

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
ANA LARISSA VIEIRA E SILVA
GERSON FREITAS VIEIRA NETO
(ORGANIZADORES)

FITOTECNIA,
SISTEMAS
AGRÍCOLAS
AMBIENTAIS
E SOLO



RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
ANA LARISSA VIEIRA E SILVA
GERSON FREITAS VIEIRA NETO
(ORGANIZADORES)

FITOTECNIA,
SISTEMAS
AGRÍCOLAS
AMBIENTAIS
E SOLO

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 Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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 Alfenas

Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
 Ana Larissa Vieira e Silva
 Gerson Freitas Vieira Neto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
F546	<p>Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Ana Larissa Vieira e Silva, Gerson Freitas Vieira Neto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1262-5 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.625233103</p> <p>1. Agrotóxicos. 2. Agroquímicos. 3. Fertilizantes. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Silva, Ana Larissa Vieira e (Organizador). III. Vieira Neto, Gerson Freitas (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 631.8</p>
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.

O presente livro busca reunir conteúdo científico abrangendo as mais diversas áreas agrônômicas e ambientais. Trazendo informações importantes para o setor agrário no que se diz respeito ao uso de fertilizantes orgânicos provenientes de dejetos líquidos de suínos (DLS), evolução de produtividade da palma de óleo, calagem, mudas de maracujazeiro, carbono orgânico e consórcio de milho, leguminosas e *Uruchloa sp.* e produção de palhada para SPD.

No Brasil, devido à crescente expansão do agronegócio se faz necessário pesquisas científicas voltadas para melhoria da produtividade. Para isso, o conhecimento acerca de materiais já existentes e técnicas, além da compreensão da evolução de produtividade é de suma importância para agregar qualidade ao meio e ao produto.

Atualmente o mercado tem se tornado mais exigente por uma produção mais sustentável, onde ao mesmo tempo que visa aumento da produtividade e qualidade se preocupa com a parte ambiental. Bem como, tecnologias conservacionistas que estejam aliados à melhoria do solo. O setor suinícola produz uma grande quantidade de dejetos que podem ser facilmente destinados como fertilizantes orgânicos, sendo uma forma de descarte desses resíduos.

Envolvendo o potencial das pesquisas científicas relacionados a fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo no cenário agrário brasileiro o livro conta com grandes informações proporcionado inovação e conhecimento.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Ana Larissa Vieira e Silva

Gerson Freitas Vieira Neto

CAPÍTULO 1 1**ATRIBUTOS ELETROQUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SUINÍCOLAS DE MATO GROSSO**

Paula Tamires Ribeiro Venancio
Mirella Sttэфfani Silva Santiago
Wagner Arruda de Jesus
Maicon Douglas dos Santos
Welder Ferreira Gomes
Milena de Luccia Dutra
Matheus Rodrigues do Nascimento
Luanda Rafaely Alves Mendes
Joyci Kellen de Amorim Querubino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6252331031>

CAPÍTULO 2 9**CARBONO ORGÂNICO NOS MACROS E MICROAGREGADOS DO SOLO**

Maicon Douglas dos Santos
Paula Tamires Ribeiro Venancio
Mirella Sttэфfani Silva Santiago
Wagner Arruda de Jesus
Welder Ferreira Gomes
Milena de Luccia Dutra
Matheus Rodrigues do Nascimento
Luanda Rafaely Alves Mendes
Joyci Kellen de Amorim Querubino
Leonardo Costa Silva
Wendy Aparecida Ferreira Gonçalves
Lucas Hirono

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6252331032>

CAPÍTULO 3 16**EFEITO DA CALAGEM NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO**

Yves Caroline Andrade dos Santos
Fabíola Ribeiro da Silva e Silva
Valdeiza da Silva Azevedo Carvalho
Josiel Pereira Lima
Márcia da Silva Pereira
Inês Ariane de Paiva Cândia
Fábio de Lima Gurgel
Romeo de Carvalho Andrade Neto
Fábio Gelape Faleiro
Michelly Rios Arévalo
Dayse Drielly Souza Santana Vieira
Celeste Queiroz Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6252331033>

CAPÍTULO 4	30
EFEITO DO CONSÓRCIO MILHO, LEGUMINOSAS E UROCHLOA SP. NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO, NA PRODUTIVIDADE DO MILHO E NA PRODUÇÃO DE PALHADA PARA O SISTEMA PLANTIO DIRETO	
Martha Nascimento Castro	
Orivaldo Arf	
Rodrigo Martinez Castro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.6252331034	
CAPÍTULO 5	46
EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA PALMA DE ÓLEO NA MICRORREGIÃO DE TOMÉ-AÇU DE 2005 A 2021	
José Darlon Nascimento Alves	
Lucas Guilherme Araujo Soares	
Carlos Valmison da Silva Araújo	
Fernanda Karoliny Oliveira Santos	
Bruno dos Santos da Silva	
Selton Santos Araujo	
Tayssa Menezes Franco	
Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.6252331035	
CAPÍTULO 6	52
REVISÃO: A IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO	
Nágyla Simões Carvalho	
Erica Bianca dos Santos Rodrigues	
Thyago de Sousa Santana	
Leticia Amorim Cantanhede	
Greicyelle Marinho de Sousa	
Roberta Araújo de Sousa	
Francisco Mendes da Silva Filho	
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.6252331036	
SOBRE OS ORGANIZADORES	61
ÍNDICE REMISSIVO	62

ATRIBUTOS ELETROQUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SUINÍCOLAS DE MATO GROSSO

Data de submissão: 17/02/2023

Data de aceite: 01/03/2023

Paula Tamires Ribeiro Venancio

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<https://lattes.cnpq.br/1749658095862417>

Mirella Sttéffani Silva Santiago

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/7022277210489876>

Wagner Arruda de Jesus

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/6740114588918503>

Macon Douglas dos Santos

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/3234288045398177>

Welder Ferreira Gomes

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/5882371350659219>

Milena de Luccia Dutra

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/1503269564635588>

Matheus Rodrigues do Nascimento

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/8273302579086004>

Luanda Rafaely Alves Mendes

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/6084204188309649>

Joyci Kellen de Amorim Querubino

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<https://lattes.cnpq.br/0348107432203409>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos eletroquímicos em solos de polos suinícolas sob diferentes tempos de aplicação de dejetos de suínos. Foram coletadas amostras de solos da mesorregião de Mato Grosso, Sorriso, Lucas do Rio verde e Nova Mutum, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Foram analisados os atributos eletroquímicos: pH em H₂O e em KCl e o ponto de efeito salino nulo (PESN), e calculados Δ pH, ponto de carga zero (PCZ), e o potencial elétrico superficial (ψ_0). A aplicação de dejetos de suínos baixou o PESN e tornou os solos mais eletronegativos de forma a favorecer o aumento da capacidade de troca catiônica. Com o passar do tempo o PESN tende a ser menor em solos com maior tempo de adubação orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo; Ponto de Carga Zero; PESN.

SOIL ELECTROCHEMICAL ATTRIBUTES IN SWINE AREAS OF MATO GROSSO STATE

ABSTRACT : The objective of this work was to evaluate the electrochemical attributes in soils of swine poles under different times of swine manure application. Soil samples were collected from the mesoregion of Mato Grosso, Sorriso, Lucas do Rio verde and Nova Mutum, at depths of 0-10 cm and 10-20 cm. The electrochemical attributes were analyzed: pH in H₂O and in KCl and the null salt effect point (PESN), and calculated Δ pH, zero charge point (PCZ), and the surface electric potential (ψ). The application of swine manure lowered the PESN and made the soils more electronegative in a way that favored an increase in cation exchange capacity. Over time the PESN tends to be lower in soils with longer time of organic fertilization.

KEYWORDS: Residue; Zero Loading Point; PESN.

1 | INTRODUÇÃO

Considerando que a suinicultura em Mato Grosso tem crescido, principalmente em sistema confinado, o qual gera dejetos líquidos concentrados em áreas específicas das propriedades rurais (Damasceno, 2010). No estado de Mato Grosso, a produção anual estimada de dejetos em 2018 por rebanho suíno foi de ~2,94 milhões, segundo IBGE (2018). E corresponde a uma produção diária de 7 litros de dejetos líquidos por animal (Oliveira, 2004), sendo que a produção anual de dejetos é de aproximadamente 7,51 milhões de m³.

A aplicação de dejetos líquidos de suínos (DLS) em áreas agrícolas e em pastagens é uma alternativa viável para seu uso, pois em função de suas características químicas possui grande potencial para ser utilizado como fertilizante (Seidel et al., 2010). Portanto, o DLS pode substituir parcial ou totalmente o fertilizante mineral inorgânico e contribuir, significativamente para a produção agrícola e reduzir os custos de insumos (Scherer et al., 2012).

Os resíduos orgânicos de origem animal, como dejetos líquidos de suíno, podem ser aplicados diretamente no solo ou, então, passar por diferentes tratamentos antes de ser dispostos no solo, visando a melhoria de suas. A aplicação de DLS promove incremento nos teores de matéria orgânica (MO), e dependendo da relação entre o pH do meio e o ponto de carga zero (PCZ) do resíduo orgânico e dos colóides do solo, é geradora tanto de cargas negativas como positivas (Siqueira et al., 1990).

Dessa forma, maiores valores de pH podem contribuir para os maiores valores de CTC efetiva dos colóides do solo e, conseqüente, aumento da fertilidade do solo. Segundo Bayer & Bertol (1999) a CTC, ainda, se relaciona ao pH e teores de carbono do solo.

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as alterações nos atributos eletroquímicos de solos das áreas que receberam dejetos de suínos ao longo do tempo.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de solo de três municípios localizados na Mesorregião do Norte Mato-Grossense, sendo eles: Sorriso, Nova Mutum e Lucas do Rio Verde. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-10 e 10-20cm em área nativa e outra em área com aplicação de dejetos suíno. Vale ressaltar que as áreas de aplicação de dejetos suíno possuem diferença em anos de aplicação, onde de acordo com o histórico das áreas foi observado que Nova Mutum com 5 anos e Lucas do Rio Verde com 10 anos e Sorriso com 12 anos de aplicação de dejetos suíno.

Uma vez coletadas, as amostras foram levadas ao laboratório de Fertilidade e Química do Solo para serem secas em estufa de circulação de ar a 60°C, e depois preparadas para as análises eletroquímicas.

Para as determinações do PESN e das cargas elétricas dos solos utilizou-se a metodologia de Rajj & Peech (1972). Para isso foram pesados 0,5 g de TFSA em tubo de centrifuga de 50 mL, devidamente identificados para cada dose, aos quais foram adicionados 10 mL de KCl em três concentrações (2, 0,2 e 0,02 mol L⁻¹) com NaOH 0,1 mol L⁻¹ nos volumes 0, 4, 0, 8, 1, 2 mL, e HCl 0,1 mol L⁻¹ nos volumes 0,8, 1,2 e 1,6 mL; foi, então, adicionado 20 mL de água deionizada reduzindo à metade a concentração de KCl; e para completar a série deixou-se um frasco apenas com a solução de KCl e água (branco), resultando em 7 tubos para cada dose.

Os tubos com as soluções foram agitados em agitador horizontal por 1h dia⁻¹ durante 3 dias em temperatura ambiente, e em seguida foi determinado o pH do sobrenadante utilizando potenciômetro de bancada. Com os valores de pH foram calculados os valores de intersecção das curvas por meio do programa PESN 1.0, obtendo-se apenas um valor médio para as três repetições de cada dose (Alves et al., 2002).

Com os dados obtidos foi calculado o potencial elétrico (mV) da camada de Stern, conforme (Eq. 1) de Nerst simplificada por Rajj e Peech (1972).

$$\psi_0 = 59,1 (\text{PESN-pH H}_2\text{O}) \quad (1)$$

O Ponto de Carga Zero (PCZ) foi estimado conforme a equação proposta por Keng & Uehara (1974), (Eq. 2).

$$\text{PCZ} = 2 \text{ pH KCl} - \text{pH H}_2\text{O} \quad (2)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos atributos eletroquímicos dos solos submetidos a aplicações de dejetos de suínos em diferentes tempos estão apresentados na Tabela 1. Ao avaliar o pH em H₂O observase que houve aumento com a profundidade, exceto para o solo de Lucas

do Rio Verde. O pH_{H_2O} é maior para a área de menor tempo de aplicação seguido do menor pH_{H_2O} para a área com 10 anos de aplicação.

Quanto ao ΔpH , observa-se que há predomínio de carga negativa e que houve redução em profundidade, exceto para o solo de Sorriso que em profundidade variou para mais o seu valor. O ΔpH é menor para a área de Lucas do Rio Verde e maior para Sorriso.

Os valores de PESN dos solos variou de 3,63 a 5,69, observa-se que nos pontos analisados todos os PESN encontrados foram menores que o pH_{H_2O} , O valor de PESN diminui em profundidade, exceto para o solo de Lucas do Rio Verde. O município com maior média no perfil é Nova Mutum, seguido do menor valor médio em Lucas do Rio Verde. O PCZ diminui em profundidade para os solos de 5 e 10 anos de aplicação, tendo uma pequena variação em Sorriso, onde a profundidade de 10-20 cm apresenta maior valor.

O potencial elétrico superficial apresentou grande variação em Nova Mutum, aumentando em profundidade. Nas áreas com maior tempo de aplicação o potencial diminui em profundidade e apresentando valores próximos nas duas camadas. Na média do perfil (0 a 20cm) a ordem de PESN seguiu a seguinte sequência crescente: Lucas do Rio Verde (3,53) < Sorriso (4,70) < Nova Mutum (4,99).

É conhecido que o PCZ é um atributo que sofre variação, sendo grandemente influenciado por modificações no pH e teor de carbono (RHEINHEIMER; ANGHINONI, 2001). Nos solos em que se observa que o pH é superior ao PCZ a sua carga predominante será a negativa, ou seja, vai auxiliar a adsorção de cátions e mobilidade de ânions. É possível observar na tabela a seguir que a medida que o pH vai aumentando o potencial elétrico aumenta de forma proporcional, pois vai sendo cada vez mais distante o valor que o solo apresenta do seu pH em relação ao valor do seu PESN, isso acarreta grandes presenças de carga negativas ao solo. Porém como mostram o trabalho de FERNANDES, JOSELY; CHAVES, HELENA; OLIVEIRA, (2008) se o PESN for maior que o pH do solo, irá constar a predominância de potencial elétrico positivo.

Município	Prof (cm)	pH KCl	pH H ₂ O	Δ pH ¹	PESN ²	PCZ ³	Ψ_o ⁴
Nova Mutum (5 anos)	0-10	7,03	6,05	0,98	5,69	1,96	-28,87
	10-20	7,06	6,10	0,95	4,29	1,91	-106,98
Média do Perfil	0-20	7,04	6,07	0,96	4,99	1,92	-67,92
Lucas do Rio Verde (10 anos)	0-10	6,03	5,41	0,62	3,44	1,25	-116,27
	10-20	5,91	5,35	0,56	3,63	1,13	-101,09
Média do Perfil	0-20	5,97	5,38	0,59	3,53	1,19	-108,65
Sorriso (12 anos)	0-10	6,65	5,58	1,07	4,73	2,14	-49,85
	10-20	6,54	5,45	1,09	4,67	2,18	-48,44
Média do Perfil	0-20	6,59	5,65	1,8	4,70	2,16	-49,14

⁽¹⁾ Δ pH = delta pH ⁽²⁾Ponto de efeito salino nulo; ⁽³⁾Ponto de Carga Zero ($2pH_{KCl} - pH_{H_2O}$); ⁽⁴⁾ Potencial elétrico superficial;

Tabela 1. Atributos eletroquímicos dos solos nos municípios de Sorriso, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum-MT

Valores altos de PESN tem relação a maior presença de teores de óxidos de Fe e Al, e quando observa valores baixos está diretamente ligado a maior valor de matéria orgânica e a caulinita. Estudos como os de SILVA; CURI; MARQUES; GUILHERME; LIMA., (1993) identificaram valores de PESN variando de 7 a 16 para região do Centro-Oeste.

Logo, os solos estudados apresentam baixos valores de PESN devido ao incremento de resíduos suínos que elevaram teores de M.O no solo, como afirmado por Siqueira et al. (1990), em seus estudos.

4 | CONCLUSÃO

Os solos das três áreas que receberam dejetos de suínos tiveram seus pHs, PESNs tem suas cargas elétricas com são eletronegativas, pois apresentaram o seu PESN com um valor menor que o pH_{H2O}. O potencial elétrico se correlaciona com o pH do solo, em quase todos os casos, à medida que o pH aumentou ele acompanhou proporcionalmente. Em todos os solos analisados o potencial e a carga elétrica foram negativos. A utilização de resíduos suínos contribui para redução do PESN do solo e aumento do seu pH.

REFERÊNCIAS

LLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A. Ponto de efeito salino nulo: proposição de nomenclatura. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do solo**, v. 18, n. 1, p. 5-11, 1993.

ANAMI, M. H. et al. Deslocamento miscível de nitrato e fosfato proveniente de água residuária da suinocultura em colunas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 75–80, 2008.

ANGERS, D. A.; CHANTIGNY, M. H.; MACDONALD, J. D.; ROCHETTE, P.; COTE, D. Differential retention of carbon, nitrogen and phosphorus in grassland soil profiles with longterm manure application. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Heidelberg, v. 86, n. 2, p. 225- 229, jun. 2010

ANSORI. EFEITO DE ADUBOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DE DEJETOS DE BOVINOS CONFINADOS NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DO MILHO.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 23, n. 3, p. 687-694, 1999.

BENITES, V. M.; MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 215-221, 1998.

CARDOSO, B. F.; OYAMADA, G. C.; SILVA, C. M. DA. Produção, Tratamento e Uso dos Dejetos Suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n. 32, p. 127, 2015.

DAMASCENO F (2010) Injeção de dejetos líquidos de suínos no solo e inibidor de nitrificação como estratégias para reduzir as emissões de amônia e óxido nitroso. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2010. Dissertation, 93 f.

DOBBS, L. B.; CANELLAS, L. P.; FERRACCIÚ ALLEONI, L. R.; REZENDE, C. E. D.; FERREIRA FONTES, M. P.; VELLOSO, A. C. X. Eletroquímica de Latossolos brasileiros após a remoção da matéria orgânica humificada solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, 2008.

FERNANDES, JOSELY; CHAVES, HELENA; OLIVEIRA, F. H. R. PONTO DE EFEITO SALINO NULO E CARGAS ELÉTRICAS DE SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 147–155, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM, 2018. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>> 25 Set.

LAVERDIERE, M. R.; WEAVER, R. M. Charge Characteristics of Spodic Horizons 1. **Soil Science Society of America Journal**, v. 41, n. 3, p. 505-510, 1977.

LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; TIECHER, T. L.; VIEIRA, R. C. B.; CANCIAN, A.; FERREIRA, P. A. A. Pig slurry and nutrient accumulation and dry matter and grain yield in various crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 3, p. 949-958, 2014.

- MAGALHÃES, A. F.; PAGE, A. L. Características das cargas elétricas dos solos da zona da mata de Pernambuco. I. Determinação das cargas de superfície. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 8, n. 2, p. 173- 177, 1984.
- OLIVEIRA, L.B.; RIBEIRO, M.R.; FERRAZ, F.B.; JACOMINE, P.K.T. Classificação de solo planossólicos do sertão do Araripe (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.17, n.1, p.157-164, 2003.
- PÉREZ, D. V.; RAMOS, D. P.; NASCIMENTO, R. A. M.; BARRETO, W. O. Propriedades eletroquímicas de horizontes B texturais. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 17, n.2, p. 157-164, 1993.
- RAIJ, B. V. Determinação do ponto de carga zero em solos. *Bragantia*, v. 31, n. 18, p. 337-347, 1973.
- RAIJ, B. V.; PEECH, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v. 36, p. 587- 593, 1972.
- RHEINHEIMER, D. DOS S.; ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 1, p. 151–160, 2001.
- SILVA;CURI;MARQUES; GUILHERME;LIMA. PONTO DE EFEITO SALINO NULO E SUAS RELAÇÕES COM PROPIEDADES MINERALÓGICAS E QUÍMICAS DE LATOSSOLOS BRASILEIROS. p. 663–671, 1993.
- SCHERER, E. E.; NUNES NESI, C. Características químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de preparo e adubação orgânica. ***Bragantia***, v. 68, n. 3, 2009.
- SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NUNES NESI, C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. ***Revista Brasileira de Ciência do Solo***, v. 31, n. 1, 2007.
- SCHERER, E. E. (2005). Critérios para transporte e utilização dos dejetos suínos na agricultura 1. 49.
- SEIDEL EP, GONÇALVES JUNIOR AC, VANIN JP, STREY L, SCHWANTES D, NACKE H (2010) Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. *Acta Sci Technol*. 32(2): 113-117.
- SIQUEIRA, C.; LEAL, J.R.; VELLOSO, A.C.X. Eletroquímica de solos tropicais de carga variável. II. Quantificação do efeito da matéria orgânica sobre o ponto de carga zero. ***Revista Brasileira de Ciência do Solo***, v. 14, p.13-17, 1990.
- SILVA, B. N.; RENAUDEAU, D. (2014). Interações entre ambiência e nutrição em suínos. 908. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01210809/document>.
- SMANHOTTO, A.; SAMPAIO, S. C.; BOSCO, T. C. D.; PRIOR, M.; SONCELA, R. Nutrients behavior from the association pig slurry and chemical fertilizers on soybean crop. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 56, n. 5, p. 723-733, 2013.
- SPOSITO, G.. *The chemistry of soils*. 2 ed. Oxford university press, 2008. 342 p.

SILVA, A.P. da; SANTOS, R.F. dos; SOUZA, A. P. de. Determinação do PCZ em solos paraibanos submetidos a diferentes manejos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24, 2000, Santa Maria-RS. Anais... Santa Maria, 2000.

OLIVEIRA PAV (2004) Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Embrapa Suínos e Aves, 109 p.

CAPÍTULO 2

CARBONO ORGÂNICO NOS MACROS E MICROAGREGADOS DO SOLO

Data de submissão: 20/02/2023

Data de aceite: 01/03/2023

Maicon Douglas dos Santos

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/3234288045398177>

Paula Tamires Ribeiro Venancio

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso.
<https://lattes.cnpq.br/1749658095862417>

Mirella Sttэфfani Silva Santiago

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/7022277210489876>

Wagner Arruda de Jesus

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/6740114588918503>

Welder Ferreira Gomes

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/5882371350659219>

Milena de Luccia Dutra

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/1503269564635588>

Matheus Rodrigues do Nascimento

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/8273302579086004>

Luanda Rafaely Alves Mendes

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/6084204188309649>

Joyci Kellen de Amorim Querubino

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<https://lattes.cnpq.br/0348107432203409>

Leonardo Costa Silva

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/3982715668416822>

Wendy Aparecida Ferreira Gonçalves

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/2983336756192989>

Lucas Hirono

Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Mato Grosso
<https://lattes.cnpq.br/7134140255907855>

RESUMO: Com objetivo de quantificar o teor de carbono orgânico nos macros e microagregados de solos cultivados com soja ou milho, adubados com dejetos de suínos, foram selecionadas áreas dos municípios da Mesorregião do Norte Mato-

grossense, sendo eles: Diamantino, Lucas do Rio Verde, Sorriso e Nova Mutum. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5; 5-10 e 10-20cm em área nativa e em área com diferentes tempos de aplicação de dejetos suíno. Sendo que o tempo de aplicação segue em ordem decrescente 20, 12, 10 e 5 para os respectivos municípios Diamantino, Sorriso, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum. Uma vez coletadas, as amostras foram levadas ao laboratório para serem secas e depois submetidas ao fracionamento das classes de agregados através de peneiragem utilizando a peneira de 0,25mm, considerando a fração retida na peneira >0,25 mm (macroagregado) e a < 0,25mm (microagregado). Após isso as amostras foram armazenadas em saquinhos, das quais foram pesados 0,25g de solo e transferidas para tubos de ensaio, para digestão em meio ácido e aquecido pra depois ser determinado do teor do CO. A aplicação de dejetos suíno a longo prazo distribui equitativamente os macros e microagregados do solo; O teor de carbono orgânico tanto nos macros quanto nos microagregados ocorre em solos com tempo de aplicação de dejetos de suíno maior; O uso de DLS no solo ao longo do tempo contribui por maior estabilidade aos agregados quanto à erosão.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão, qualidade física do solo, matéria orgânica do solo.

ORGANIC CARBON IN SOIL MACRO-AND MICROAGGREGATES

ABSTRACT: In order to quantify the organic carbon content in macro and micro aggregates of soils cultivated with soybeans or corn, fertilized with pig slurry, areas were selected in the municipalities of the Northern Mato Grosso Mesoregion: Diamantino, Lucas do Rio Verde, Sorriso and Nova Mutum. The samples were collected at depths of 0-5; 5-10 and 10-20cm in native areas and in areas with different application times of swine manure. In descending order, the application times were 20, 12, 10 and 5 for the respective municipalities Diamantino, Sorriso, Lucas do Rio Verde and Nova Mutum. Once collected, the samples were taken to the laboratory to be dried and then submitted to fractioning of the aggregate classes through sieving using a 0.25mm sieve, considering the fraction retained on the sieve >0.25 mm (macro aggregate) and <0.25mm (micro aggregate). After the samples were stored in bags, from which 0.25g of soil was weighed and transferred to test tubes, for digestion in acid medium and heated to be later determined of the CO content. The application of swine manure in the long term distributes equitably the macro and micro aggregates of the soil; The organic carbon content both in macro and micro aggregates occurs in soils with longer time of application of swine manure; The use of DLS in the soil over time contributes for greater stability to the aggregates as to erosion

KEYWORDS: Erosion, soil physical quality, soil organic matter.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização do dejetos líquido de suíno (DLS) como fonte de nutrientes, em áreas com lavouras, especialmente soja e milho representa como uma alternativa viável ao descarte desse resíduo e redução de custos na adubação. O estado de Mato Grosso é o maior produtor de soja e milho do Brasil, principais insumos da ração animal.

Como forma de agregar valor à produção, produtores de grãos de Mato Grosso, estão investindo na suinocultura, fazendo desta um importante setor econômico da pecuária do Estado (Miele et al., 2019). Atualmente o estado de Mato Grosso é o quinto maior produtor nacional de suínos, com mais de 150 mil matrizes (IMEA, 2019). Com o aumento da produção de criação de animais em confinamento, a suinocultura industrial em Mato Grosso passou a gerar grandes volumes de dejetos.

O biofertilizante de suíno, popularmente denominado dejetos líquidos de suíno (DLS), tem sido utilizado na fertilização do solo por ser fonte de nutrientes para as plantas e de matéria orgânica para o solo. A importância da matéria orgânica para a qualidade e produtividade do solo é um fato bem relatado na literatura, sendo fundamental o entendimento da sua dinâmica, para o estabelecimento de uso da terra mais adequado e sustentável. O incremento da matéria orgânica ao solo em um sistema produtivo, está diretamente relacionado com a melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos, e intimamente ligado com a qualidade ambiental, constituindo um importante reservatório de carbono. A manutenção ou recuperação dos teores iniciais da matéria orgânica do solo depende do tipo, da quantidade e da qualidade do material orgânico adicionado à superfície, da sequência de culturas adotada, do sistema de manejo do solo e do tempo de adoção dos sistemas de manejo (Mengel, 1996).

A agregação do solo resulta de um arranjo das partículas, decorrente de processos de floculação e cimentação (Duiker et al., 2003). Com relação ao tamanho, os agregados podem ser divididos em macroagregados (>250 μm) e microagregados. (<250 μm) (Tisdall & Oades, 1982). Os macroagregados são menos estáveis que os microagregados (Cambardella & Elliot, 1993) e, portanto, mais susceptíveis à quebra em consequência do cultivo do solo. A divisão dos agregados em classes de tamanho está baseada em propriedades tais como ligantes e relação carbono/nitrogênio (C/N) no solo (Bronick & Lal, 2005).

Segundo Assis et al., (2006), os maiores valores de COT, nos macroagregados, em relação aos microagregados, se justifica que frações húmicas são importantes agentes na formação e estabilização desses macroagregados. Os microagregados podem ser estabilizados por matéria orgânica mais persistente, antiga e resistente à degradação microbiana (PUGET et al., 1995).

Os macroagregados contêm mais C orgânico que os microagregados, uma vez que, a formação desses macroagregados é resultado da união dos microagregados (TISDALL e OADES, 1982). Os microagregados são os primeiros a se formarem no solo, principalmente quando este é perturbado pelo revolvimento mecânico, pois a exposição desses microagregados à aeração resulta em maior atividade microbiana (ASSIS et al., 2006).

Dessa forma objetivou-se com este trabalho, avaliar os teores de carbono orgânico nos macros e microagregados do solo em áreas nativas e áreas com aplicação de dejetos

suínos em quatro municípios da mesorregião do Norte MatoGrossense, sendo eles: Diamantino, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum e Sorriso.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de solo de quatro municípios localizados na Mesorregião do Norte Mato-Grossense, sendo eles: Diamantino, Lucas do Rio Verde, Sorriso e Nova Mutum. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0- 5; 5-10 e 10-20cm em área nativa e outra em área com aplicação de dejetos suíno. Vale ressaltar que as áreas de aplicação de dejetos suíno possuem diferença em anos de aplicação, onde de acordo com o histórico das áreas foi observado que Diamantino apresenta maior tempo de aplicação, visto que a área possui 20 anos, seguido de Sorriso com 12 anos, Lucas do Rio Verde com 10 anos e Nova Mutum com 5 anos de aplicação de dejetos suíno.

Uma vez coletadas, as amostras foram levadas ao laboratório de Fertilidade e Química do Solo para serem secas em estufa de circulação de ar a 60°C, e depois submetidas ao fracionamento das classes de agregados através de peneiragem utilizando a peneira de 0,25mm, considerando a fração retida na peneira > que 0,25 mm (macroagregado) e a que passou na peneira < 0,25mm (microagregado) em seguida as amostras fracionadas foram postas em saquinhos devidamente.

Após as amostras serem separadas e pesadas em saquinhos em macro e microagregados, foram pesados 0,25g de solo e transferidas para tubos de ensaio para digestão das amostras conforme metodologia de Yeomans & Bremner (1988) e determinação do teor de CO.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se do diagrama de caixa boxplot foi possível observar em cada um dos quatro municípios a relação da porcentagem de macro e microagregados e também comparar a quantidade do teor de carbono orgânico presente tanto nos macros quanto nos microagregados presentes na área nativa e na área de aplicação de dejetos suíno em cada um dos municípios avaliados.

Analisando a Figura 1 é possível observar que a porcentagem de macroagregados tanto na área nativa quanto na área de aplicação nos municípios de Lucas do Rio Verde, Nova Mutum e Sorriso não diferiram, o oposto ocorreu na porcentagem de macroagregados do solo de Diamantino. Essa tendência também se observa para os microagregados (Figura 2).

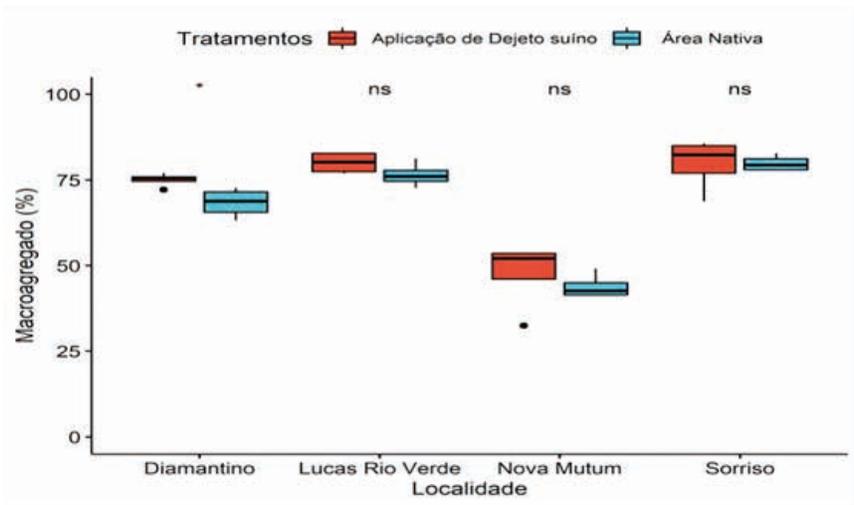


Figura 1- Percentagem de Macroagregados.

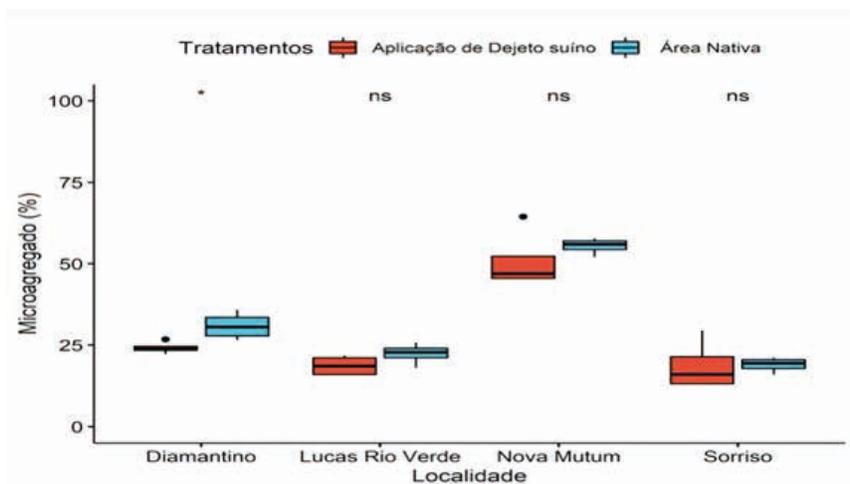


Figura 2- Percentagem de Microagregados

Segundo JUNIOR et al., (2019) o uso de dejeito de suínos por longo tempo aumenta a formação de agregados, razão pela qual que as áreas de maior tempo de aplicação o solo de dejeito nesse caso as localizadas em Diamantino tiveram maior distribuição de macro e microagregados quando comparados com as demais áreas com tempo de aplicação menor.

Ao observar as Figura 3 e 4, referentes ao teor de carbono orgânico nos macros e microagregados, observa-se que o teor de carbono orgânico tanto nos macros quanto nos microagregados do solo não diferiu, tanto nas áreas nativas quanto nas com aplicação de dejeito, para os municípios de Lucas do Rio Verde, Nova Mutum e Sorriso, porém nas áreas do município de Diamantino houve diferença. Reforçando o que já foi observado na distribuição dos macros e microagregados.

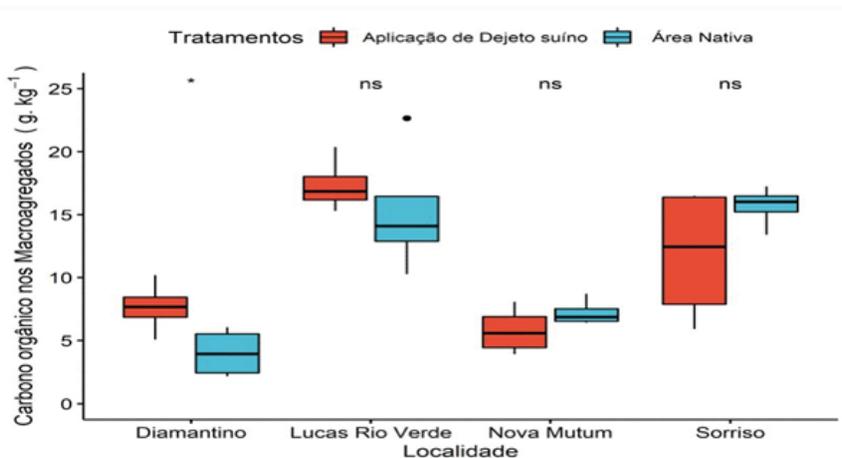


Figura 3- Teor de Carbono Orgânico nos Macroagregados

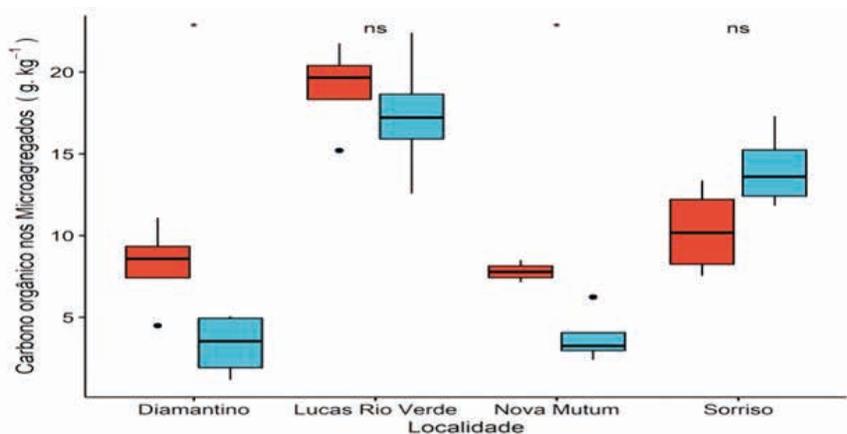


Figura 4- Teor de Carbono Orgânico nos Microagregados.

4 | CONCLUSÃO

A aplicação de dejeito suíno a longo prazo distribui equitativamente os macros e microagregados do solo. O teor de carbono orgânico tanto nos macros quanto nos microagregados ocorre em solos com tempo de aplicação de dejeito de suíno maior. O uso de DLS no solo ao longo do tempo contribui por maior agregação dando ao solo maior estabilidade aos agregados quanto à erosão.

REFERÊNCIAS

BURAK, Diego Lang; FONTES, Maurício Paulo Ferreira; BECQUER, Thierry. Microagregados estáveis e reserva de nutrientes em latossolo vermelho sob pastagem em região de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 41, no. 2, p. 229–241, 2011. <https://doi.org/10.5216/pat.v41i2.8771>.

COSTA, Ciniro; PÍCCOLO, Marisa de Cássia; NETO, Marcos Siqueira; DE CAMARGO, Plínio Barbosa; CERRI, Carlos Clemente; BERNOUX, Martial. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 36, no. 4, p. 1311–1321, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000400025>.

DA CUNHA, Ricardo Borges; MARTINS, Cesar Augusto Avila. Geografia eleitoral: Uma revisão e possíveis caminhos. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, vol. 39, p. 43–56, 2017. <https://doi.org/10.5380/raega>.

ET AL., Leitão. Boletim de Pesquisa. **Boletim de Pesquisa Número 9 - Embrapa**, p. 1 – 59, 2011. .

FERREIRA, Guilherme Wilbert; LOSS, Arcângelo; COMIN, Jucinei José; DUPONT, Lucas; ARISTEU, Carlos; JUNIOR, Mergen; LOVATO, Paulo Emílio. **Carbono orgânico em classes de agregados biogênicos e fisiogênicos**. no. 1, p. 1–4, 2002. .

JUNIOR, Carlos Aristeu Mergen; LOSS, Arcângelo; JUNIOR, Elano Dos Santos; GIUMBELLI, Lucas Dupont; PINHO, Daniela de; ABREU, Lucinéia de; LOURENZI, Cledimar Rogério; COMIN, Jucinei José; BRUNETTO, Gustavo. Caracterização física de agregados do solo submetido a 10 anos de aplicação de dejetos suínos. **Revista De Ciências Agrícolas**, vol. 36, no. 1, p. 79–92, 2019. .

LOPES, Iara Maria; ZIVIANI, Melania M.; PINTO, Luiz Alberto Da S.R.; PINHEIRO, Érika Flávia M.; WEBER, Heroldo; LIMA, Eduardo; PEREIRA, Marcos Gervasio; DE CAMPOS, David V.B. Aggregation and soil carbon aggregates distribution in a red latosol under different levels of sugarcane straw in paranavaí (PR). **Revista Virtual de Química**, vol. 9, no. 5, p. 1985–1995, 2017. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170117>.

LOSS, Arcângelo; FERREIRA, Guilherme Wilbert; COMIN, Jucinei José; PEREIRA, Marcos Gervasio; FREO, Vanessa Aparecida; PICCOLO, MARISA DE CÁSSIA; BRUNETTO, Gustavo. Total and oxidizable organic carbon in aggregates of an udult fertilized with pig manure. **Ciencia del Suelo**, vol. 38, no. 1, p. 12–20, 2020. .

NOGUEIRA, Sandra Furlan; GREGO, Célia Regina; QUARTAROLI, Carlos Fernando; ANDRADE, Ricardo Guimarães; HOLLER, Wilson Anderson; VITAL, Daiana Morelli. Estimativa Do Estoque De Carbono Em Sistemas De Produção De Soja Na Região Norte Mato-Grossense. **Xxxiii Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo**, no. 1, p. 1–4, 2007. .

SANTOS, Andressa Pinto dos; BERTOL, Ildegardis; SANTOS, Venesa Pinto dos; PRAZERES, Marco Segalla. **Perdas de fósforo por erosão hídrica no cultivo de cebola**. [S. l.: s. n.], 2019.

SOUZA, Jacimar Luis de. Reciclagem e Sequestro de Carbono na Agricultura. **Anais: Fertbio**, p. 1–12, 2010. .

CAPÍTULO 3

EFEITO DA CALAGEM NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO

Data de submissão: 10/02/2023

Data de aceite: 01/03/2023

Yves Caroline Andrade dos Santos

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Universitário de Juruti (CJUR), Curso de Bacharelado em Agronomia Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/3740294330388620>

Fabiola Ribeiro da Silva e Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Universitário de Juruti (CJUR), Curso de Bacharelado em Agronomia Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/1356813460783214>

Valdeiza da Silva Azevedo Carvalho

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Universitário de Juruti (CJUR), Curso de Bacharelado em Agronomia Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/1446827399253016>

Josiel Pereira Lima

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Universitário de Juruti (CJUR), Curso de Bacharelado em Agronomia Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/4420170483789353>

Márcia da Silva Pereira

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Universitário de Juruti (CJUR), Curso de Bacharelado em Agronomia Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/3462751610340358>

Inês Ariane de Paiva Câncio

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Universitário de Juruti (CJUR), Curso de Bacharelado em Agronomia Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/7189894932220927>

Fábio de Lima Gurgel

Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental Belém-Pará
<http://lattes.cnpq.br/3030948234409218>

Romeo de Carvalho Andrade Neto

Pesquisador da Embrapa Acre Rio Branco-Acre
<http://lattes.cnpq.br/3472473041556265>

Fábio Gelape Faleiro

Pesquisador da Embrapa Cerrados Brasília-Distrito Federal
<http://lattes.cnpq.br/9679761162805267>

Michelly Rios Arévalo

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA),
Campus Universitário de Juruti (CJUR),
Curso de Bacharelado em Agronomia
Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/9084234962228553>

Dayse Drielly Souza Santana Vieira

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA),
Campus Universitário de Juruti (CJUR),
Curso de Bacharelado em Agronomia
Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/2057759102444626>

Celeste Queiroz Rossi

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA),
Campus Universitário de Juruti (CJUR),
Curso de Bacharelado em Agronomia
Juruti-Pará
<http://lattes.cnpq.br/4242217997345355>

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da calagem nas características químicas do solo e no desenvolvimento inicial de mudas de maracujazeiro no oeste do Pará. O solo utilizado foi o Latossolo amarelo, representativo da região e a coleta foi realizada na camada de 20 cm de profundidade. O experimento foi conduzido na casa de vegetação em DIC com seis tratamentos, a saber: T1: NC = 100% 30 e dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico; T5: solo puro como testemunha; T6: Solo com super calagem com 5 repetições para cada tratamento, um total de 30 unidades experimentais. A NC (necessidade de calagem) é o quanto de corretivo se deve aplicar para neutralizar a acidez do solo, levando em consideração a condição inicial até a que se deseja atingir. A cultivar de maracujazeiro utilizada foi a BRS Sol do Cerrado, e a quantidade de calcário foi recomendada pelo Manual de Adubação e Calagem do Estado do Pará para a cultura do maracujazeiro. O calcário foi aplicado e homogeneizado ao solo com 30, 60 e 90 dias antes do transplântio das mudas de maracujazeiro. As variáveis mensuradas foram: altura da planta (cm); número de folhas; diâmetro do caule (mm); e após o período do desenvolvimento inicial, as mudas foram retiradas dos vasos e a parte aérea foi separada das raízes e foram avaliados o peso fresco e peso seco da parte aérea (g); peso fresco e peso seco da raiz (g); e volume da raiz (ml). Também foram quantificados os teores de Ca, Mg, Al, H+Al nas amostras de solo após o período de incubação do calcário. Observaram-se resultados significativos relacionados às características químicas do solo para o tratamento T6 (Super calagem), demonstrando que a dose influenciou os teores de Al; Ca; Mg; H + Al; pH. Para as características vegetativas da planta, em todas as variáveis analisadas, o tratamento T4 (solo puro e esterco bovino) apresentou melhores resultados.

PALAVRAS - CHAVE: Incubação, Acidez do Solo, *Passiflora edulis*.

EFFECT OF LIME ON THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL AND THE DEVELOPMENT OF PASSION FRUIT SEEDLINGS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of liming on the chemical characteristics of the soil and on the initial development of passion fruit seedlings in western Pará. The soil used was Yellow Latosol, representative of the region, and the collection was carried out in a layer of 20 cm deep. The experiment was carried out in a greenhouse in DIC with six treatments, namely: T1: NC = 100% 30 and days of incubation; T2: NC= 100% and 60 days of incubation; T3: NC 100% and 90 days of incubation; T4: Soil with Organic Fertilizer; T5: pure soil as control; T6: Soil with super liming with 5 replications for each treatment, a total of 30 experimental units. The passion fruit cultivar used was BRS Sol do Cerrado, and the amount of limestone was recommended by the Manual of Fertilization and Liming of the State of Pará for the passion fruit crop. Limestone was applied and homogenized to the soil 30, 60 and 90 days before transplanting the passion fruit seedlings. The variables measured were: plant height (cm); number of sheets; stem diameter (mm); and after the period of initial development, the seedlings were removed from the pots and the aerial part was separated from the roots and the fresh weight and dry weight of the aerial part (g) were evaluated; fresh weight and dry weight of the root (g); and root volume (ml). The levels of Ca, Mg, Al, H+Al in the soil samples after the limestone incubation period were also quantified. Significant results were observed related to the chemical characteristics of the soil for the T6 treatment (Super liming), demonstrating that the dose influenced the Al contents; Here; Mg; H + Al; pH. For the vegetative characteristics of the plant, in all the analyzed variables, the T4 treatment (pure soil and bovine manure) presented better results.

KEYWORDS: Incubation, Soil Acidity, *Passiflora edulis*.

1 | INTRODUÇÃO

O maracujá é uma cultura pertencente à família Passifloraceae e do gênero *Passiflora*, tem sua origem nos países tropicais e subtropicais, com cerca de 150 espécies conhecidas. Dentre as diversas espécies, as mais comercializadas no Brasil e no mundo são de maracujá- amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), maracujá-roxo (*Passiflora edulis*) e maracujá-doce (*Passiflora alata*). A utilização do maracujá está relacionada principalmente ao setor alimentício, ornamental, medicinal e cosmético (FALEIRO, 2016).

De acordo com Pires *et al.* (2011) o maracujá tem seu valor econômico associado à qualidade dos frutos, produtividade, ao teor de acidez que este promove e rendimento da polpa. O consumo do fruto pode ocorrer de forma in natura ou através de geleias, sucos, polpas e néctar. O maracujazeiro é uma espécie adaptada aos mais diversos tipos de solos, com destaque em solos mais profundos (> 60 cm), bem drenados e ricos em matéria orgânica (RESENDE *et al.*, 2008).

Os solos da região tropical são conhecidos por apresentarem baixa fertilidade, e desta forma, oferecerem baixos teores de nutrientes às plantas. De acordo com Cardoso *et al.* (2015) a aplicação de calcário utilizado na correção de acidez de solos, apresenta resultados benéficos, uma vez que a acidez diminui, os nutrientes como Ca e Mg são

disponibilizados, o alumínio tóxico é neutralizado, além de diminuir a precipitação do P, aumentando a disponibilidade para a absorção das plantas.

A aplicação de esterco bovino é outra prática que garante um melhor desenvolvimento das plantas, Nascimento *et al.* (2016) confirmam em seus estudos sobre os impactos da aplicação de diferentes tipos de adubos no crescimento e produção de maracujazeiro, que a aplicação de esterco bovino promove um maior crescimento vegetal, aumentando a eficácia na absorção de nutrientes e água das plantas.

Considerando a importância da correção do solo, é notável que tal prática seja realizada de forma primordial na implantação de um pomar, garantindo dessa forma, seu maior potencial produtivo, melhorando não somente as características químicas, mas também as físicas e biológicas dos solos. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da calagem nas características químicas do solo e no desenvolvimento inicial de mudas de maracujazeiro no oeste do Pará.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização do experimento e material utilizado

O experimento foi conduzido na casa de vegetação I do Campus Universitário de Juruti, da Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA). A cultivar de maracujazeiro utilizada foi a BRS Sol do Cerrado. O solo utilizado para a montagem do experimento foi um Latossolo amarelo, com textura média, coletado na profundidade de 0-20 cm, no município de Juruti (coordenadas geográficas 02°19'54.32" de latitude S e 56°09'62.61" de longitude O).

A caracterização química do solo utilizado no experimento foi realizada de acordo com a metodologia da Embrapa (2017). Na Tabela 1 está apresentada a caracterização química inicial do solo. Com base nos resultados obtidos, foi calculada a necessidade de calagem, (NC = 4,5 Mg de calcário por ha) utilizando como referência o Manual de Calagem e Adubação do estado do Pará para a cultura do maracujazeiro para alcançar a saturação de bases de 70% (BRASIL *et al.*, 2020).

Prof. cm	M.O dag/dm ³	Ca+Mg	Ca	Al Cmolc/Kg	H+Al	pH	Na	K mg/0-20kg	P
0-20	2	0,4	0,3	1,3	6,5	4,2	0,0	20,0	7,2

Nota: M.O= matéria orgânica. Ca+Mg= Relação cálcio magnésio. Ca=Calcio. Al=Alumínio. H+Al = Acidez potencial. pH=potencial hidrogeniônico. Na= Sódio. K=Potássio. P=Fósforo.

Tabela 1. Resultado da caracterização química inicial do solo utilizado no experimento.

As sementes foram dispostas em sementeiras de plástico e com 50 células, contendo substrato com uma mistura padrão de solo com esterco bovino na proporção de 4:1 (4 partes de solo para 1 parte de esterco). O esterco foi adquirido em uma propriedade próxima e curtido para uso. As sementeiras foram irrigadas diariamente até o momento do transplântio das mudas para os vasos.

2.2 Implantação e condução do experimento

A incubação do calcário ao solo foi realizada com 30, 60 e 90 dias antes do transplântio das mudas, em vasos de plástico com capacidade de 5 litros mantendo-se diariamente a umidade para promover a reação de neutralização do calcário (NC). Após o período de incubação, foi realizado o transplântio das mudas mais vigorosas (20 dias após a semeadura) para os vasos com solo incubado com o calcário.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos, em que os tratamentos consistiram em T1: NC= 100% e 30 dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC= 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico (4:1); T5: solo puro como testemunha, T6: Solo com super calagem (dose 4 vezes maior que a recomendada) e 90 dias de incubação, com 5 repetições para cada tratamento, um total de 30 unidades experimentais.

2.3 Variáveis mensuradas

Durante a condução do experimento, foram mensurados parâmetros vegetativos a cada 7 dias, tais como: a altura da planta, determinada com auxílio de uma trena graduada em metros, medindo a distância entre o colo e o ápice; o número de folhas, utilizando a contagem manual e o diâmetro do caule, que foi mensurado acima do colo da muda com utilização de um paquímetro digital.

Ao final do experimento, 44 dias após o transplântio, as plantas foram retiradas dos vasos e a parte aérea foi separada das raízes com auxílio de uma tesoura de poda e foram avaliados: Peso fresco e peso seco da parte aérea (g). A parte aérea foi colocada em bandejas para que fosse realizada a pesagem em balança digital. Após este processo, as partes aéreas foram colocadas para secar em estufa com temperatura de ar a 70° C por 48 horas, e pesadas para obter o peso seco; peso fresco da raiz (g).

Para obter o peso fresco da raiz, elas foram colocadas em bandejas para serem

pesadas em balança digital; o volume da raiz e peso seco da raiz (g). Para determinar o volume de raiz, elas foram colocadas em provetas graduadas contendo 200 ml de água. Após a adição da raiz à proveta, a diferença do valor aumentado da água correspondeu ao volume da raiz. Após este procedimento, as raízes foram colocadas para secar em estufa com temperatura de ar a 70^a C por 48 horas, e pesadas para obter o peso seco.

A taxa fotossintética (A), a condutância estomática (Gs) e a transpiração (E) foram medidas em folhas maduras, totalmente expandidas, aos 29 dias após o transplante. As medições das trocas gasosas (A, Gs e E) foram realizadas usando um IRGA portátil modelo LCi-T (ADC BioScientific Limited, Reino Unido) a 1000 $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), com temperatura foliar, umidade do ar e concentração de CO₂ ambientes. A medida foi realizada entre 7h:00 e 9h:00 em uma folha de cada planta, sendo 4 plantas por tratamento. A leitura foi gravada quando os valores observados estavam estabilizados.

2.4 Análises dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR. Para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da raiz e volume de raiz, foram utilizadas 5 repetições por tratamento (n = 5). Para às variáveis taxa fotossintética, condutância estomática e transpiração, foram utilizadas 4 repetições por tratamento (n = 4).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado em todos os tratamentos com aplicação de calcário, independente do tempo de incubação uma notável redução dos teores de Al⁺³, bem como o aumento dos teores de Ca⁺² e Mg⁺² em detrimento aos solos que não receberam a calagem. Entre os tratamentos de incubação com 30 dias (T1), 60 dias (T2), e 90 dias (T3) não foram observadas diferenças significativas nas características químicas estudadas, porém para o tratamento com super calagem (T6) houve diferença significativa nos teores de pH, Ca⁺², Mg⁺² e H+Al.

TRATAMENTOS	Antes do cultivo das plantas					
	Al	Ca+Mg	Ca	H+Al	pH	
	cmolc/dm ³					
T1	0,12 b	4,20 b	2,60 b	2,86 a	5,70 b	
T2	0,14 b	4,24 b	2,36 b	3,04 a	5,31 c	
T3	0,19 b	4,60 b	2,52 b	3,05a	5,40 c	
T4	1,46 a	0,90 d	0,23 e	7,77 a	4,67 d	
T5	1,99 a	0,82 c	0,00 c	5,26 a	4,70 d	
T6	0,00 b	6,98 a	4,50 a	0,60 b	6,52 a	
CV%	26,06	6,41	10,05	38,90	2,40	
	Após o cultivo das plantas					
	T1	0,18 c	3,60 b	1,93 bc	3,13 b	5,72 b
	T2	0,18 c	3,70 b	1,83 c	3,08 b	5,92 b
	T3	0,14 c	3,67 b	2,10 b	2,92 bc	5,97 b
	T4	0,90 b	2,30 c	0,80 d	6,19 a	5,20 c
	T5	1,46 a	0,90 d	0,23 e	7,77 a	4,67 d
	T6	0,00 c	6,00 a	3,43 a	1,28 a	7,36 a
	CV%	17,73	9,78	6,22	19,73	2,53

Nota: Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. T1: NC = 100% e 30 dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico; T5: solo puro como testemunha, T6: Solo com super calagem.

Tabela 2 - Características químicas do solo nos vasos após a incubação do calcário (antes do cultivo das plantas) e análise após o cultivo das plantas (realizada no fim do experimento).

O Al é um elemento encontrado em grandes quantidades nos solos tropicais, em sua forma trivalente (Al³⁺), é tóxico para as plantas e pode ocasionar uma redução considerável na produtividade das lavouras. A calagem é a prática menos dispendiosa e eficiente no processo de neutralização do Al, na correção do pH e no fornecimento de Ca e Mg ao solo. Além disso, com o aumento do pH do solo para a faixa de 5,5 a 6,0 diminui os processos de fixação do P e aumenta sua disponibilidade para as plantas (CAIRES *et al.* 2008).

De acordo com os dados obtidos nesse estudo, a aplicação de calcário reduziu os níveis de Al para os tratamentos T1, T2, T3 e T6 não havendo diferença estatística entre eles. Esses resultados corroboram com os Araújo *et al.* (2009) que verificaram um aumento linear do pH do solo com a calagem, tanto em solos argilosos como arenosos, independente da reatividade do calcário utilizado e da dose aplicada. Os autores verificaram ainda que esse aumento nos teores de pH, reduziram linearmente os teores de Al³⁺ presente nos solos.

Para os teores de Ca e Mg, os tratamentos que receberam calagem (T1, T2, T3 e T6) apresentaram aumento em seus teores quando comparados com a análise inicial

do solo para a montagem do experimento. Para os tratamentos T1, T2 e T3 não foi verificada diferença significativa entre eles com média de 2,5 para Ca e de 1,8 para Mg. Já o tratamento T6 apresentou teores de Ca e Mg superiores estatisticamente aos demais tratamentos com calagem, com valores de 4,50 e 2,48 para Ca e Mg, respectivamente. Esse aumento principalmente nos teores de Cálcio está relacionado com o aumento na dosagem do calcário, equivalente a 16,6 Mg de calcário por ha (dose 4 vezes superior a NC).

Marashin *et al.* (2020) estudando as características químicas dos solos com diferentes texturas após a incubação de diferentes doses de calcário verificaram aumento do pH, aumento nos teores de Ca e Mg e diminuição dos teores de Al trivalente com o aumento da dose de calcário aplicada. Duda; Salviano (2007) estudando o efeito da calagem nos solos com 35 dias de incubação, e verificaram que além da elevação do pH, ocorre um aumento nos teores de Ca e Mg em função da dose de calcário adicionada.

Natale *et al.* (2007) verificaram em seus estudos sobre os efeitos da calagem a fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira, que com o aumento da dose do corretivo aplicado houve uma elevação significativa do pH, Ca^{+2} , Mg^{+2} e uma diminuição significativa nos teores de Al^{+3} , com alterações mais intensas quando o calcário foi incorporado até 30 cm de profundidade em área de produção de goiabeira no Município de Bebedouro-SP.

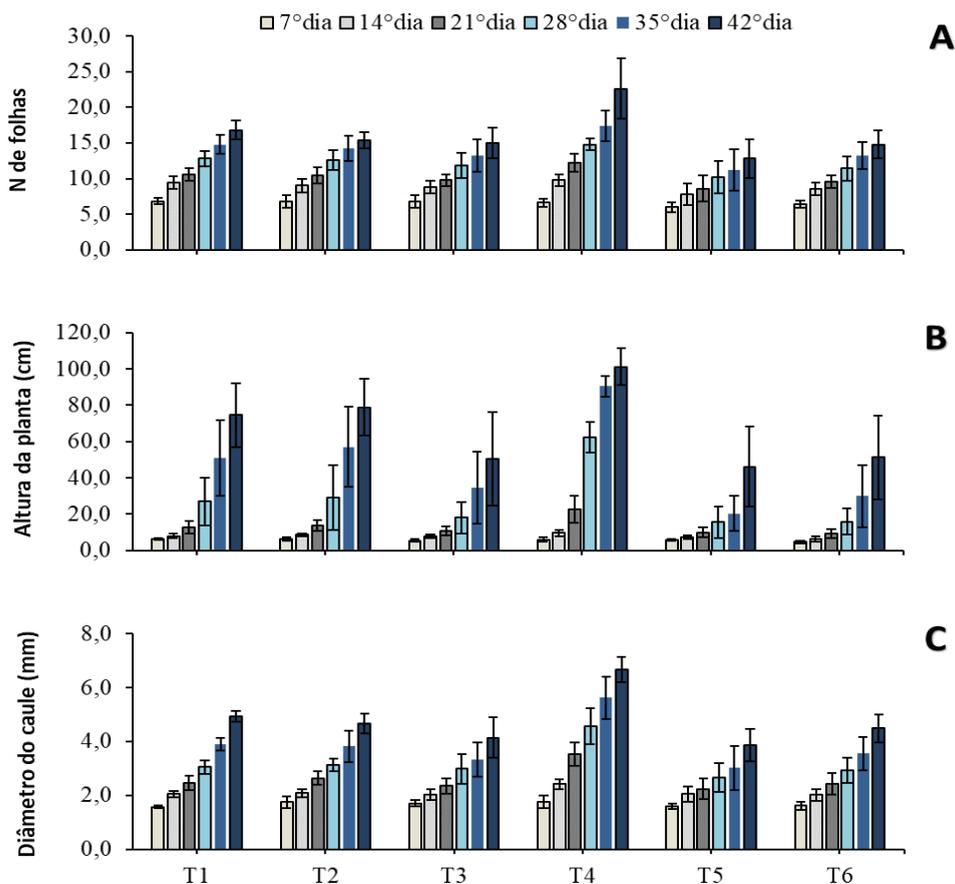
Para os valores do pH, o tratamento T6 (super calagem) apresentou os maiores valores em detrimento dos demais tratamentos. Na análise após o período de incubação do calcário o valor de pH foi de 6,54, e após o experimento, alcançou o nível de 7,36. A faixa ideal de pH para o cultivo de maracujá está em torno de 5,5 a 6,5, nessa faixa de pH todos os macronutrientes e micronutrientes estarão disponíveis para a cultura.

No caso do tratamento com super calagem o teor de pH superou a faixa de pH ideal, o que pode indisponibilizar alguns nutrientes essenciais para o desenvolvimento da planta e promover uma diminuição na produtividade da cultura. Para os tratamentos com incubação de calcário os valores de pH foram 5,70, 5,31 e 5,40 para T1, T2 e T3 respectivamente, valores praticamente dentro dos recomendados para a cultura. Já os tratamentos T4 e T5 apresentaram pH de 4,67 e 4,7 respectivamente. Esse mesmo comportamento de aumento dos teores de pH com a aplicação de calcário foi verificado por diversos autores (ZAMBIASI JÚNIOR, 2016; NATALE *et al.*, 2007; MARASHIN *et al.*, 2020).

A Figura 1 mostra os dados do crescimento das mudas de maracujazeiro durante a condução do experimento. As medidas foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após o transplante das mudas para os vasos. Foram mensurados número de folhas (Figura 1A), altura da planta (Figura 1B) e diâmetro do caule (Figura 1C). Na tabela 3 está apresentado as médias do número de folhas, altura das plantas e diâmetro do caule aos 42 dias. Observou-se que para a variável altura da planta, os tratamentos T4, T1 e T2 não apresentaram diferenças significativas, seguido dos tratamentos T3, T5 e T6, que também

não diferiram dos tratamentos T1 e T2.

Já para as variáveis número de folhas e diâmetro do caule (Tabela 3) o tratamento T4 apresentou maiores médias em relação aos demais tratamentos avaliados. Apesar do tratamento T4 não ter recebido a calagem, a utilização do adubo orgânico (esterco bovino) promoveu um maior aporte de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, além do cálcio e magnésio.



Nota: T1: NC = 100% e 30 dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico; T5: solo puro como testemunha, T6: Solo com super calagem.

Figura 1 Número de folhas (A), altura da planta (B) e diâmetro do caule (C) em função do fornecimento de calcário após 30, 60 e 90 dias de incubação.

TRATAMENTOS	ALTURA				N° DE FOLHAS				DIÂMETRO			
T1	74,60	±	17,69	ab	16,80	±	1,30	b	4,93	±	0,21	b
T2	78,80	±	15,67	ab	15,40	±	1,14	b	4,67	±	0,36	bc
T3	50,40	±	25,66	b	15,00	±	2,12	b	4,14	±	0,74	bc
T4	101,20	±	10,28	a	22,60	±	4,22	a	6,68	±	0,46	a
T5	46,20	±	22,08	b	12,80	±	2,68	b	3,86	±	0,62	c
T6	51,20	±	22,97	b	14,80	±	1,92	b	4,48	±	0,52	bc

Nota: Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. T1: NC = 100% e 30 dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico; T5: solo puro como testemunha, T6: Solo com super calagem.

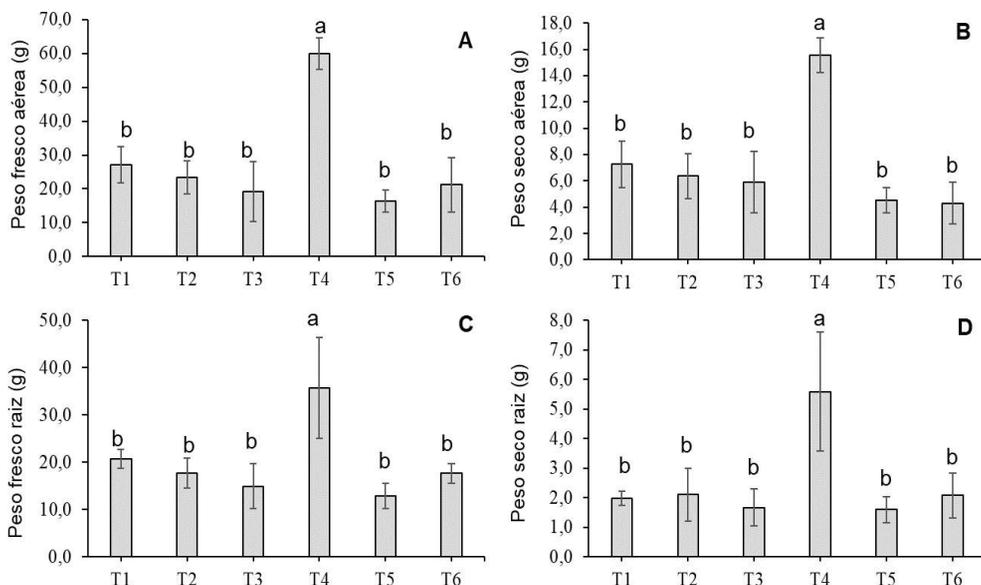
Tabela 3 - Número de folhas, altura da planta, e diâmetro do caule aos 42 dias após o transplântio, nos 6 tratamentos avaliados. Os valores apresentados correspondem a média (n=5) mais ou menos o desvio padrão.

Além do fornecimento nos nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, o esterco também favorece a melhoria nas características físicas do solo, como a estabilidade da estrutura do solo e na manutenção da umidade do solo. Esses resultados corroboram com o trabalho de Nascimento *et al.* (2016), que verificaram que a utilização de esterco bovino promove um maior crescimento vegetal, aumentando a eficácia na absorção de nutrientes e água para as plantas.

Sá *et al.* (2014) estudando a formação de mudas de maracujazeiro com diferentes doses de esterco de caprino verificaram que a adição do esterco na formulação do substrato, estimulou o crescimento das mudas e aumento o diâmetro caulinar. Segundo Gomes (2021), o acréscimo da porcentagem do esterco no substrato para a produção de mudas de maracujazeiro eleva o desempenho das variáveis morfológicas, e formam mudas de qualidade para serem implantadas a campo.

A aplicação do adubo orgânico (T4) junto o solo na produção de mudas de maracujazeiro, mostrou diferença significativa em relação aos demais tratamentos quando avaliado o peso fresco e seco da parte aérea e peso fresco e seco da raiz (Figura 2 A, B, C e D). O maior desenvolvimento das mudas refletiu um aumento da matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas (Figura 2).

O maior acúmulo da massa fresca e massa seca da parte aérea provavelmente aconteceram devido ao fornecimento dos nutrientes à planta via adubo orgânico (T4). O mesmo comportamento foi verificado para a massa fresca e massa seca de raízes e está associado às melhorias causadas na estrutura física e química do solo através da adição de matéria orgânica pelo esterco bovino, tornando maior o desenvolvimento do sistema radicular e consequentemente da parte área da cultura.

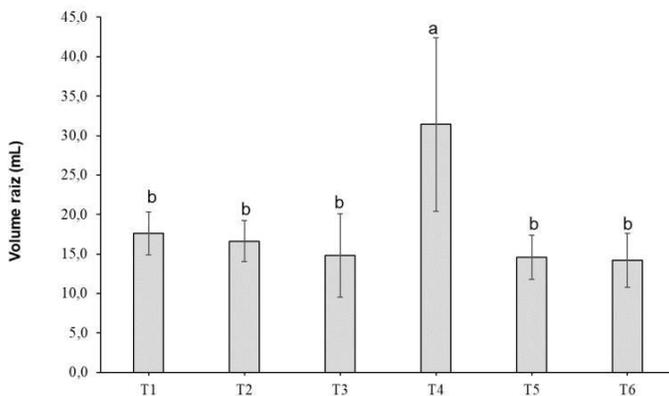


Nota: Médias seguidas de letras distintas em cada tratamento diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. T1: NC = 100% e 30 dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico; T5: solo puro como testemunha, T6: Solo com super calagem.

Figura 2 - Médias do peso fresco da parte aérea (A), peso seco da parte aérea (B), peso fresco da raiz (C) e peso seco da raiz (D).

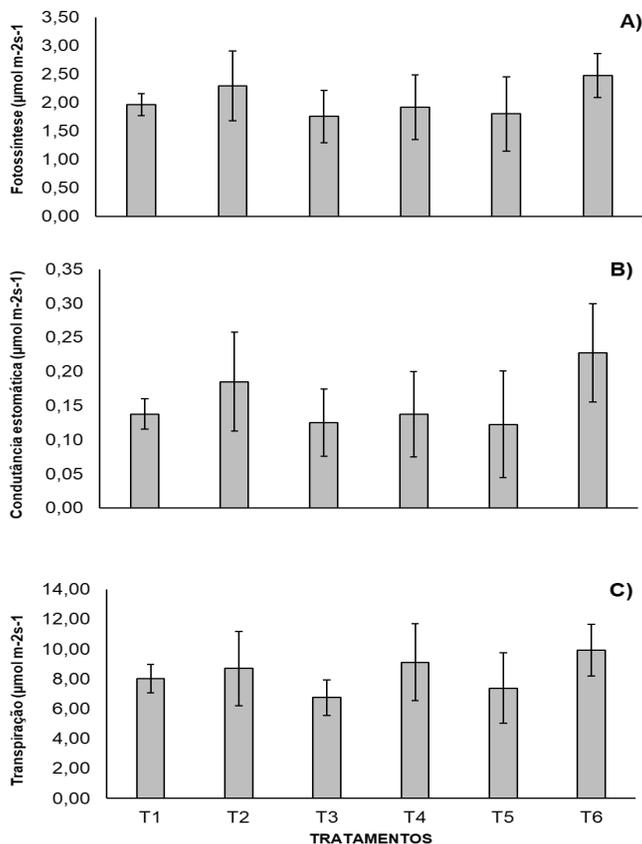
Ao considerar os volumes das raízes (ml), verificou-se que a utilização do esterco bovino junto ao solo (T4) promoveu o aumento significativo do volume de raízes em comparação aos demais tratamentos avaliados, com média de volume superior a 30,00 mL (Figura 3). Esse resultado está provavelmente associado ao acúmulo da massa fresca da raiz, ambos favorecidos pela presença do adubo orgânico e suas melhorias atribuídas ao solo. Em estudo feito por Sá *et al.*, (2014), utilizando esterco em formação de mudas de maracujazeiro amarelo, verificou-se que o comprimento da raiz foi influenciado pelos níveis de esterco caprino na composição do substrato.

Na Figura 4 são apresentados os dados das trocas gasosas das plantas, mensuradas aos 29 dias após o plantio. Não foram verificadas diferenças significativas para condutância estomática (Gs) e transpiração (E), nos diferentes tratamentos com aplicação de calcário. Para a taxa fotossintética (A) (Figura 4A), também não foram verificadas diferenças significativas.



Nota: T1: NC = 100% e 30 dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico; T5: solo puro como testemunha, T6: Solo com super calagem.

Figura 3 - Médias do volume das raízes aos 44 dias após o transplântio nos 6 tratamentos avaliados.



Nota: T1: NC = 100% e 30 dias de incubação; T2: NC= 100% e 60 dias de incubação; T3: NC 100% e 90 dias de incubação; T4: Solo com Adubo Orgânico; T5: solo puro como testemunha, T6: Solo com super calagem.

Figura 4 – Fotossíntese (A), Condutância estomática (B) e Transpiração (C) mensurados aos 29 após o transplântio. As colunas cinzas claro correspondem a média (n=3) e a barra de erro ao desvio padrão.

4 | CONCLUSÃO

A prática da calagem eleva o pH do solo, neutraliza o alumínio tóxico elevando o teor de cálcio e magnésio, proporcionando às plantas condições mais favoráveis para uma maior produtividade da cultura;

Para as condições do experimento não foram observadas diferenças das características químicas do solo nos diferentes tempos de incubação de 30, 60 e 90 dias;

As mudas de maracujazeiro tiveram melhor desenvolvimento vegetativo com tratamento composto por solo e adubo orgânico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. R. S. *et al.* Aplicação de calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33. p. 1755-1764, dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/r/rbcs/a/mc8nPKghfQGRhB7hZB6Z6GN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 dez. 2022.

BRASIL, E. C. *et al.* **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília - DF: Embrapa, 2020. 419 p. Disponível em: [file:///C:/Users/Nazar%C3%A9/Downloads/LV-RecomendacaoSolo-2020%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Nazar%C3%A9/Downloads/LV-RecomendacaoSolo-2020%20(1).pdf). Acesso em: 29 abr. 2022.

CAIRES, E. F. *et al.* Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. **European Journal of Agronomy**, Córdoba, v. 28, n. 1, p. 57-64, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030107000524>. Acesso em: 30 dez. 2022.

CARDOSO, A. A. S. *et al.* Influência da acidez e do teor de fósforo do solo no crescimento inicial do mogno. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 35, n. 81, p. 1–10, 2015. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/667/404>. Acesso em: 26 dez. 2022.

DUDA, G. P; SALVIANO, A. M. Alterações na fertilidade de um latossolo devido à prática da calagem recomendada pelo método de incubação. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 12, n. 1, p. 28-35, 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnpia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/160535/1/Alessandra.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília - DF: Embrapa, 2017. 574 p. ISBN 978-85-7035-771-7. Disponível em: <https://www.infoteca.cnpia.embrapa.br/handle/doc/1085209>. Acesso em: 30 abr. de 2022.

FALEIRO, F. G; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Cerrados-Livro técnico (INFOTECA-E), Brasília, DF: Embrapa, 2016. 341 p. ISBN: 978-85-7035-617-8 Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00085100.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2022.

GOMES, S. C. **Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas a diferentes porcentagens de esterco bovino**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité- PB, 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/19069/SALOM%c3%83O%20CALISTO%20GOMES%20-%20TCC%20LICENCIATURA%20EM%20CI%c3%8ANCIAS%20BIOL%c3%93GICAS%20%20CES%202021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 29 dez. 2022.

MARASCHIN, L.; SCARAMUZZA, J. F.; VIEIRA, C. R. Incubação do calcário e as características químicas de solos com texturas diferentes. **Revista Nativa**, Dourados, v. 8, n. 1, p. 43-51, Sinop. 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/6908/6666>. Acesso em 30 dez. 2022.

NASCIMENTO, J. A. M. *et al*, **S.A.S. The impacts of biofertilizer and mineral fertilization on the growth and production of yellow passion fruit irrigated with moderately saline water**. *Ciência e Investigación Agraria*, v.43, n.2, p.253-262, 2016. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202016000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 26 dez. 2022.

NATALE, W. *et al*. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1475-1485, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/3875>. Acesso em: 30 dez 2022.

PIRES, M. M. *et al*. A. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus, 2011. 237p. ISBN: 978-85-7455-235-4. Disponível em: http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2016/maracuja_avancos_tecnologicos_sustentabilidade.pdf. Acesso em: 28 dez. 2022.

RESENDE, A. V. *et al*. **Manejo do solo, Nutrição e Adubação do Maracujazeiro azedo na Região do Cerrado**. ed. 1. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/30292/1/doc-223.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2022.

SÁ, F. V. *et al*. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo com diferentes doses de esterco caprino e volumes do substrato. **Magistra**. Cruz das Almas – BA, v. 26, n. 482-492, 2014. Disponível em: <https://www3.ufrb.edu.br/magistra/index.php/magistra/article/view/483/262>. Acesso em: 28 dez. 2022.

ZAMBIASI JUNIOR, M. J. **Doses de calcários filler e efeitos na fertilidade do solo, desenvolvimento e produção da soja**. 2016, 51f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Curso de Graduação em Bacharelado em Agronomia - Universidade Federal de Mato Grosso, campus universitário de Sinop, 2016. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/handle/1/704>. Acesso em: 30 dez. 2022.

EFEITO DO CONSÓRCIO MILHO, LEGUMINOSAS E UROCHLOA SP. NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO, NA PRODUTIVIDADE DO MILHO E NA PRODUÇÃO DE PALHADA PARA O SISTEMA PLANTIO DIRETO

Data de aceite: 01/03/2023

Martha Nascimento Castro

<http://lattes.cnpq.br/2367618685291635>

Orivaldo Arf

<http://lattes.cnpq.br/2359995407903863>

Rodrigo Martinez Castro

<http://lattes.cnpq.br/2375264508335209>

RESUMO: O estudo envolvendo consórcio de milho com leguminosas e *Urochloa* foi instalado em novembro de 2018 em área anteriormente cultivada com feijão no período de inverno, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e 5 tratamentos assim constituídos: 1 - Milho exclusivo; 2 - Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3 - Milho + Guandu; 4 - Milho + *Urochloa ruziziensis* e 5 - Milho + *Urochloa brizantha*. A *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* foram semeados nas entrelinhas do milho por ocasião da implantação da cultura em campo. Após a dessecação da cobertura vegetal existente na área, foi realizada a implantação das culturas. O milho em cultivo exclusivo foi implantado com espaçamento de 0,85m e 5,8 sementes/m. A *Crotalaria spectabilis*,

Guandu, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* em consórcio com o milho foram semeados nas entrelinhas distantes 0,45m das linhas de milho, utilizando-se 30 sementes viáveis por metro, 15 sementes viáveis por metro, 8 e 8 kg por hectare, respectivamente. A adubação mineral nos sulcos de semeadura do milho e em cobertura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Rajj e Cantarella (1996) e de Oliveira et al. (2010). Pelos dados obtidos pode-se concluir que: consórcio entre milho e leguminosas e/ou gramíneas além de não reduzir a produtividade de grãos de milho, promoveu aumento da massa seca sobre o solo e da quantidade acumulada de macronutrientes que beneficiarão cultivos em sucessão ou em rotação no sistema plantio direto.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., consórcio, plantas de cobertura, *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan*.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agrícola considerados intensivos são caracterizados pelo monocultivo, sucessão

de culturas e pelo uso insumos químicos, em larga escala, em especial os fertilizantes. Mais recentemente, a demanda por sustentabilidade dos processos produtivos utilizadores dos recursos naturais inclui a conscientização ambiental ecológica. Nesse sentido a utilização do plantio direto e coberturas vegetais são exemplos de tecnologias que contribuem para a conservação de um importante recurso natural que é o solo. Por essa razão, torna-se interessante a consorciação entre culturas, prática que envolve a semeadura de duas ou mais espécies numa mesma área, como por exemplo, milho com gramíneas e /ou milho com leguminosas.

As espécies leguminosas, devido a sua capacidade de fixação simbiótica do N atmosférico, aumentam a disponibilidade de nitrogênio no solo, a sua absorção pela planta e por apresentar palhadas de baixa relação C/N, sua decomposição é relativamente rápida, com expressiva e vantajosa disponibilização de nitrogênio para as culturas subsequentes. Por outro lado, as gramíneas, como exemplo as Urochloas, produzem expressiva quantidade de matéria seca por área, contribuem na manutenção de níveis maiores de matéria orgânica no solo, comparadas às leguminosas, devido a sua alta relação C/N e ao alto teor de lignina composição de sua fitomassa. Além disso, outros benefícios podem ser obtidos para o sistema de produção, como a ciclagem de nutrientes e o manejo de nematóides pelo consórcio entre gramíneas e leguminosas (Kappes ; Zancanaro 2015). Espécies forrageiras perenes como as do gênero Urochloa, são indicadas, pois além de fornecer relevante quantidade de matéria seca, que é fundamental para o SPD, apresenta alta relação C/N, o que contribui para a redução da velocidade de decomposição da palha, indicado para regiões mais quentes, uma vez que promovem a proteção do solo contra erosão e radiação solar direta (Chioderoli et al. 2012). Nos sistemas consorciados a compatibilidade de desenvolvimento vegetal entre as espécies a serem utilizadas é importante, pois as gramíneas tropicais exibem maior desempenho fotossintético para crescer, e as espécies leguminosas possuem eficiente habilidade para agregar nitrogênio ao sistema de produção. Dentre as tecnologias utilizadas na cultura do milho, menciona-se o sistema plantio direto (SPD), com o objetivo de reduzir custos de produção aliado à melhoria na qualidade dos solos e a um modelo de produção sustentável. Esse sistema de manejo conservacionista é caracterizado por integrar prática de semeadura em solo minimamente revolvido, rotação de cultura e manutenção da palha na superfície (Albuquerque et al. 2013). Resultados de pesquisas recentes têm demonstrado que a produtividade do milho pode ser beneficiada pelo consórcio entre gramíneas e leguminosas, além de promover ganhos em qualidade física, química e biológica ao solo que influenciam o desempenho agrônomo das culturas subsequentes. Com isso, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do consórcio do milho com leguminosas nos componentes de produção, produtividade do milho e na produção de palhada para o sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o ano agrícola de 2018/2019 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho-escuro, epi-eutrófico álico, textura argilosa (EMBRAPA 2018). O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). O estudo foi realizado em área onde o plantio direto foi iniciado há mais de 17 anos e no período de maio a agosto de 2018 esteve ocupada com a cultura do feijão. Antes da instalação projeto foram coletadas amostras de solo da área experimental para caracterização química do local do experimento na camada de 0-0,20 cm, de acordo com método proposto por Raij et al. (2001). A análise da fertilidade do solo apresentou os seguintes valores:

P	M.O	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂			mmol _c /dm ³				(%)
22	26	4,8	2,5	23	15	34	2	74,5	54
		S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
		(mg/dm ³)							
		5	0,23	3,2	34	35,7	4,2		

Tabela 1 – Caracterização dos atributos químicos do solo na profundidade de 0-0,20 m.

A *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *U. ruzizensis* e *U. brizantha* foram semeados nas entrelinhas do milho por ocasião da implantação da cultura em campo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com dimensões de 7,2 x 15 m, com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por milho em cultivo solteiro ou consorciado. Os tratamentos foram assim constituídos: 1-Milho exclusivo; 2-Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3-Milho + guandu; 4- Milho + *Urochloa ruzizensis* ; 5-Milho + *Urochloa brizantha*. Cada parcela foi constituída de 8 linhas espaçadas 0,85 m entre si com 15 metros de comprimento. A área útil de avaliação foi constituída pelas linhas centrais (6 linhas), desprezando-se 0,5 m nas extremidades. O experimento envolvendo consórcio de milho com leguminosas e *Urochloa ruzizensis* foi instalado em novembro de 2018 em área anteriormente (período de inverno) cultivada com feijão, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e 05 tratamentos assim constituídos: 1-Milho exclusivo; 2-Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3-Milho + guandu; 4-Milho + *Urochloa ruzizensis* e, 5-Milho + *Urochloa brizantha*. Após a dessecação da cobertura vegetal existente na área, foi realizada a implantação das culturas. O milho híbrido AG 7098 Pro2 HS Precoce foi

semeado em 12/11/2018 e a emergência ocorreu em 17/11/2018. No cultivo exclusivo foi implantado em espaçamento entrelinhas de 0,85m com 5,8 sementes/m. As sementes foram tratadas industrialmente com: Maxin Advanced (fludioxonil 2,5% + metalaxil M 2,0% + tiabendazol 15%) - 100 ml/100 kg de sementes; K obiol 25 CE (deltametrina 2,5%) – 8 ml/100 kg de sementes; Actellic 500CE (pirimifós metílico) – 1,6 ml/100 kg de sementes. As plantas de cobertura *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* em consórcio com o milho foram semeadas utilizando matracas nas entrelinhas do milho, utilizando-se 30 sementes viáveis por metro, 15 sementes viáveis por metro, 8 e 8 kg por hectare, respectivamente. Entre as parcelas foi mantido um espaço livre de 1,00m. A semeadura das plantas de cobertura ocorreu em 20/11/2018 nas entrelinhas do milho e a emergência deu-se em: 26/11/2018 para a *Crotalaria spectabilis* e Guandu e 29/11/2018 para *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha*. As sementes de Guandu e *C. spectabilis* foram tratadas com o produto Standak Top, utilizando 2ml do produto comercial por kg de sementes.

A adubação mineral nos sulcos de semeadura do milho e em cobertura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Raij e Cantarella (1996) e de Oliveira et al. (2010). Na semeadura do milho foi empregada adubação de 300 kg/ha da formulação 08-28-16. Não foi realizada adubação de semeadura para as plantas de cobertura. Avaliou-se a matéria seca de plantas de milho, por ocasião do pendoamento das plantas onde foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado, na área útil de cada parcela. As plantas foram levadas ao laboratório, acondicionadas para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70°C até atingir massa em equilíbrio. A matéria seca de plantas de cobertura foi determinada por ocasião do pendoamento das plantas de cobertura foram coletadas 1 m de linha de plantas em 2 locais, na área útil de cada parcela (*Crotalaria* e guandu) e uma área de 0,5 x 0,5 m nas entrelinhas do milho no caso das *Urochloas*. As plantas foram levadas ao laboratório, acondicionadas para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70°C até atingir massa em equilíbrio. A matéria seca de milho por área (kg ha⁻¹) foi estimada em função da matéria seca de plantas e levantamento da população através da contagem do número de plantas em 5 m de linha, em 4 pontos ao acaso, na área útil de cada parcela. A população final de plantas de milho foi determinada pela contagem do número de plantas em 2 linhas de 5m na área útil de cada parcela, no final do desenvolvimento da cultura. Os componentes de produção do milho foram determinados no período de colheita, pela coleta das espigas de 10 plantas em local pré-estabelecido, na área útil de cada parcela para determinação dos seguintes parâmetros: a) massa da espiga despalhada: determinada pela relação massa total das espigas/número de espigas; b) massa do sabugo: determinado pela relação massa total dos sabugos/número de sabugos; c) massa de grãos espiga⁻¹: determinado pela diferença de massa entre as espigas e os sabugos. Determinou-se a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) por meio da coleta das espigas

das plantas de 15m de linha, da área útil de cada parcela, que após a trilha mecânica, os grãos obtidos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida). A matéria seca da cobertura vegetal foi obtida por ocasião do manejo das plantas de milho e das coberturas vegetais (desintegração mecânica). Avaliou-se a produção de massa de matéria seca de parte aérea por meio de amostragens ao acaso com quadrante de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) em dois pontos representativos de cada parcela. Em seguida, o material fragmentado coletado foi submetido à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar à temperatura de 60±5 °C, até atingir massa constante. A produção de massa de matéria seca de parte aérea foi obtida, dessa maneira, pela média aritmética entre os dois pontos amostrados, com os valores médios extrapolados para kg ha⁻¹. Determinou-se a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio nas coberturas vegetais após a avaliação de produção de massa de matéria seca de parte aérea, coletando-se, uma subamostra de aproximadamente 30 g de cada parcela. As determinações de tais nutrientes foram realizadas em Laboratório da UNESP – Ilha Solteira, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), com os resultados expressos em g kg⁻¹ de N, P e K. O nitrogênio, fósforo e potássio acumulados pelas coberturas vegetais foram obtidos pelo produto da concentração dos respectivos nutrientes determinados nas subamostras (g kg⁻¹) e a produção de massa de matéria seca de parte aérea das coberturas vegetais (kg ha⁻¹), com os resultados estimados em kg ha⁻¹ de N, P e K. A concentração de carbono orgânico nas coberturas vegetais foi determinada após a avaliação de produção de massa de matéria seca da parte aérea, coletando-se, uma subamostra de aproximadamente 30 g de cada parcela. A determinação foi realizada de acordo com a metodologia descritas por Tedesco et al. (1995). Determinou-se a relação C/N dos restos culturais, após a avaliação do teor de nitrogênio e de carbono orgânico, em cada amostra de massa seca de plantas provenientes dos diferentes tratamentos envolvendo a cultura do milho solteiro ou milho consorciado com *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis*. Na análise estatística das variáveis avaliadas, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as coberturas vegetais de acordo com Pimentel Gomes e Garcia (2002). As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa de análise estatística SISVAR (Ferreira 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O florescimento feminino das plantas de milho ocorreu em 06/01/2019, aos 50 dias após a emergência das plantas (DAE) e a colheita foi realizada em 23/03/2019, aos 131 dias após a emergência das plantas. Os valores de precipitação pluvial, temperatura mínima e máxima durante o ano agrícola de desenvolvimento do estudo estão apresentados na Figura 1.

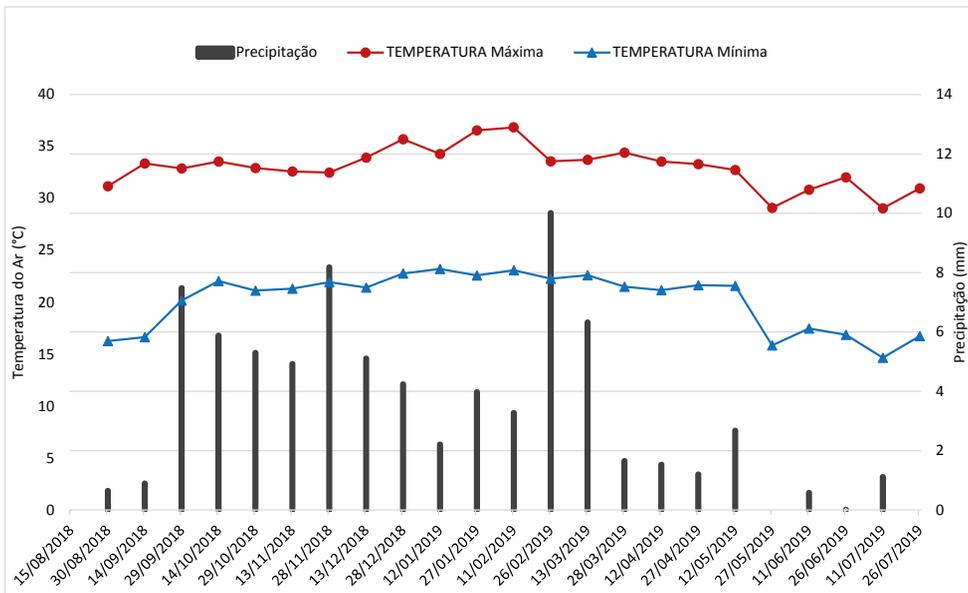


Figura 1 – Valores quinzenais de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima do ar (°C), coletadas no período de agosto de 2018 a julho de 2019, Selvíria – MS, 2018/19.

CONCLUSÕES

É possível observar que a distribuição de chuvas durante o desenvolvimento das plantas (outubro a março) foi relativamente uniforme com menor necessidade de complementação no fornecimento de água via irrigação. O milho é uma cultura exigente em água podendo consumir em média 600 mm por ciclo. A literatura relata, para milho do tipo precoce, consumos de 370 a 480 mm por ciclo em condições de demanda evaporativa considerada baixa ($ET_0 \leq 2\text{mm/dia}$). O consumo de água pela planta, nos estádios iniciais de crescimento, em regiões de clima quente e seco, raramente excede 2,5 mm/dia. Durante o período compreendido entre o espigamento e a maturação, o consumo pode se elevar para 5 a 7,5 mm diários (EMBRAPA 2019). No período compreendido entre 13/11/2018 a 28/03/2019 (ciclo completo da cultura do milho) houve precipitação de aproximadamente 50 mm, que somada ao conteúdo de água disponível no solo e o fornecimento via irrigação favoreceram o adequado aporte de água para o desenvolvimento da cultura. As temperaturas mínimas e máximas durante o ciclo de desenvolvimento do milho solteiro ou consorciado estiveram entre 14 e 36° C, respectivamente. De acordo com a Embrapa (2019) a temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está compreendida entre 24°C e 30°C sendo que neste estudo a média de temperatura aferida para o período destacado foi de 33°C. Os resultados obtidos para massa seca de plantas de milho por ocasião do florescimento feminino, das coberturas vegetais por ocasião da colheita do milho e massa seca total, estão apresentados na Tabela 1. Para a

massa seca de plantas de milho não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já Correia et al. (2013) estudaram o consórcio de milho com *U. ruziziensis* e sua influência no desenvolvimento das plantas de milho e capacidade de produção de matéria seca pela forrageira. Os autores verificaram que embora as plantas do tratamento de milho em consórcio apresentassem maior altura que as plantas de milho exclusivo, esse comportamento não influenciou produção de massa seca de plantas de milho. A massa seca de plantas de cobertura sofreu influência dos tratamentos estudados e a menor produção de massa seca foi obtida do consórcio do milho com *U. brizantha* (1.459 kg ha^{-1}), todos os demais consórcios proporcionaram uma produção de massa seca de plantas de cobertura superior a 2.300 kg ha^{-1} . Resultados encontrados por Costa et al. (2014b) mostram que *U. brizantha* produziu mais de massa seca que *U. ruziziensis* em tratamentos consorciados com o milho. Sendo que a primeira espécie de capim chegou a produzir 900 kg ha^{-1} a mais que a segunda. Tal comportamento pode haver ocorrido em virtude do sombreamento que o consórcio com a cultura do milho pode proporcionar, fazendo com que algumas espécies forrageiras diminuam sua taxa de acúmulo de massa seca. A respeito da massa seca total, o teste F apontou que com 5% de probabilidade houve diferença entre os tratamentos, porém essa diferença não foi detectada pelo Teste de Tukey. O que se pode verificar é que o consórcio de milho com *C. spectabilis*, Guandu e *U. ruziziensis* produziram massa seca total superior a $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$. O milho solteiro e o consorciado com *U. brizantha* produziram os menores valores de massa seca total, pouco mais de 8.600 kg ha^{-1} . Arf et al. (2018) avaliaram as características agrônomicas, a produção de massa e a produtividade do milho, em plantio direto, consorciado com gramínea e leguminosas. Os autores verificaram que para massa seca total observou-se menor valor para o tratamento com milho exclusivo com 8.157 e 7.384 kg ha^{-1} , respectivamente para o primeiro e segundo ano de cultivo. Observaram, também, que os tratamentos consorciados produziram massa seca variando de $11,27 \text{ t ha}^{-1}$ a $13,68 \text{ t ha}^{-1}$ promovendo incremento de 45% e 69% na massa seca total.

Tratamentos	Massa seca de plantas de milho (kg ha ⁻¹)	Massa seca das plantas de cobertura (kg ha ⁻¹)	Massa seca total (kg ha ⁻¹)
Milho	8.675	-	8.675
Milho + <i>C. spectabilis</i>	7.829	2.604a	10.434
Milho + Guandu	7.690	2.581a	10.272
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	7.710	2.383a	10.093
Milho + <i>U. brizantha</i>	7.302	1.459b	8.761
F	1,89 ^{ns}	12,76 ^{**}	3,60 [*]
DMS	-	668,82	2,035
CV	9,38	13,42	9,36

**; * e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 1- Massa seca das plantas de milho por ocasião do florescimento feminino, massa seca das plantas de cobertura no dia da colheita do milho e massa seca total obtida em milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de população final de plantas, massa de espiga despilhada e massa de sabugo estão apresentados na Tabela 2. Pelos dados verifica-se que a população final de plantas de milho não foi influenciada pelos tratamentos, ou seja, o consórcio com *U. ruziziensis* e *U. brizantha*, Guandu e *C. spectabilis* não reduziram a população final de plantas de milho na área. Os tratamentos utilizados tampouco influenciaram na massa de espiga despilhada e massa seca de sabugo. Comportamento semelhante foi encontrado para os resultados obtidos por Arf et al. (2018) que avaliaram o comportamento do milho solteiro ou em consórcio *Crotalaria spectabilis*, guandu, feijão-de-porco e *U. ruziziensis*. Os autores verificaram que os tratamentos estudados não promoveram influência significativa na população final de plantas de milho e nem tampouco na massa de espiga despilhada. O que numericamente foi possível destacar é que o tratamento com milho exclusivo produziu maior população final de plantas, nos dois anos de estudo (61.231 e 63.888 plantas ha⁻¹) e maior massa de espiga despilhada (220,6 e 181,9g) em relação aos tratamentos consorciados.

Tratamentos	População final de milho (plantas ha ⁻¹)	Massa de espiga despalhada (g)	Massa seca de sabugo (g)
Milho	54.259	212,3	26,0
Milho + <i>C. spectabilis</i>	54.074	212,3	25,9
Milho + Guandu	55.185	204,9	24,4
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	55.740	209,7	25,9
Milho + <i>U. brizantha</i>	55.185	208,8	25,6
F	0,68 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,80 ^{ns}
DMS	-	-	-
CV	3,09	5,31	6,11

ns – não significativo pelo teste F.

D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 2- População final, massa seca de espiga despalhada e massa seca de sabugo obtida em milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de massa de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos estão apresentados na Tabela 3. Pelos dados verifica-se que não houve diferenças entre os tratamentos para os três componentes de produção avaliados, embora, na produtividade de grãos, numericamente, os valores obtidos no tratamento com milho em consórcio com a leguminosa guandu seja 3,5% maior que a média dos demais tratamentos estudados. Segundo Freitas et al. (2013) as variáveis número de espigas (NE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileiras (NGF), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) são poucas influenciadas por fatores externos tendo alto controle genético.

Sobre os componentes de produção do milho (população de plantas por hectare, número de espigas por hectare, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira na espiga, número de grãos na espiga e massa de 100 grãos), Garcia et al. (2013b) verificaram que não foram influenciados significativamente pelo consórcio do milho com as forrageiras *U. brizantha* e *U. ruziziensis*. Os autores verificaram, ainda, que tampouco houve diferenças significativas na produtividade de grãos entre os tratamentos do milho solteiro e do milho consorciado com forrageiras do gênero *Urochloa*, mesmo com médias superiores nos consórcios em relação ao milho solteiro. Para Gimenes et al. (2008) a massa de grãos é influenciada diretamente pela translocação de fotoassimilados, sendo que a quantidade é diretamente proporcional ao tempo de duração do período de enchimento de grãos. Correia et al. (2013) que estudaram o desenvolvimento das plantas de milho exclusivo ou em consórcio com *U. ruziziensis* encontraram que o consórcio de milho com a forrageira não comprometeu a produtividade de grãos da cultura (9.248 kg ha⁻¹) a qual não diferiu estatisticamente do tratamento com milho exclusivo que produziu 9.164 kg ha⁻¹. Os dados meteorológicos apresentados na Figura 1 demonstraram que o milho não foi prejudicado pela competição com as forrageiras por água, luz e nutrientes. Durante o desenvolvimento

da cultura não houve déficit hídrico; a precipitação foi de aproximadamente 1.161 mm. Desta forma, diminuiu a competição entre plantas pelo fator água. O que permitiu uma boa produtividade no consórcio da cultura de milho com as forrageiras foi o diferencial de tempo e espaço, no acúmulo de biomassa entre espécies. A ausência de diferença significativa para a variável produtividade de grãos é um resultado relevante do ponto de vista em que se analisa que os diferentes tratamentos de consórcio estudados não foram responsáveis por promover eventuais reduções na produtividade do grão, destacando, portanto, a viabilidade dessas espécies em sistemas de produção, como a integração lavoura-pecuária (ILP).

Tratamentos	Massa de grãos por espiga (g)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Milho	186,3	31,92	9.639
Milho + <i>C. spectabilis</i>	186,3	33,12	9.627
Milho + Guandu	180,5	32,46	10.085
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	184,7	31,65	9.951
Milho + <i>U. brizantha</i>	183,2	31,99	9.771
F	0,25 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,44 ^{ns}
DMS	-	-	-
CV	5,24	3,17	6,13

ns – não significativo pelo teste F.

D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 3- Massa de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos obtidos em milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de massa seca total após a colheita do milho, percentagem de carbono e relação C/N estão apresentados na Tabela 4. Com relação aos valores de massa seca total verifica-se que o milho em consórcio sofreu influência significativa dos tratamentos e apresentaram maior valor comparativamente ao milho solteiro. Na média os tratamentos de milho em consórcio com *C. spectabilis*, Guandu, *U. ruziziensis* e *U. brizantha* produziram, respectivamente, 3.606, 3.434, 3.764 e 2.235 kg ha⁻¹ de massa seca a mais em relação ao milho solteiro. Os dados reforçam os encontrados por Coletti et al. (2013) os quais verificaram que a matéria seca total de plantas foi significativamente maior no consórcio milho + *Urochloa decumbens* (10.684 kg ha⁻¹) e milho + *Urochloa ruziziensis* (9.939 kg ha⁻¹) em comparação ao milho solteiro (5.577 kg ha⁻¹). Em relação à percentagem de carbono na massa seca de plantas, os dados analisados permitem inferir que o milho consorciado com *C. spectabilis* obteve maiores valores e estatisticamente significativos em relação aos demais tratamentos. Verificou-se, também, que os valores de carbono são menores no consórcio do milho com *U. brizantha*. Quanto à relação C/N, não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados. De maneira geral,

numericamente, o maior valor de relação C/N foi obtido no tratamento do milho consorciado com *C. spectabilis*, apesar da literatura apontar que relações C/N são mais estreitas entre gramíneas e leguminosas. A relação C/N é um parâmetro importante em estudos que envolvem potencial de forrageiras em produzir palha para dar suporte ao sistema de plantio direto e também potencial oferta de nutrientes aportados ao solo quando da decomposição deste material. Valores de relação C/N inferiores a 25 indicam decomposição mais rápida do material, assim tem-se que tais valores serão mais altos quando envolvem gramíneas e, portanto, essa decomposição se dá de forma mais lenta. Valores de relação C/N serão menores quando da presença de espécies leguminosas, indicando uma decomposição mais rápida da palhada (Teixeira et al. 2011). Neste trabalho, embora os efeitos dos tratamentos estudados não tenham influenciado significativamente os valores de relação C/N, pode-se verificar que os resultados encontrados para este parâmetro foram superiores a 36. Isso indica que a palhada resultante do plantio do milho exclusivo ou consorciado com gramíneas e leguminosas constitui-se como um material cuja degradação pelos microrganismos do solo será mais lenta, assim como a ciclagem de nutrientes o será.

Tratamentos	Massa seca total (kg ha ⁻¹)	Carbono (g kg ⁻¹)	Relação C/N
Milho	7.116 b	428ab	38
Milho + <i>C. spectabilis</i>	10.722a	443a	44
Milho + Guandu	10.550a	427ab	38
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	10.880a	432ab	37
Milho + <i>U. brizantha</i>	9.351a	404b	36
F	12,61**	3,14*	0,87 ^{ns}
DMS	2.002	36,85	-
CV	9,13	3,83	16,76

**,* e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 4- Massa seca das plantas de milho solteiro ou em consórcio após a colheita do milho, quantidade de carbono e relação C/N logo após o manejo das plantas de milho ou milho+gramínea ou leguminosa. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios referentes aos teores de nitrogênio, fósforo e potássio obtidos na massa seca do milho ou milho consorciado com gramíneas e leguminosas estão apresentados na Tabela 5. Para o nitrogênio e o fósforo, embora não ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos, percebe-se que, numericamente, os valores de nitrogênio obtidos nos tratamentos milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. brizantha* apresentaram maiores valores, ou seja, 9,57 e 9,17 g kg⁻¹, respectivamente. O menor valor de nitrogênio observado foi o encontrado na massa seca de milho consorciado com *C.*

spectabilis (7,77 g kg⁻¹). Com relação ao fósforo, o consórcio do milho com *U. ruziziensis* e *U. brizantha* proporcionou valores de fósforo, na massa seca, pouco superior aos demais tratamentos (1,42 e 1,27 g kg⁻¹, respectivamente). Sobre o potássio na massa seca, o teste F apontou que com 5% de probabilidade houve diferença entre os tratamentos, porém essa diferença não foi detectada pelo Teste de Tukey. O que se pode verificar é que, numericamente, o consórcio de milho com *U. ruziziensis* produziu o maior valor de potássio na massa seca (13,95 g kg⁻¹). O menor valor de potássio foi o encontrado na massa seca do milho consorciado com guandu (9,07 g kg⁻¹). Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os encontrados por Coletti et al. (2013) que não observaram diferenças nos teores de N, P, K na massa seca de plantas de milho quando solteiro ou em consórcio. Os autores afirmam que em condições consorciadas, desde que bem realizadas, a competição por nutrientes é pequena entre as culturas envolvidas. Comparando os resultados obtidos nos consórcios, com os teores descritos como adequados por Bull et al. (1993), os teores de N, P e K estão abaixo do intervalo preconizado para a cultura do milho (N: 27,5-32,5; P: 1,9-3,5; K: 17,5-29,7 g kg⁻¹) embora o teor de P esteja mais próximo do desejável. Garcia et al. (2013) verificaram que não houve diferença significativa para o teor N foliar entre o cultivo do milho solteiro e as diferentes modalidades de consórcio com forrageiras (*B. brizantha* e *B. ruziziensis*), demonstrando a não competição das forrageiras com o milho em consórcio sobre a absorção desse nutriente. Deve-se ressaltar também que os teores de N foliares ficaram dentro da faixa adequada (27 a 35g kg⁻¹ de MS), como descrito para o milho por Cantarella et al. (1997).

Tratamentos	Nitrogênio (g kg ⁻¹)	Fósforo (g kg ⁻¹)	Potássio (g kg ⁻¹)
Milho	8,82	1,05	13,50
Milho + <i>C. spectabilis</i>	7,77	1,05	9,72
Milho + Guandu	8,95	1,07	9,07
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	9,57	1,42	13,95
Milho + <i>U. brizantha</i>	9,17	1,27	12,80
F	0,73 ^{ns}	2,32 ^{ns}	3,60
DMS	-	-	5,35
CV	17,70	18,86	20,11

**,* e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 5- Teores de nitrogênio, fósforo e potássio obtidos na massa seca do milho e/ou milho+coberturas vegetais logo após a colheita do milho solteiro ou consorciado com gramínea e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de nitrogênio, fósforo e potássio acumulados na massa seca do milho e milho consorciado com gramíneas e leguminosas estão apresentados na Tabela

6. Para o nitrogênio, o tratamento constituído de milho consorciado com *U. ruziziensis* apresentou, estatisticamente, o maior valor de acúmulo desse nutriente (105 kg ha^{-1}) em relação aos demais tratamentos. O menor acúmulo de nitrogênio ocorreu no tratamento constituído de milho solteiro (63 kg ha^{-1}) que representa um acúmulo 40% menor que o tratamento que proporcionou maior acúmulo de nitrogênio. Comportamento semelhante foi observado para o fósforo acumulado na massa seca. O milho solteiro expressou o menor acúmulo desse nutriente alcançando $7,1 \text{ kg ha}^{-1}$. Por outro lado, a consorciação de gramíneas e leguminosas com o milho expressou desempenho de acúmulos maiores, sendo o milho + *U. ruziziensis* o tratamento que alcançou o maior valor acumulado de fósforo em relação aos demais ($15,6 \text{ kg ha}^{-1}$), 54% maior que o acúmulo encontrado na massa seca do milho solteiro e 38% maior que a média dos demais tratamentos em consórcio. Batista et al. (2011) avaliaram o acúmulo de matéria seca e de nutrientes de plantas forrageiras consorciadas com o milho safrinha. Os autores verificaram que o acúmulo de N e P pelas plantas forrageiras (*U. ruziziensis* e *U. brizantha*) consorciadas com milho não diferiu significativamente nas duas épocas avaliadas (maturidade fisiológica do milho e antes da dessecação das forrageiras). Para o potássio acumulado na matéria seca, embora não tenha ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos, percebe-se que, numericamente, os valores obtidos nos tratamentos milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. brizantha* apresentaram maiores valores de acúmulo, 154 e 120 kg ha^{-1} , respectivamente. Garcia et al. (2008) verificaram benefícios do consórcio da cultura do milho com *U. brizantha* na ciclagem de K, elevando a forma trocável desse nutriente após a dessecação do capim. Isso explica os altos acúmulos de K obtidos neste estudo, indicando que esta gramínea retira grande quantidade de K do solo, sendo geralmente superior à quantidade de N (Costa et al., 2010). Vale ressaltar que a contribuição do K liberado pelos resíduos vegetais, sendo em torno de 80 % para gramíneas e 90 % para leguminosas, tendo assim importante papel na ciclagem desse nutriente no sistema, fatos esses que permitiram inferir que o consórcio de milho com gramíneas potencializa o acúmulo de potássio na matéria seca. Os valores de acúmulo encontrados neste estudo são superiores aos obtidos por Pacheco et al. (2013) que encontraram valores de $25,7$; $5,39$ e $20,31 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente para N, P e K acumulados na fitomassa. Heinrichs et al. (2002) avaliaram o estado nutricional do milho em cultivado exclusivo ou em consórcio com plantas de cobertura. Os resultados encontrados para acúmulo de nutrientes na matéria seca das plantas de milho foram influenciados pelo consórcio apenas para acúmulo de N, sendo que o valor encontrado para o milho solteiro (89 kg ha^{-1}) é estatisticamente igual ao milho em consórcio com guandu (92 kg ha^{-1}) que são superiores ao valor encontrado na fitomassa do milho em consórcio com *C. spectabilis* (89 kg ha^{-1}). Os valores de P (17 ; 18 e 20 kg ha^{-1}) e K (202 ; 228 ; 219 kg ha^{-1}) analisados, embora não hajam diferido estatisticamente entre os tratamentos (milho exclusivo; Milho + Guandu e *C. spectabilis*), foram superiores aos encontrados neste trabalho. Em outro estudo, Costa et al. (2014) avaliaram os efeitos do

consórcio do milho com *U. brizantha* e *U. ruziziensis*. Em relação ao acúmulo de nutrientes na matéria seca os autores verificaram que, com exceção do P no primeiro ano de cultivo, o acúmulo de N, P e K na palhada não houve influência significativa dos tratamentos (Milho + *U. ruziziensis* e Milho + *U. brizantha*). A palhada de Milho + *U. ruziziensis* acumulou, respectivamente, para N, P e K os valores de 74,2; 18,6 e 83,2 kg ha⁻¹ e o cereal consorciado com *U. brizantha* acumulou 87; 23,9 e 100,8 kg ha⁻¹.

Tratamentos	Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fósforo (kg ha ⁻¹)	Potássio (kg ha ⁻¹)
Milho	63b	7,1b	95
Milho + <i>C. spectabilis</i>	83ab	11,2ab	103
Milho + Guandu	94ab	11,3ab	94
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	105a	15,6a	154
Milho + <i>U. brizantha</i>	85ab	11,8ab	120
F	3,20*	5,56**	2,74 ^{ns}
DMS	39,06	5,49	-
CV	20,11	21,17	26,23

**,* e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 6- Nitrogênio, fósforo e potássio acumulado na massa seca do milho e/ou milho+coberturas vegetais logo após a colheita do milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

CONCLUSÕES

A utilização do consórcio entre milho e leguminosas e/ou gramíneas promoveu aumento da massa seca sobre o solo e da quantidade acumulada de N, P e K, comparado ao cultivo de milho exclusivo. O consórcio do milho com leguminosas e/ou gramíneas não reduziu a produtividade de grãos de milho que alcançou média entre os tratamentos de 9.858 kg ha⁻¹, confirmando ser uma excelente alternativa para aumentar a produção de massa para o sistema plantio direto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. W. de ; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p. 721-726, 2013.

ARF, Orivaldo; MEIRELLES, Flávia Constantino; PORTUGAL, José Roberto; BUZETTI, Salatiér; DE SÁ, Marco Eustáquio; RODRIGUES, Ricardo Antônio Ferreira. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 431-444, 2018.

CHIODEROLI, C. A.; MANO DE MELLO, L. M.; DE HOLANDA, H. V.; FURLANI, C.E.A.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J.O.R.; CESARIN, A. L. Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, p. 1804-1810, 2012.

COLETTI, Admar Junior; LAZARINI, Edson; DALCHIAVON, Flávio Carlos; PIVETTA, Raul Sobrinho; COLETTI, Fabricio. Produtividade de grãos e palhada no consórcio de milho com Urochloa na safrinha, em função da adubação. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia*, v. 9, n. 17, p. 2159-2174, 2013.

CORREIA, Núbia Maria; LEITE, Marcela Basile; FUZITA, Welder Eduardo. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. *Bioscience Journal*, p. 65-76, 2013.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; FERNANDES, J.C.; CAVASANO, F.A.; ULIAN, N.A.; PARIZ, C.M.; SANTOS, F.G. Acúmulo de nutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em função do manejo de corte e produção do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p.166-173, 2014.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SAMPAIO, F.M.T.; CARRIJO, M.S. & RODRIGUES, C.R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ci. An. Bras.**, 11:307-314, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Culturas do milho, sorgo e milheto irrigados. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/irriga/ajudairriga.html>. Acesso em julho de 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 590p.

FERREIRA, D.F.; SISVAR: Sistema de análise de variância. versão 4.2. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000.

FREITAS, R.J. de; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F.L. de S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.

GARCIA, J.M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S. T.S ; SOUZA, M. C. de. O gênero *Crotalaria* L.(Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 2, 2013.

GARCIA, Cássia Maria de Paula; ANDREOTTI, Marcelo; TEIXEIRA FILHO, Marcelo Carvalho Minhoto; BUZZETTI, Salatiér; CELESTRINO, Thiago de Souza; LOPES, Keny Samejima Mascarenhas. Desempenho agrônomo da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. *Ciência Rural*, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013b.

GARCIA, R.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; CALONEGO, J.C. & ROSOLEM, C.A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **Eur. J. Agron.**, 28:579-585, 2008.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L.. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 1, p. 225-230, 2002.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 219-234, 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J.L.; SANTOS, D.C. Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa: Consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Circular técnica, 88).

PACHECO, Leandro Pereira; MONTEIRO, Marinete Martins de Sousa; DA SILVA, Rodrigo Fonseca; SOARES, Leandro dos Santos; FONSECA, Wéverson Lima; NÓBREGA, Julio César Azevedo; PETTER, Fabiano André; ALCÂNTARA NETO, Francisco de; OSAJIMA, Josy Antevéli. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no cerrado piauiense. *Bragantia*, v. 72, n. 3, p. 237-246, 2013.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Determinação da Matéria Orgânica. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A., eds. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, p.189-199, 2001.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 56-59. (Boletim Técnico 100).

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, p.867-876, 2011.

CAPÍTULO 5

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA PALMA DE ÓLEO NA MICRORREGIÃO DE TOMÉ-AÇU DE 2005 A 2021

Data de submissão: 09/01/2023

Data de aceite: 01/03/2023

José Darlon Nascimento Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço, Pará
<http://lattes.cnpq.br/2792546714935668>

Lucas Guilherme Araujo Soares

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço, Pará
<http://lattes.cnpq.br/8837667314672471>

Carlos Valmison da Silva Araújo

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço, Pará
<http://lattes.cnpq.br/5738250310441081>

Fernanda Karoliny Oliveira Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço, Pará
<http://lattes.cnpq.br/6563461755195759>

Bruno dos Santos da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço, Pará
<https://lattes.cnpq.br/1168646357999170>

Selton Santos Araujo

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço, Pará
<http://lattes.cnpq.br/3268245458716612>

Tayssa Menezes Franco

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Minas Gerais
<https://lattes.cnpq.br/0379185152487590>

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço, Pará
<http://lattes.cnpq.br/9395320849285405>

RESUMO: A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) possui diversas utilidades para indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética e de biocombustíveis. Desse modo, este trabalho teve como objetivo analisar a evolução da produtividade da palma de óleo na microrregião de Tomé-Açu no período de 2005 a 2021. Os dados temporais dessa região referentes à área colhida, a produção e produtividade foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Para quantificar as fontes de crescimento foi utilizada a metodologia *shift-share*. Conforme a análise, a área colhida e a produção apresentaram tendência crescente ao longo dos anos, o que destaca a importância socioeconômica da dendeicultura para a microrregião. Mas, a produtividade vem reduzindo ao longo dos anos. Já em relação à taxa geométrica de crescimento no período analisado, observou-se ganhos em produção, principalmente pelo aumento

da área colhida (efeito-área), com destaque para Concordia do Pará (39,95%). Em relação à produtividade observou-se aumento apenas nos municípios de Moju e Tomé-Açu (0,63%). Sendo assim, para aumentar a produtividade da cultura são necessárias melhorias no manejo e aumento da assistência técnica aos produtores.

PALAVRAS-CHAVE: *Elaeis guineensis* Jacq; produção; região amazônica.

EVOLUTION OF OIL PALM YIELD IN THE TOMÉ-AÇU MICROREGION FROM 2005 TO 2021

ABSTRACT: Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) has several uses for the food, pharmaceutical, cosmetic and biofuel industries. Thus, this work aimed to analyze the evolution of oil palm yield in the microregion of Tomé-Açu in the period from 2005 to 2021. Temporal data for this region regarding harvested area, production and yield were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics website. To quantify the sources of growth, the shift-share methodology was used. According to the analysis, the harvested area and production showed upward trends over the years, which highlights the socioeconomic importance of oil palm cultivation for the microregion. But, the yield has been reduced over the years. In relation to the geometric growth rate, in the analyzed period, gains in production were observed, mainly due to the increase in the harvested area (area-effect), with emphasis on Concordia do Pará (39.95%). Regarding to yield, an increase was observed only in Moju and Tomé-Açu. Therefore, in order to increase crop yield, improvements in management and increased technical assistance to producers are necessary.

KEYWORDS: *Elaeis guineensis* Jacq; production; Amazon region.

INTRODUÇÃO

A Palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.), conhecida popularmente por dendezeiro, é uma espécie originária do continente Africano que possui diversas utilidades para indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética e de biocombustíveis. A palma de óleo tem se destacado no mercado de consumo por produzir um óleo de elevado valor econômico, com grande potencial para a produção de biodiesel e é, também, muito utilizado na produção de gêneros alimentícios (CHAGAS *et al.*, 2019).

A Amazônia tornou-se a área mais importante para o cultivo da palma de óleo, tendo o Estado do Pará uma situação privilegiada devido às semelhanças climáticas com o centro de origem da cultura, típica de regiões tropicais úmidas (MAPA, 2018). Segundo Mota (2022) até o ano de 2017, 1.508 famílias e 181 médios produtores estavam integrados à cadeia produtiva dessa oleaginosa no Pará, o equivalente a 20% dos 207 mil hectares de cultivo dessa cultura.

Dentre as diversas regiões que englobam o Estado do Pará, o Nordeste representa 98% da produção da palma de óleo com mais de 160 mil hectares colhidos (IBGE, 2022). Onde, a microrregião de Tomé-Açu, a qual abrange os municípios de Moju, Tailândia, Concórdia do Pará, Acará e Tomé-Açu, é destaque na dendeicultura, com cerca de 70% da

produção do Pará (DAMASCENO, *et al.*, 2018).

Apesar da grande potencialidade da dendeicultura, existem poucos estudos relacionados à análise de série histórica da produção e produtividade da cultura em diferentes microrregiões paraenses. Em virtude disso, pesquisas desta natureza são importantes, pois embasam criações de políticas públicas para o aumento da produtividade, refletindo no maior lucro para os produtores.

Partindo desse pressuposto, é de suma importância obter conhecimento sobre a cadeia produtiva do dendezeiro no Estado do Pará no decorrer dos anos, pois é possível analisar os pontos positivos e/ou negativos da sua produtividade, e com isso, e contribuir para aprimoramento do sistema produtivo e alavancar a rentabilidade do setor (SIQUEIRA, 2018).

Desse modo, este trabalho teve como objetivo analisar a evolução da produtividade da palma de óleo na microrregião de Tomé-Açu no período de 2005 a 2021.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo utilizada neste trabalho foi a microrregião de Tomé-Açu (Acará, Concórdia do Pará, Moju, Tailândia e Tomé-Açu), localizada no Nordeste Paraense, estado do Pará. Foram consultados os dados dessa região referentes à área colhida (ha), a produção de cachos de dendê (t) e produtividade (t/ha), nos anos de 2005 a 2021, por meio do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

Para quantificar as fontes de crescimento da produção foi utilizada a metodologia *shift-share*. Essa metodologia é amplamente utilizada em vários estudos na agropecuária brasileira. Para mais detalhes sobre esse modelo matemático podem ser consultados os trabalhos de Homma (1981), Santana (1988) e Filgueiras (2002), que utilizaram o método *shift-share* em estudos sobre as fontes de crescimento agrícola na Amazônia. Os gráficos e tabelas foram realizados por meio do uso do software Excel 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área colhida vem apresentando uma tendência crescente ao longo dos anos, o que destaca a importância socioeconômica da dendeicultura para a microrregião de Tomé-Açu (Figura 1). Já em relação à produção da palma de óleo verificou-se um aumento de 551.134 t para 2.318.370 t, o que resultou em um incremento de cerca de 321% e uma queda no rendimento de 3.265 kg/ha para 1.562 kg/ha, representando um decréscimo de 52% (Figura 1).

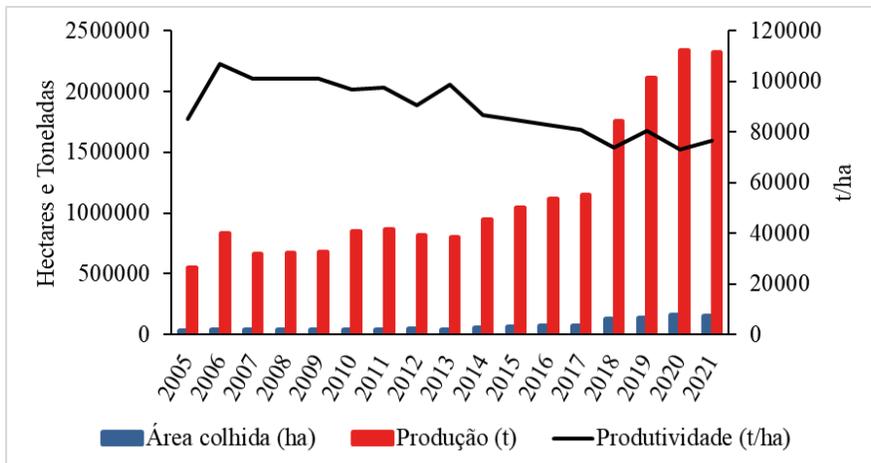


Figura 1: Evolução da área colhida, produção e produtividade da cultura da palma de óleo na microrregião de Tomé-Açu no período 2005- 2021.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2022).

Esses resultados assemelham-se com o estudo de Damasceno *et al.*, (2018) que analisaram a evolução da produção de dendê na microrregião de Tomé-Açu de 1998 a 2017 e constataram que houve aumento da área colhida e produção da cultura, porém vem sendo observado oscilações da produtividade, com uma tendência de queda.

A queda da produtividade ao longo do ciclo pode estar relacionada ao efeito da seca, em virtude dos eventos de El Niño, bem como a falta de manejo adequado para a cultura. Dessa forma, caso não sejam realizados os manejos adequados para mitigar o efeito da estiagem, novos problemas podem surgir sobre os plantios de dendezeiros, como o amarelecimento fatal, patologia de causa desconhecida que pode inviabilizar plantios (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Segundo a análise da taxa geométrica de crescimento, no período analisado observou-se ganhos em produção, principalmente pelo aumento da área colhida (efeito-área), com destaque para Concordia do Pará, que apresentou maior valor do efeito-área (Tabela 1). Em relação à produtividade observou-se aumento apenas em dois municípios (Moju e Tomé-Açu) (Tabela 1).

Municípios	Taxas Geométricas de Crescimento (% ao ano)		
	Produção	Área Colhida (Efeito-área)	Produtividade (Efeito-rendimento)
Acará	1,69	5,96	-4,03
Moju	4,37	3,71	0,63
Tailândia	6,45	7,94	-1,37
Tome-Açu	25,01	24,23	0,63
Concórdia do Pará	33,14	39,95	-4,86
Total	8,69	10,98	-1,97

Tabela 1: Taxas geométricas de crescimento por município componente da microrregião de Tome-Açu no período de 2005 a 2021.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2022).

O aumento da produção nesses municípios está relacionado à crescente demanda, gerando assim, competitividade na região, o que é favorável, pois os produtores tendem a aprimorar seus sistemas produtivos para produzir produtos de maior qualidade para o mercado (DAMASCENO *et al.*, 2018). Por outro lado, observa-se redução da produtividade, evidenciando a necessidade de assistência técnica especializada, principalmente para pequenos produtores.

CONCLUSÃO

A produção da palma de óleo nos anos 2005 a 2021 apresentou um expressivo aumento na microrregião de Tomé-Açu, atingindo 2.318.370 t no ano de 2021. Por outro lado, a produtividade vem apresentando tendência de queda.

De acordo com a taxa geométrica de crescimento, o incremento da produção nessa região vem ocorrendo principalmente pelo efeito-área, em que apenas Moju e Tomé-Açu apresentaram efeitos-rendimento positivos. Sendo assim, para aumentar a produtividade da cultura são necessárias melhorias no manejo e aumento da assistência técnica aos produtores.

REFERÊNCIAS

CHAGAS, K. P. T.; CARVALHO, B. L. B.; GUERRA, C. A. G.; SILVA, R. A. R.; VIEIRA, F. A. Fenologia do dendezeiro e correlações com variáveis climáticas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1701-1711. 2019.

DAMASCENO, J. L.; MACIEL, G. P.; COSTA, M. G.; BISPO, J. A. S.; PEREIRA, W. C. **Análise da produção de dendê na microrregião de Tomé-Açu, Pará**. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias. 2018.

FILGUEIRAS, G. C. **Crescimento agrícola no Estado do Pará e a ação de políticas públicas: avaliação pelo método shift-share**. Belém – UNAMA (Dissertação – Mestrado em Economia), 2002. 156p.

HOMMA, A. K. O. **Fontes de crescimento da agricultura paraense, 1970/80**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981. (Boletim de Pesquisa, 27).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>>. Acesso em: 15 de nov. 2022.

MAPA. **Diagnóstico da Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil**. 1ª ed., Brasília: MAPA, 2018, 58p.

MOTA, D. M. Sociabilidades entrecortadas em vilas rurais sob o afluxo de migrantes para trabalhar na dendeicultura no Pará. **Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas**, v. 42, p. 489-506, 2022.

NASCIMENTO, S. V. D., MAGALHÃES, M. M., CUNHA, R. L., COSTA, P. H. O., ALVES, R. C. O., OLIVEIRA, G. C. VALADARES, R. B. S. Differential accumulation of proteins in oil palms affected by fatal yellowing disease. **PLoS One**, v. 13, e0195538. 2018.

SANTANA, A. C. **Crescimento e estrutura da produção agrícola na Amazônia**. Boletim da FCAP, Belém, n.17, p. 57-78, 1988.

SIQUEIRA, A. D. S. **O avanço do dendê no nordeste paraense e seus impactos a produção familiar e a projeção para o município de Santo Antônio do Tauá**. 2018. 23f. Especialização em História Agrária na Amazônia Contemporânea, Universidade Federal do Pará, 2018.

REVISÃO: A IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

Data de aceite: 01/03/2023

Nágyla Simões Carvalho

<https://lattes.cnpq.br/1234014869026158>

Erica Bianca dos Santos Rodrigues

<https://lattes.cnpq.br/0434418580010150>

Thyago de Sousa Santana

<http://lattes.cnpq.br/1265152555576669>

Leticia Amorim Cantanhede

<http://lattes.cnpq.br/7030668410471478>

Greicyelle Marinho de Sousa

<http://lattes.cnpq.br/9769354483167279>

Roberta Araújo de Sousa

<http://lattes.cnpq.br/4098740975336171>

Francisco Mendes da Silva Filho

<https://lattes.cnpq.br/1980762069809294>

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

<http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

RESUMO: A soja (*Glycine max* L.) é o principal grão produzido no país, com grande contribuição na economia nacional. Em 2020, o Brasil se tornou o maior produtor de soja com 135,4 milhões de toneladas, em uma área de 38,5 milhões de hectares

A soja é uma planta da família *Fabaceae* com seu centro de origem descrito na Ásia, no nordeste da China. Por ser uma cultura de clima temperado, a soja precisou passar por melhoramento genético para iniciar sua produção em países tropicais, como o Brasil. A soja representa, no nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Com teores de óleo e de proteína nos grãos que podem ultrapassar 20 % e 40% respectivamente, constitui-se uma espécie de grande interesse econômico. Os benefícios da soja vão além do impacto socioeconômico desencadeado pela cultura, é importante destacar os seus diversos usos na alimentação e saúde humana. A evolução na área ocupada com a cultura da soja ocorreu a partir década de 1970, quando houve a abertura e consolidação de novas áreas para agricultura na região Sul do país. Na década de 80, a expansão já havia atingido a região Centro Oeste, a qual passou a ser responsável de menos de 2% para 20% da produção nacional de soja. A demanda mundial por soja segue em crescimentos movida pelo aumento de renda das populações da China e Índia, e outros países emergentes. Juntamente com o aumento da renda tem-se observado também o aumento do consumo de carnes

e laticínios pelas populações desses países, paralelamente ao consumo da população. A soja hoje é um dos principais produtos na cadeia do agronegócio, sendo utilizado como moeda na mão de agricultores, cerealistas e corretores, podendo multiplicar ganhos de quem conseguir entender o vasto mercado da soja, que contribui para aumento do PIB (produto interno bruto brasileiro). Este presente trabalho teve como objetivo mostrar a importância da produção da soja principalmente para o Brasil, as formas como a soja é utilizada e como está tão presente na economia brasileira atual e as perspectivas de produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Economia, alimentação, produtividade, grãos.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a agricultura brasileira vem se modernizando e elevando a produção de algumas culturas, principalmente de grãos. A soja (*Glycine max* L.) é o principal grão produzido no país, com grande contribuição na economia nacional. Em 2020, o Brasil se tornou o maior produtor de soja com 135,4 milhões de toneladas, em uma área de 38,5 milhões de hectares (CONAB, 2021).

A soja é uma planta da família *Fabaceae* com seu centro de origem descrito na Ásia, no nordeste da China. Por ser uma cultura de clima temperado, a soja precisou passar por melhoramento genético para iniciar sua produção em países tropicais, como o Brasil (GAZZONI, 2018). Com origem no extremo Oriente, a soja é uma das oleaginosas mais cultivadas no mundo (EMBRAPA, 2011), sendo considerada base da alimentação de diversos povos, com expansão no Brasil a partir da década de 60 (ZANCOPÉ et al., 2005).

No Brasil, os primeiros registros de cultivo de soja datam do final do século XIX na Bahia, porém, apenas por volta dos anos de 1920 e 1940 que o seu cultivo passou a dar resultados no país, tendo a região sul como pioneira no plantio (GAZZONI, 2018).

Nos primeiros anos de produção, o interesse não era diretamente nos grãos, mas em seu cultivo como planta forrageira para a alimentação animal (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). Atualmente, no cenário agrícola mundial, a soja é o quarto produto mais consumido entre os cereais e oleaginosas, principalmente no setor industrial com a produção de óleos, sendo considerada uma grande fonte de proteína (RHODEN et al., 2020).

Atualmente, o Brasil é considerado o maior produtor mundial de soja, com potencial para uma expansão de área e volume de produção, representando aproximadamente 48% dos 271,7 milhões de toneladas de grãos produzidos na 18 safra 2019/2020. Toda a cadeia produtiva é capaz de gerar empregos diretos e indiretos, movimentando a economia nacional (MONTROYA et al., 2019).

No Brasil, a grande expansão da cultura teve início a partir da década de 1970, quando a indústria de óleo começa a ser ampliada. O aumento da demanda internacional pelo grão é outro fator que contribui para o início dos trabalhos comerciais e em grande escala da sojicultura. Um importante papel no progresso da soja no Brasil esteve associado ao desenvolvimento rápido de tecnologias e pesquisas focadas no atendimento da demanda

externa (CÂMARA, 2012; APROSOJA BRASIL, 2021).

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância Socioeconômica

A soja representa, no nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Com teores de óleo e de proteína nos grãos que podem ultrapassar 20 % e 40% respectivamente, constitui-se uma espécie de grande interesse econômico (ROESSING et al., 2005; SEDYAMA, 2009). A soja vem ainda se destacando como fonte alternativa de produção de combustível, sendo base de pelo menos 80% do biodiesel fabricado no Brasil (BRASIL. MME, 2022). O somatório desses fatos e o aumento da demanda permitem que a cultura da soja produza divisas econômicas significativas para os países produtores.

Há uma forte correlação entre sojicultura e macro indicadores socioeconômicos, como o índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Fato este demonstrado pelo fato de que os dez maiores municípios produtores de soja de Mato Grosso possuem, juntos, IDH maior que a média estadual (AGNOL et al.; 2007). Os investimentos públicos em infraestrutura urbana, estradas, pontes e energia elétrica, dentre outros, são alavancados pelo incremento da arrecadação de impostos decorrente dessa atividade. O setor de serviços, por sua vez, demanda maiores investimentos privados nas áreas de hotelaria, restaurantes, lazer, saúde, transportes, armazenamento, assistência técnica, e o comércio se desenvolve no fornecimento de máquinas e insumos agrícolas, além de ensejar a instalação de estabelecimentos comerciais em outros ramos da atividade (BNB, 2022).

Com relação a importância socioeconômica da soja para o Brasil, na visão de Hiracury e Lazzarotto (2014) ela está relacionada ao movimento de um grande número de agentes e organizações ligados aos mais diversos setores socioeconômicos como: Empresas de pesquisa e desenvolvimento, fornecedores de insumos, indústrias de máquinas e equipamento, produtores rurais, cooperativas agropecuárias, cooperativas agroindustriais, processadoras, produtores de óleo, fabricantes de ração e usinas de biodiesel, dentre outras. Em outros termos, o supracitado complexo é um vital gerador de riquezas, empregos e divisas, se transformando em um dos principais vetores de desenvolvimento regional do País.

2.2 Importância Alimentar

Os benefícios da soja vão além do impacto socioeconômico desencadeado pela cultura, é importante destacar os seus diversos usos na alimentação e também na saúde humana.

Consumida há milhares de anos pelos povos orientais e recentemente reconhecida pelo FDA (Food Drug Administration) pelo excelente valor nutricional e propriedades

funcionais, o consumo da soja pelos povos ocidentais ainda segue em ritmo bastante lento por simplesmente não constituir um hábito alimentar (SEDIYAMA, 2009).

O reconhecimento da soja como fontes de proteínas de alta qualidade, bem como de outros nutrientes que são essências á dieta humana, como ferro, cálcio e vitaminas, tem despertado o interesse do consumo na alimentação humana *in natura* ou por intermédio de alimentos enriquecidos com essa oleaginosa (SEDIYAMA, 2009).

A agricultura possibilitou o crescimento econômico bem como elevou a relevância do Brasil no exterior, visto que o país é um dos maiores produtores e exportadores de grãos do mundo, principalmente quando se refere à produtos alimentícios. Portanto, é decisivo que para o bom andamento deste setor, esteja vinculado ao desenvolvimento econômico, social e sustentável do Brasil (ZANELLA; LEISMANN, 2017).

O grão da soja é a fonte de proteína vegetal mais consumida para produzir proteína animal. Não obstante, seu óleo também assume papel de grande importância ao ser o segundo mais consumido mundialmente, atrás apenas do óleo de palma (GAONKAR e ROSENTRATER, 2019)

Devido fatores como tipo de cultivar, clima, localização e estação de plantio, a composição da soja pode variar, entretanto de um âmbito geral, a composição proximal da soja seca apresenta valores em torno de 40g.100g⁻¹ para proteínas, 20g.100g⁻¹ de lipídios, 35g.100g⁻¹ de carboidratos e 5g.100g⁻¹ de fibras (POYSA; WOODROW; YU, 2006).

De acordo com Sedyama (2009) Além de ser fonte inestimável de proteínas e diversos outros nutrientes, a soja vem se destacando também por suas propriedades nutraceuticas, sendo considerado por isso como um alimento funcional, ou seja, um alimento que em determinadas circunstância pode trazer benéficos á saúde.

Como exemplo da propriedade funcional da proteína da soja tem-se a redução em mais de 9% do total de colesterol e a redução do LDL ou “mau colesterol”, em quase 13% e um incremento do HDL ou “bom colesterol” em torno de 2,4 % além da redução de triglicerídeos em mais de 10% (TEIXEIRA et al., 2002).

Existem estudos que evidenciam a associação do consumo da soja com a redução de ocorrência de câncer de esôfago, pulmão, próstata, mama, colo retal, doenças cardiovasculares, osteoporose, diabete, mal de Alzheimer e sistemas da menopausa. Suas fibras dietéticas também auxiliam no bom funcionamento do intestino e na redução dos níveis de glicose no sangue (TEIXEIRA et al., 2006).

Todavia o uso da soja integral ou isolada, no tratamento de qualquer umas das enfermidades já citadas, deve ser feito com conhecimento do médico, evitando consumo indiscriminado (SEDIYAMA, 2009).

2.3 Sistema de produção brasileira da soja

A evolução na área ocupada com a cultura da soja ocorreu a partir década de 1970, quando houve a abertura e consolidação de novas áreas para agricultura na região Sul do

país. Na década de 80, a expansão já havia atingido a região Centro Oeste, a qual passou a ser responsável de menos de 2% para 20% da produção nacional de soja (EMBRAPA, 2022).

Ao longo das últimas décadas, a produção brasileira de soja apresentou um grande avanço, impulsionada não somente pelo aumento de área semeada, como também pela aplicação de técnicas de manejo avançadas que permitiram o incremento na produtividade (FREITAS, 2011).

Segundo Roessing et al. (2005) a geração de tecnologias teria sido um dos fatores fundamentais para que o Brasil aumentasse sua produção de soja, passando a ocupar o segundo lugar entre os maiores produtores de soja do mundo, atendendo atualmente 23% da demanda internacional do grão.

Avanços em tecnologias para manejo de solos, com técnicas de correção da acidez, o processo de inoculação das sementes para fixação biológica do nitrogênio e a adubação balanceada com macronutrientes e micronutrientes, permitiram a cultura expressar a sua potencialidade nas diversas condições edafoclimáticas do território brasileiro (FREITAS, 2011).

De acordo com Freitas (2011) Outro grande fator que contribui para a expansão da soja no Brasil foi a implantação do manejo integrado de pragas, controlando os principais insetos causadores de danos econômicos na cultura. Nesse sentido, merece destaque o início do uso de fungicidas a partir da década de 90 para o controle das principais doenças. Essas duas tecnologias ganharam importância desde a implantação da cultura através do tratamento de sementes.

Dentre os fatores que contribuem para o aumento no consumo mundial de soja está principalmente o crescente poder aquisitivo da população nos países em desenvolvimento, o que vem provocando uma mudança no hábito alimentar. Assim, observa-se cada vez mais a troca de cereais por carne bovina, suína e de frango. Tudo isso, resulta numa maior demanda de soja, ingrediente que compõe 70% da ração para esses animais (VENCATO et al., 2010). Não menos significativo é o crescente uso de biocombustíveis fabricados a partir do grão, resultado de um ascendente interesse mundial na produção e no consumo de energia renovável e limpa.

2.4 Importância do agronegócio da soja

A origem, do agronegócio pode ser definida, conforme Barcellos et al.(2022) como uma atividade produtiva que agrega o setor primário de determinada economia, ou seja, caracteriza-se por todas as atividades relacionadas com a produção de alimentos e matérias primas decorrentes do cultivo de plantas e também da criação de animais. A soja foi e continua sendo um dos principais produtos responsáveis pelo crescimento do agronegócio no país, principalmente para a economia.

A soja hoje é um dos principais produtos na cadeia do agronegócio, sendo utilizado

como moeda na mão de agricultores, cerealistas e corretores, podendo multiplicar ganhos de quem conseguir entender o vasto mercado da soja, que contribui para aumento do PIB (produto interno bruto brasileiro) (IBGE, 2022). Como podemos ver no atual cenário do agronegócio mundial, a soja faz parte como principal oleaginosa produzida, e tem um relevante peso na balança comercial, e seu crescimento está associado às novas práticas agrícolas, aos avanços científicos e disponibilidade de novas tecnologias que auxiliam no desenvolvimento do setor produtivo.

O agronegócio é um segmento que vem crescendo constantemente, atingindo grande representatividade econômica. Conforme ressaltam Buainain e Souza Filho (2001) o potencial do agronegócio, é incontestável e os efeitos confiáveis das atividades agropecuárias perante o desenvolvimento do setor contribuem para o crescimento de um país e até mesmo de uma região. O dinamismo expressivo do agronegócio tem sido um dos tópicos mais pertinentes da economia nos últimos anos, o qual se destaca não somente no campo e indústria, mas também, nas cadeias de negócios.

2.5 Perspectivas da soja

Na última década, a cultura da soja apresentou aumentos expressivos de área e de produtividade no Brasil. O ajuste nas práticas de manejo, considerando as características genéticas e dos ambientes de produção, colaborou para o fortalecimento da cultura no país. Entre as práticas de manejo, a densidade de plantas altera a competição intraespecífica e, conseqüentemente, a quantidade de recursos do ambiente, água, luz e nutrientes, disponíveis para cada indivíduo (GASPAR & CONLEY, 2015).

A demanda mundial por soja segue em crescimentos movida pelo aumento de renda das populações da China e Índia, e outros países emergentes. Juntamente com o aumento da renda tem-se observado também o aumento do consumo de carnes e laticínios pelas populações desses países, paralelamente ao consumo da população. Esse processo tem aumentado e a produção de carnes em sistema de confinamento, fato que tem acelerado a demanda por farelo de soja (SILVA, 2022).

Quanto ao farelo e o óleo de soja o que se observa é um dinamismo moderado quanto a produção para os próximos anos. A produção de farelo de soja deve aumentar 19,8% e a de óleo de 24,0%. O consumo de farelo terá um crescimento mais forte que o óleo de soja, 32,2% e 28,6%, respectivamente. Para a exportação de farelo a expectativa é que ocorra um aumento de 8,4% entre 2017/17 e 2026/27, o óleo de soja deve ter um crescimento menos apenas 1,0% (MAPA, 2022). A soja para esmagamento e produção de Biodiesel segundo a ABIOVE é a seguinte: em 2017, foram 14,3 milhões de toneladas de soja esmagada; para 2018, 18,7 milhões de toneladas, e 2019, 20,1 milhões de toneladas esmagadas (MAPA, 2022). Importante salientar que segundo o MAPA, “a área de soja deve aumentar 9,3 milhões de hectares nos próximos 10 anos, chegando em 2027 a 43,2 milhões de hectares. É a lavoura que mais deve expandir a área na próxima década” (MAPA, 2022).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como observamos nesta revisão a soja é extremamente importante para o agronegócio brasileiro ela é utilizado para vários fins econômicos que consequentemente contribui para a economia brasileira este é denominado como um produto muito versátil, podendo ser utilizada na alimentação humana, animal e também como biodiesel, e todos esses setores estão interligados, cada um utilizando um subproduto derivado do grão da soja. E o interessante de tudo isso é que o aumento da sua produção nos últimos anos está bastante elevado apesar de algumas regiões brasileiras apresentarem o índice de produção ainda baixa, mas a tendência de sua produção é bastante elevado devido a razão de vários fatores que contribuirão para sua produção em longa escala.

REFERÊNCIAS

AGNOL, AD.; ROESSING, A.C; LAZZAROTO, J.J.; HIRAKURI, M.H., OLIVEIRA, A.B **O Complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina. PR: Embrapa Soja, 2007. 10 p. (Embrapa Soja, Circular Técnico 43).

APROSOJA. **A soja**. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: 03 Fev. 2021.

BARCELLOS, J. O. J.; LAMPERT, V. N.; GRUNDLING, R. D. P.; CANELLAS, L. C. **A empresa rural do século XXI no contexto do agronegócio brasileiro**. Disponível em: http://www.ufrgs.br/nespro/sysdownloads/arquivos/outros/A_EMP_RURAL_DO_SECULO_XXI.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022.

BNB. Informe Rural Eterne- **Escritório Técnico de Estudos Econômicos**. Disponível em <<http://www.bnb.gov.br>>. Acesso em: 02 Mai. 2022.

BRASIL. MME- Ministério de Minas e Energia. ANDRADE NETO, LIMA.J. **Biocombustíveis: a experiência brasileira e a visão do governo**. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 02 Mai. 2022.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. Política agrícola no Brasil: evolução e principais instrumentos. In: BATALHA, Mário O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001, v. 2, p. 325-382.

CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao Agronegócio Soja**. Piracicaba: UNASP/ESA.Q, 2012.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras>. Acesso em: 30 nov 2021.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**. Disponível em: www.embrapa.com.br Acesso em: 18 abr 2022.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2011. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. Embrapa Soja. Londrina, BR.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, vol.7. n.12; 2011.

GAONKAR, V.; ROSENTRATER, K. A.; Soybean. IN: PAN, Z.; ZHANG, R.; ZICARI, S. **Integrated processing technologies for food and agricultural by-products**. EUA: Academic Press, p. 73-104, 2019.

GASPAR AP & CONLEY SP. **Responses of canopy reflectance, light interception, and soybean seed yield to replanting suboptimal stands**. *Crop Science* 55: 377-385, 2015.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e cultura**, p. 70, n.3, p. 16-18, jul. 2018.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa-Soja, 2014.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, v. 24, n.4, p. 408-421, 1970.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisas: **Censo Agropecuário**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=CA&z=t&o=11>. Acesso em: 04 mai. 2022.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil projeções do agronegócio 2016/2017 a 2026/2027**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2017-a-2027-versaopreliminar>. Acesso em: 03 de mai. 2022.

MONTOYA, M. A. et al. Uma Nota Sobre Consumo Energético, Emissões, Renda e Emprego na Cadeia de Soja no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 73, n. 3, p. 345–369, 25 nov. 2019.

POYSA, V.; WOODROW, Lorna; YU, K. **Effect of soy protein subunit composition on tofu quality**. *Food Res. Int.*, v.39, n.3, p. 309-317, 2006.

RHODEN, A. C. et al. Análise das tendências de oferta e demanda para o grão, farelo e óleo de soja no Brasil e nos principais mercados globais. **Desenvolvimento em Questão**, v. 18, n. 51, p. 93-112, 2020.

ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; **As perspectivas de expansão da soja**. Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Saber em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecenaz, 314. p., 2009.

SILVA, N.S.P. **A evolução da produtividade Da soja no Brasil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/335/>. Acesso em: 05 mai. 2022.

TEIXEIRA, R.C.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, H.A.; BARROS, H.B. Isoflavonas da soja. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **A soja BCRSM: “A pesquisa melhorando a eficiência da sua lavoura”**. Editora UFV. Cristalina, GO. P.49-51. 2006.

TEIXEIRA, R.C., SEDIYAMA, T.; AZEVEDO, P.H.; AZEVEDO, V.H. A soja tipo alimento e algumas propriedades funcionais. In: SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C. **Cultivares de soja UFV em Mato Grosso, Biogen Sementes**. Boletim Técnico N11. Soja. Editora Gráfica Universitária; Viçosa, p. 47-49, 2002.

VENCATO, A. Z., et al. **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, p. 144, 2010.

ZANCOPE, G.J. ; NASSER J. M.; MORAES, M. V. P. **O Brasil que deu certo: A saga da soja brasileira**. Triade. Curitiba, 2005.

ZANELLA, T. P.; LEISMANN, E. L. Abordagem da sustentabilidade nas cadeias de commodities do agronegócio brasileiro a partir de sites governamentais. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 7, n. 2, p. 6-19, 2017.

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências (CCCh) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura.

ANA LARISSA VIEIRA E SILVA: Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - Centro de Ciências de Chapadinha - CCCh. Bolsista PIBIC Fapema (2021). Tem experiência principalmente com fruticultura e produção de mudas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1272046456548347>

GERSON FREITAS VIEIRA NETO: Graduando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - Centro de Ciências de Chapadinha - CCCh. Tem experiência principalmente com multiplicação de insumos biológicos, sistemas de irrigação, física do solo e fruticultura. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8631208994644754>

A

Acidez do solo 17

Agregação 11, 14

C

Calagem 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 45

Calcário 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29

Carbono orgânico 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 34

Consórcio 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

D

Dejeto líquido de suíno (DLS) 2, 10, 11

Dendeicultura 46, 47, 48, 51

Dessecação 30, 32, 42

E

Economia 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59

Elaeis guineensis Jacq. 46, 47

Eletroquímicos 1, 2, 3, 5

G

Glycine max L. 52, 53

Grãos 11, 30, 33, 34, 38, 39, 43, 44, 45, 52, 53, 54, 55, 58

I

Importância 11, 19, 46, 48, 52, 53, 54, 55, 56

M

Macroagregados 11, 12, 13, 14

P

Passiflora 17, 18

PCZ 1, 2, 3, 4, 8

PESN 1, 2, 3, 4, 5

Plantas de cobertura 30, 33, 36, 37, 42, 43, 45

Produtividade 6, 11, 18, 22, 23, 28, 29, 30, 31, 33, 36, 38, 39, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 56, 57, 59

S

Shift-share 46, 47, 48, 51

Suíños 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15



🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

FITOTECCNIA, SISTEMAS AGRÍCOLAS AMBIENTAIS E SOLO



🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

FITOTECNIA, SISTEMAS AGRÍCOLAS AMBIENTAIS E SOLO