar nesta discussão e ter um entendimento prévio dos dados obtidos, será definido como dados de fertilidade de solo relativos ao mesmo ano de colheita.

Na figura 7 é possível observar os valores médios para cinco períodos de produção. O total de dados de análises de solo relativos ao setor sucroalcooleiro no norte fluminense é de 854, 1383, 1066, 1713 e 791 respectivamente para os anos 1985, 1993, 1994, 1995 e 1996, no entanto, o processo de digitalização dos dados ainda não foi finalizado. Assim esta é uma análise parcial e tampouco foram excluídos os outliers, porém mudanças edáficas podem ser visualizadas. No ano de 1985 foram encontrados os melhores parâmetros das variáveis de fertilidade do solo e o seu conseqüente empobrecimento na década de 90. Em 1985 os valores médios de K foram 4,13 vezes maior do que em 93, o Ca em 85 foi 2,79 vezes maior do que em 94 bem como o Mg em 85 foi 2,45 maior do que em 94. Os maiores teores de Al foram encontrados em 94 e foi 3,21 vezes maior do que em 85, assim como o maior valor de pH em água médio foi 5,6 em 1985, diminuindo desde então. Com isso na década de 90 melhores indicadores de fertilidade do solo foram encontrados do que em 1995.

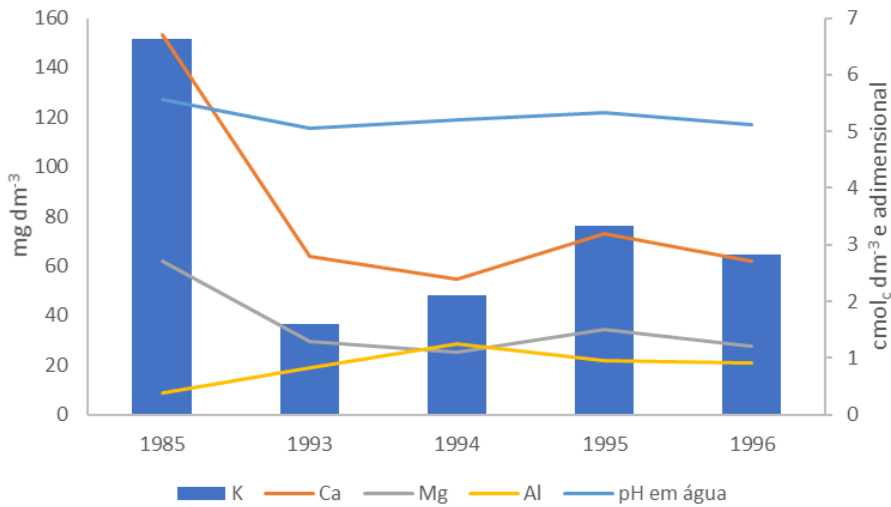


Figura 7: Distribuição dos valores médios dos teores de K (mg dm⁻³) e Ca (cmol_c dm⁻³), Mg (cmol_c dm⁻³), Al (cmol_c dm⁻³) e do pH em água (adimensional)

Na figura 8 podemos observar a correlação entre parâmetros de fertilidade do solo e a produtividade média regional e pode ser visto que os parâmetros de fertilidade do solo acompanham a produtividade média, ou seja, quanto maior for a disponibilidade de Ca e Mg e menor a disponibilidade de Al mais produtivo serão os cultivos de cana-de-açúcar da região.

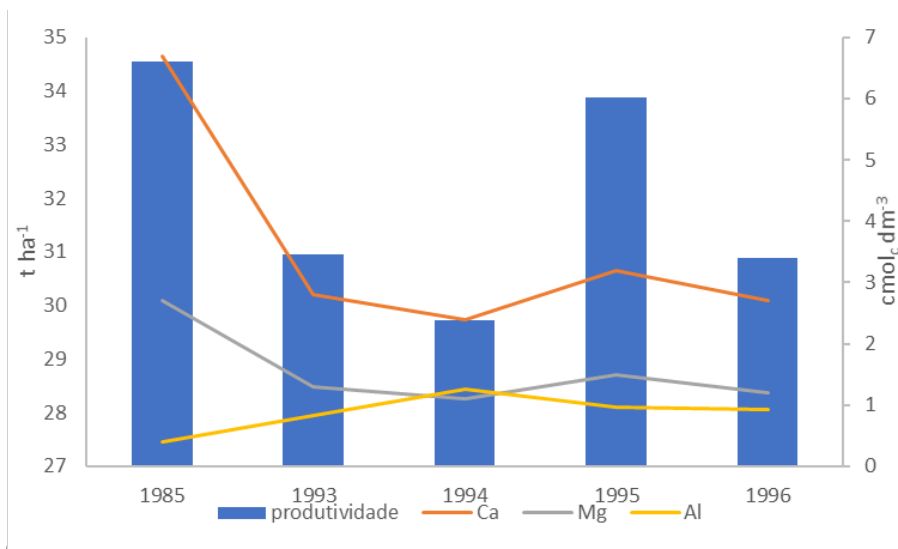


Figura 8: Distribuição dos valores de produtividade (t ha⁻¹) e Ca, Mg e Al (cmol_c dm⁻³) no período de 1985 a 1996.

Na figura 9 pode ser observado a disponibilidade de nutrientes para cada valor de pH encontrado a cada ano. Em valores maiores de pH há a tendência de encontrar maiores valores médios de teores de K, Ca e Mg e menores valores de Al, o que indica consistência do banco de dados.

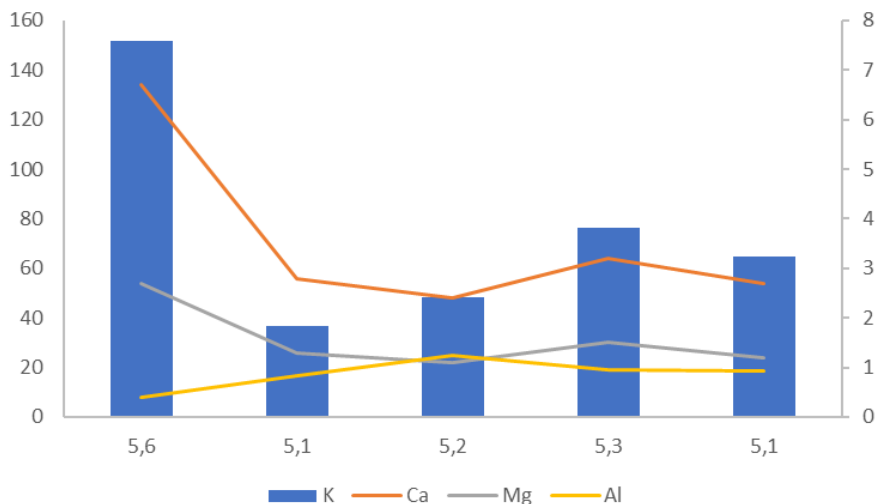


Figura 9: disponibilidade de nutrientes em função do pH

Durante o período apresentado a diminuição dos teores médios de nutrientes do solo, acarretou num empobrecimento regional que pode ser exemplificado pela análise dos dados apresentados de K mg dm⁻³ que variaram de 151,6 em 1985 para 36,7 em 1993, uma diferença de 114,9, e para a área plantada de 221.175 ha em 1985, 166.856 em 1993 e 53.876 em 2018, imaginando que para recuperar os teores de K do solo aos valores de 1985 e aplicar a diferença de 114,9 mg dm⁻³ na área plantada de 227778 ha, que foi a maior área plantada, seria preciso 51 t de K ou 101,6 t de KCl, para a menor área plantada seria preciso 12 t de K ou 24,8 t de KCl. Estes números apresentados não contemplam as perdas por lixiviação e para recuperar os teores do solo seriam necessárias quantidades maiores do que as apresentadas, e também o manejo para a aplicação, tais como o parcelamento da dose, manutenção da matéria orgânica como compartimento de armazenamento de nutrientes, fonte de nutriente e época de aplicação influem na quantidade total necessária, é necessário também aplicar outros nutrientes de planta.

De acordo com (Freire et al., 2013) para teores de K menores do que 40 deve aplicar entre 70 e 60 kg de K₂O ha⁻¹, o que corresponderia a 24676 t de KCl nas áreas cultivadas em 1985 e que se encontram com teor médio de 36,7 mg dm⁻³ de K.

Cabe observar que o nível crítico de K no solo é de 27,8 mg dm⁻³ para obter

uma colheita de ao menos 50 t ha⁻¹, independente de ser cana planta, soca ou ressoça (Freire, 2001) e o menor valor médio observado foi de 36,7 em 1993. A partir dos valores apresentado por (Freire, 2001) foi obtido um valor médio dos teores no solo de K de planta, soca e ressoça e os valores foram 25,17; 62,93 e 85,67 mg dm⁻³ para colheitas até 50; 100 e 120 t ha⁻¹, e uma vez determinado estes teores médios foi observado a frequência percentual de ocorrências em cada faixa, apresentado na tabela 1.

produção	teor	1985	1993	1994	1995	1996
t ha ⁻¹	mg dm ⁻³			%		
≤ 50	≤ 25,17	8,9	47,3	37,6	27,0	25,0
≤ 100	25,17 - 62,93	19,8	36,5	39,0	33,7	45,0
≤ 120	62,93 - 85,67	12,3	8,6	10,6	15,8	13,5
≤ 120	> 85,67	59,0	7,7	12,8	23,4	16,5

Tabela 1: percentuais de ocorrências de acordo com os teores de K no solo

Quanto à distribuição das ocorrências das análises o ano de 1985 possui um percentual maior para teores no solo acima de 85,67 mg dm⁻³, esta distribuição é distinta dos demais períodos da década de 90 que possuem maior ocorrência percentual nos valores abaixo de 62,93 mg dm⁻³, esta distribuição não contempla a área de cultivo, mas os valores apresentados se correlacionam bem com os valores de produtividade do período

Porém outros nutrientes devem ser analisados conjuntamente a fim de compreender para cada ano, qual foi o elemento mais limitante, ou ainda a condição de precipitação.

É possível afirmar que houve um empobrecimento do solo, financeiro e patrimonial dos cultivos da região que demandam investimento para retomar a produtividade e gerar benefícios socio-econômicos e ambientais, uma vez que para ser produtivo o solo precisa da manutenção de bons indicadores de fertilidade construída. Esta perda de nutrientes ocorreu em função por extração pelas colheitas, lixiviação, perdas por queimadas, erosão, não foi mensurado cada perda, somente o valor médio regional que também indica acréscimos por adubação, adição de matéria orgânica, manutenção de restos culturais, portanto o teor médio observado ocorre em função das adições – perdas, e o que houve foi um balanço negativo, esta variação pode ser resumida pela equação.

Δteor de nutrientes f(adições – perdas)

Os dados apresentados são resultados parciais e a análise precisa correlacionar todos os fatores de produção, supõe-se que os demais nutrientes N, P, S e micronutrientes acompanhem a tendência de oferta dos demais nutrientes apresentados. O balanço nutricional entre estes deverá ser entendido numa análise posterior. O cruzamento das informações produtividade em função da precipitação com os dados de fertilidade do solo explicará com maior precisão as informações de produtividade encontrados a cada ano.

A extração de nutrientes pelas colheitas é uma análise posterior que deve ser estimada para confirmar os dados apresentados a fim de observar se o balanço de disponibilidade de nutriente no solo com o que foi retirado pelas colheitas possui correspondência.

Por fim entende-se que é possível recuperar as produtividades dos cultivos de cana-de-açúcar no Norte Fluminense com o uso das tecnologias existentes, adubação em doses necessárias e balanceadas, e uso da irrigação quando necessário.

REFERÊNCIAS

Azevedo, H. J. (2002) **Uma Análise da Cadeia Produtiva de Cana-de-Açúcar na Região Norte Fluminense, Boletim Técnico nº 6**. CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. 51p.

Freire, J. L.; (2001) **Sistema para Cálculo do Balanço Nutricional e Recomendação de Corretivos e Fertilizantes para Cana-de-Açúcar**. Tese de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa – UFV: 156p.

Freire, L. R.; (2013) **Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Embrapa Solos: 430p.

IBGE (2017) **A Geografia da Cana-de-Açúcar: Dinâmica da Produção Territorial**.: 172p.

IBGE (2019) **Censo Agropecuário**. disponível em: < https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=producao_agropecuaria&t=o-que-e> acesso em 02 de janeiro de 2021

Lucena, J.J; Massager, A.; Rodrigues, L.A. (2021) O sistema solo. In: Martinez, H.E.M; Lucena, J.J.; Bonilla, I. Eds. **Relações solo-planta. Bases para a nutrição e produção vegetal**. Editora UFV. Viçosa, 307 p.

Meurer, E. J.; (2007) Fatores que Influenciam o Crescimento e o Desenvolvimento das Plantas. in Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; de Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L.; **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: 1017p.

Orlando Filho, J. (1983) **Nutrição e Adubação da Cana-de-Açúcar no Brasil**. Planalsucar: 369p.

Stida, W. F.; Mendonça, J. C.; Vidal, A. K. F.; Freitas, R. S.; de Almeida, C. M.; de Moraes, R.; (2018) Análise da Intensidade e Frequência de Precipitação Pluviométrica em Campos dos Goytacazes – RJ in: Alfaro, A. T. S.; Trojan, D. G.; (eds) **Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva Vol.2**. Editora Atena. 373p.

Zimmermann, F. J. P.; (2014) **Estatística Aplicada à Pesquisa Agrícola**. Embrapa: 582 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção 43, 55, 59, 60, 62, 81, 85, 90, 91, 92, 93, 95, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 112, 117, 123, 148, 150, 151, 152, 155, 171, 173, 176, 183, 188, 217, 218, 219, 220, 221, 222

Aclimatização 118, 119, 120, 122, 124, 126, 127, 128

Adução verde 171, 178, 187, 191, 192, 193

Agropecuária 17, 18, 64, 65, 86, 128, 129, 156, 168, 169, 189, 190, 216, 225

Agrotóxicos 64, 157, 159, 161, 162, 163, 167, 168, 169, 170

Análises 41, 44, 48, 51, 64, 82, 86, 89, 95, 122, 123, 126, 137, 176, 209, 210, 212, 215

B

Bactérias 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131

Bactérias diazotróficas 118, 119, 120, 123, 125, 126, 127, 128

Banana 6, 127, 132, 133, 134, 136, 137, 141, 142

Brasil 3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 25, 46, 52, 56, 57, 58, 61, 63, 86, 88, 93, 106, 109, 110, 111, 117, 120, 122, 123, 128, 132, 134, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 167, 168, 169, 171, 173, 184, 191, 210, 211

C

Campo 8, 28, 31, 44, 67, 69, 78, 80, 82, 83, 87, 89, 94, 106, 117, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 207, 208, 209, 210, 219, 225

Cana-de-açúcar 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 86, 159, 162, 163, 164, 167

Caña de azúcar 26, 27, 28, 29, 66, 67, 68, 69, 70

Canola 145, 146, 147, 159

Cerrado 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 91, 107, 124, 127, 149, 168, 186, 193

Ciclagem de nutriente 171

Colheita 21, 23, 46, 48, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 65, 109, 112, 141, 146, 149, 150, 175, 177, 180

Corretivo do solo 87

Crescimento 16, 17, 18, 21, 22, 23, 52, 56, 58, 59, 60, 81, 85, 87, 93, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 150, 157, 158, 162, 166, 171, 173, 175, 178, 179, 180, 181, 184, 188, 190, 191, 192, 219

Cultivares 44, 53, 55, 60, 61, 106, 145, 146, 168, 182

D

Déficit hídrico 60, 80, 81, 86, 87, 88, 90, 91

Desperdício 132, 133, 135, 136, 141, 143

E

Estresse hídrico 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91

Etnobotânica histórica 1, 9

F

Fertilidade 18, 24, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 52, 93, 105, 108, 110, 171, 172, 173, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 209, 210, 216

Fitomassa 171, 190, 192

G

Genetic materials 194

Genotypes 192, 194, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 206

Gramínea 81, 82, 85, 87, 88, 91, 97, 98, 100, 102, 105, 179

H

Horticultura 1, 2, 6, 8, 117, 142, 214, 224

L

Levantamento 8, 16, 19, 21, 24, 25, 41, 44, 59, 63, 132, 137

M

Manejo 41, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 60, 64, 65, 66, 88, 93, 94, 105, 110, 111, 141, 145, 146, 149, 160, 167, 173, 178, 185, 190, 192, 208, 210, 216, 225

Matocompetição 53, 55

Meio ambiente 15, 106, 119, 121, 126, 157, 161, 169

Monitoramento 80

Mudas 43, 53, 54, 55, 59, 60, 63, 64, 65, 118, 119, 120, 124, 126, 127, 153

N

Nutrição 52, 86, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 143, 192

P

Pastagens 15, 17, 88, 91, 93, 94, 105, 107, 108

Pasto 87, 108

Pesquisa documental 1, 3

Plantas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 43, 44, 47, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 61, 62, 63, 64,

65, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 146, 160, 166, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 218, 221, 222

Plantas utilitárias 1, 3, 8

Producción 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 206, 207, 208

Produtividade 17, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 88, 93, 105, 107, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 145, 150, 155, 159, 161, 167, 168, 176, 190, 211, 222

Produtor 16, 22, 56, 57, 58, 59, 63, 80, 134, 142, 148, 149, 153, 166, 209, 210, 211, 212, 215

R

Recomendação 52, 82, 93, 209, 210, 215, 216

Rice 91, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 204, 205, 206, 207, 208

S

Seletividade 53, 61, 62, 64

Sementes 4, 43, 61, 94, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 175, 189

Silicato 87, 88

Soja 15, 16, 17, 24, 56, 58, 59, 108, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 214

Solo 18, 23, 26, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 59, 62, 67, 72, 78, 81, 82, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 99, 101, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 117, 124, 125, 127, 128, 147, 161, 167, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 222

SPAD 80, 81, 82, 83, 84, 85

Substâncias húmicas 109, 110, 112, 113, 116, 117

Supermercado 133, 138, 139

Sustentabilidade 25, 56, 126, 133, 143, 172, 173, 189, 210

T

Tolerância 53, 55, 61, 62, 87, 88, 91, 187

Transgênicos 157, 161

Transporte 4, 9, 40, 55, 57, 62, 67, 88, 92, 95, 102, 103, 104, 105, 108, 133

V

Vigor 60, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br