



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS - UFNT  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA  
NOS TRÓPICOS - PPGIZT**

**RAIMUNDO FILHO FREIRE DE BRITO**

**CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA NO NORTE DO TOCANTINS**

**Araguaína, TO  
2023**

**Raimundo Filho Freire de Brito**

**CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA NO NORTE DO TOCANTINS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Tocantins (UFT), como requisito à obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos.

Coorientadores:

Prof. Dr. Raphael Pavesi Araújo

Dr. Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida

**Araguaína, TO  
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

B862c Brito, Raimundo Filho Freire de.  
Consórcio milho-braquiária no norte do Tocantins. / Raimundo Filho Freire de Brito. – Araguaína, TO, 2023.  
105 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciência  
Animal Tropical, 2023.

Orientador: Antonio Clementino dos Santos

Coorientador: Raphael Pavesi Araujo

1. espaçamento. 2. lavoura-pecuária. 3. ilP. 4. pastagem. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**Raimundo Filho Freire de Brito**

**Consórcio Milho-Braquiária no Norte do Tocantins**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Foi avaliado para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 04 / julho / 2023

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos, Orientador – UFNT

---

Dr. Tiago Barbalho André, Examinador – UFNT

---

Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos, Examinador – UFNT

---

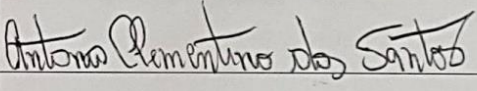
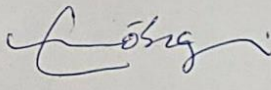
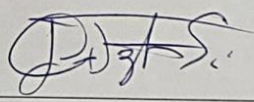

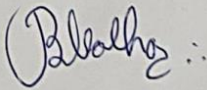
Prof. Dr. Raphael Pavesi Araújo, Examinador – IFTO

---

Prof. Dr. Elcivan Bento da Nobrega, Examinador – UFNT

Raimundo Filho Freire de Brito

Consórcio milho-braquiária no norte do Tocantins

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRINCÍPAL	ASSINATURA OU JUSTIFICATIVA DE NÃO ASSINATURA
Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos	Presidente da banca de defesa e orientador	
Prof. Dr. Elcivan Bento da Nobrega	Avaliador	
Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos	Avaliador	
Prof. Dr. Raphael Pavesi Araújo	Avaliador	
Dr. em Ciência Animal Tropical Tiago Barbalho André	Avaliador	

Observações:

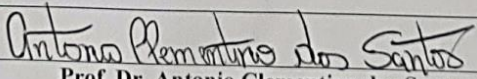
---



---



---

  
 Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos  
 Presidente da banca de defesa e orientador

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Bom Deus que sempre está comigo, Glória à Ele eternamente, amém.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Ao Programa de Pós-graduação Integrado de Zootecnia nos Trópicos (PPGIZT) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) e Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Pesca e Aquicultura pelo apoio técnico na elaboração deste estudo e pelo fornecimento de equipamentos de análises.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO pela concessão da área experimental e laboratórios.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF pelo apoio na realização das análises laboratoriais.

## RESUMO

O consórcio milho-braquiária tem sido amplamente estudado sob diversos aspectos relacionados ao benefício tanto do rendimento das culturas exploradas quanto na melhoria do sistema de produção. Desta forma, objetivou-se com esse estudo avaliar arranjos geométricos do consórcio milho-braquiária sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no cerrado do Tocantins. Para isso, foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 2 x 2) totalizando oito tratamentos, compostos pela combinação de duas orientações da semeadura do milho com braquiária (Norte-Sul; Leste-Oeste), dois espaçamentos de semeadura do milho (0,45 m; 0,90 m) e duas posições de semeadura da braquiária (linha; entrelinha) com quatro blocos, por três anos consecutivos. Foi utilizado o procedimento PROC MIXED do SAS® e os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não foi observado efeito significativo para as seguintes variáveis: rendimento de grãos, peso de 100 grãos, número de fileiras de grãos, comprimento da espiga, massa de forragem e proteína bruta da forragem. Enquanto para as variáveis índice de área foliar e clorofila 'b' verificou-se efeito de espaçamento do milho. No que diz respeito à interação, foi constatado para: altura do milho (orientações da semeadura do milho x posições de semeadura da braquiária) e altura de inserção da espiga (orientações da semeadura do milho x espaçamentos de semeadura do milho). Deste modo, conclui-se que os arranjos geométricos do consórcio milho-braquiária cultivados sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no Norte do Tocantins não afetam o rendimento do milho nem suas medidas correlacionadas.

**Palavras-chave:** Espaçamento. Lavoura-Pecuária, iLP.

## ABSTRACT

The maize-brachiaria consortium has been widely studied from various points of view, both in terms of crop yield and in terms of improving the production system. The aim of this study was to evaluate geometric arrangements of the maize-brachiaria consortium under climatic risk in Quartzarenic Neosol in the cerrado of Tocantins. To this end, a randomized block experimental design was used in a factorial scheme (2 x 2 x 2) with a total of eight treatments, consisting of the combination of two corn and brachiaria sowing orientations (North-South; East-West), two corn sowing spacings (0.45 m; 0.90 m) and two brachiaria sowing positions (row; interrow) with four blocks, for three consecutive years. The PROC MIXED procedure in SAS® was used and the treatments were compared using the Tukey test at 5% probability. No significant effect was observed for the following variables: grain yield, weight of 100 grains, number of grain rows, ear length, forage mass and crude protein of the forage. For the variables leaf area index and chlorophyll 'b', there was an effect of corn spacing. As for the interaction, it was found for: corn height (corn sowing orientation x brachiaria sowing positions) and ear insertion height (corn sowing orientation x corn sowing spacing). Thus, it can be concluded that the geometric arrangements of the corn-brachiaria consortium cultivated under climatic risk in Quartzarenic Neosol in northern Tocantins do not affect corn yield or its correlated measures.

**Keywords:** Spacing. Crop-Livestock, iLP.



## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

### CAPÍTULO 2

Figura 1 - Dados climáticos de temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm), da área experimental durante o período de estudo (2019, 2020, 2021). Colinas do Tocantins - TO, Brasil.....	30
Figura 2 - Média ± intervalo de confiança do rendimento do milho consorciado com capim braquiária cultivado em três anos consecutivos (2019, 2020 e 2021).....	36
Figura 3 - Rendimento de grãos de milho (kg. ha <sup>-1</sup> ), teor de matéria orgânica do solo (g kg <sup>-1</sup> x 100), e precipitação pluviométrica (mm), no ciclo produtivo durante três anos de cultivo de milho consorciado com capim braquiária.....	38
Figura 4 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm), nas fases fenológicas do milho, cultivado em consórcio com capim braquiária, nos três anos de cultivo.....	38
Figura 5 - Altura da planta de milho (cm), em sistema consorciado com capim braquiária, em diferentes orientações de semeadura das linhas de milho.....	40
Figura 6 - Teor de Clorofila 'b' (SPAD) em sistema de cultivo de milho consorciado com capim braquiária.....	42
Figura 7 - Efeito do espaçamento sobre a área foliar das plantas de milho, em sistema de cultivo consorciado com capim braquiária.....	43

### CAPÍTULO 3

Figura 1 - Dados climáticos (temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm)) da área experimental ano 2020. Colinas do Tocantins - TO, Brasil.....	52
Figura 2 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) de acordo com a demanda evaporativa da cultura.....	60
Figura 3 - Composição morfológica da braquiária (lâmina foliar, colmo e material morto) expressos em kg ha <sup>-1</sup> de MS.....	61
Figura 4 – Percentual de lâmina foliar da braquiária na linha e entrelinha do milho.....	61
Figura 5 – Percentual de colmo na braquiária em função do espaçamento de semeadura do milho.....	62
Figura 6 – Relação folha:colmo da braquiária em relação à posição de semeadura.....	63
Figura 7 – Composição química do capim braquiária em consórcio com o milho.....	64
Figura 8 – Concentração de lignina (g. kg <sup>-1</sup> ) da braquiária em razão da orientação de semeadura do milho.....	65

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Resultados de análise química e física do solo (2019, 2020 e 2021) .....	31
Tabela 2 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) nas fases de demanda evaporativa e o risco climático do cultivo de milho em consórcio com braquiária de acordo com o zoneamento de risco climático para o município de Colinas do Tocantins – TO .....	
<b>Erro! Indicador não definido.</b>	<b>32</b>
Tabela 3 - Tratamentos testados .....	33
Tabela 4 – Tratos culturais no cultivo consorciado de milho com capim braquiária nos anos 2019, 2020 e 2021 .....	34
Tabela 5 - Rendimento de grãos do milho (kg. ha <sup>-1</sup> ) em cultivo consorciado com capim braquiária, na segunda safra, em três anos consecutivos .....	36
Tabela 6 - Altura da planta de milho (cm), em interação significativa com a posição de semeadura do capim braquiária.....	40

### CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Resultados de análise química e física do solo (2020) .....	53
Tabela 2 – Distribuição da precipitação pluviométrica (mm), nas fases de demanda evaporativa e o risco climático do cultivo de milho, em consórcio com braquiária, de acordo com o zoneamento de risco climático, para o município de Colinas do Tocantins – TO.....	53
Tabela 3 – Tratos culturais no cultivo consorciado de milho com capim braquiária (2020)....	54
Tabela 4 - Tratamentos testados.....	55
Tabela 5 - Valores de probabilidade das variáveis ajustadas de acordo com o modelo estatístico proposto.....	57



## SUMÁRIO

<b>CAPITULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA</b>	
	<b>RESUMO ..... 12</b>
	<b>ABSTRACT ..... 12</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO ..... 13</b>
<b>2</b>	<b>SOLOS ..... 14</b>
<b>2.1</b>	<b>Neossolos Quartzarênicos ..... 14</b>
<b>2.2</b>	<b>Importância da matéria orgânica ..... 15</b>
<b>2.3</b>	<b>Avanço da agricultura no Cerrado ..... 16</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMAS DE PRODUÇÃO ..... 17</b>
<b>3.1</b>	<b>Tecnologias de produção agropecuária ..... 17</b>
<b>4</b>	<b>IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO..... 19</b>
<b>4.1</b>	<b>Considerações na implantação de sistemas produtivos..... 19</b>
	<b>REFERÊNCIAS ..... 23</b>
<b>CAPÍTULO 2 - ARRANJOS GEOMÉTRICOS DO CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA SOB RISCO CLIMÁTICO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO NO CERRADO DO TOCANTINS</b>	
	<b>RESUMO ..... 27</b>
	<b>ABSTRACT ..... 27</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO ..... 28</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS ..... 30</b>
<b>2.1</b>	<b>Localização do experimento ..... 30</b>
<b>2.2</b>	<b>Caracterização da área experimental ..... 30</b>
<b>2.3</b>	<b>Tratamentos ..... 32</b>
<b>2.4</b>	<b>Manejo do cultivo de milho consorciado com braquiária ..... 33</b>
<b>2.5</b>	<b>Avaliação do milho ..... 34</b>
<b>2.6</b>	<b>Avaliação da braquiária ..... 35</b>
<b>2.7</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística ..... 35</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO ..... 35</b>
<b>3.1</b>	<b>Braquiária ..... 43</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO ..... 44</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 45</b>

**CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DA *Urochloa ruziziensis* EM CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA SOB RISCO CLIMÁTICO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO NO CERRADO DO TOCANTINS**

	<b>RESUMO .....</b>	<b>49</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>49</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>52</b>
<b>2.1</b>	<b>Localização do experimento .....</b>	<b>52</b>
<b>2.2</b>	<b>Caracterização da área experimental .....</b>	<b>53</b>
<b>2.3</b>	<b>Manejo do cultivo de milho consorciado com braquiária .....</b>	<b>53</b>
<b>2.4</b>	<b>Tratamentos .....</b>	<b>54</b>
<b>2.5</b>	<b>Variáveis avaliadas .....</b>	<b>55</b>
<b>2.6</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística .....</b>	<b>56</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>

**CAPÍTULO 4**

*E-book*

	<b>CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA: GUIA DE CULTIVO DO MILHO COM CAPIM BRAQUIÁRIA EM SOLOS ARENOSOS DO CERRADO SOB RISCO CLIMÁTICO</b>	<b>72</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>102</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>103</b>

## CAPÍTULO 1

### REVISÃO DE LITERATURA

#### RESUMO

O consórcio milho-braquiária tem sido amplamente estudado sob diversos aspectos relacionados ao benefício tanto do rendimento das culturas exploradas quanto na melhoria do sistema de produção. O consórcio é uma tecnologia desenvolvida na visão do novo paradigma que prioriza a sustentabilidade aos agroecossistemas explorados, principalmente, em regiões tropicais. Esse modelo permite a diversificação das atividades, pois admite no sistema de produção a possibilidade do uso comercial do componente animal, aumentando o faturamento da propriedade rural com o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. As características do solo, das plantas submetidas ao consórcio são importantes para o sucesso do sistema produtivo. É desafiador explorar atividades agropecuárias em regiões com alta precipitação pluviométrica em solos com baixa capacidade de armazenamento de água e nutrientes. O Brasil dispõe de tecnologias de produção agropecuária aplicadas com as devidas adaptações aos biomas que fazem parte do seu território.

**Palavras-chave:** iLP. Lavoura-pecuária. Milho. *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*).

#### ABSTRACT

The maize-rachiaria consortium has been widely studied from various aspects related to the benefits of both the yields of the crops and the improvement of the production system. The consortium is a technology developed within the vision of the new paradigm that prioritizes the sustainability of agroecosystems exploited mainly in tropical regions. This model allows for the diversification of activities, as it allows for the commercial use of the animal component in the production system, increasing the farm's income by making the most of the natural resources available. The characteristics of the soil and of the plants subjected to the consortium are important for the success of the production system. It is challenging to explore agricultural activities in regions with high rainfall in soils with low water and nutrient storage capacity. Brazil has agricultural production technologies that have been applied with the necessary adaptations to the biomes that make up its territory.

**Keywords:** iLP. Crop-livestock farming. Maize. *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*).

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade pecuária é considerada uma das principais causas de conflitos ambientais relacionadas ao desmatamento, compactação, erosão dos solos e a perda de biodiversidade (MURGUEITIO, 2003). As áreas destinadas aos monocultivos agrícolas também são importantes quanto aos impactos ambientais provocados e a perda da biodiversidade, características desses agroecossistemas. No entanto, do ponto de vista ambiental, vários estudos mostram que é possível trabalhar com pecuária e agricultura conservando o meio ambiente com o uso de componentes de multipropósito em sistemas integrados (MURGUEITIO, 2003; LAZO et al., 2007).

Em comparação com os sistemas convencionais de uso da terra, a integração lavoura-pecuária (iLP), tem como objetivo principal, permitir maior diversidade e sustentabilidade. Do ponto de vista ecológico, a coexistência de mais de uma espécie em uma mesma área, pode ser justificada em termos da ecologia de comunidades, desde que as espécies envolvidas ocupem nichos diferentes, de tal forma que seja mínimo o nível de interferência (BUDOWSKI, 1991).

A iLP têm sido conceituadas como sistemas produtivos viáveis de uso da terra, que além de aumentarem o rendimento da área, combinam simultaneamente, ou em sequência na mesma unidade de área, a produção de culturas agrícolas e animais (KING; CHANDLER, 1978).

Os sistemas consorciados, como forma de uso do solo, têm sido muito estudados e divulgados no Brasil, como relatam os estudos de (KRUSCHEWSKY et al., 2007; BALBINO et al., 2011). Porém, a maioria dos trabalhos que contemplam o assunto, estão preocupados em provar a melhoria de tal sistema, em detrimento dos cultivos tradicionais, ou monocultivos. Outros discorrem a respeito do efeito isolado de algum componente (OLIVEIRA et al., 2010; PACIULLO et al., 2011), de forma que ainda são escassos os trabalhos que avaliam a iLP na sua amplitude, focando nas diversas interações existentes com objetivo de encontrar um modelo satisfatório para cada objetivo, seja agricultura, pecuária ou recuperação de áreas degradadas, que minimizem os efeitos deletérios e potencializem os benefícios que cada componentes possuem.

Em regiões com predominância de atividades pecuárias, a iLP pode ser realizada com ênfase na produção animal, de forma que as culturas agrícolas não prejudiquem o estabelecimento e a produtividade da pastagem, respectivamente. Assim deve-se adotar práticas de manejo que possibilitam tal evento (KRUSCHEWSKY et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2010).

As pastagens cultivadas, em sua totalidade estão em algum nível de degradação, com perdas do potencial produtivo e da capacidade de suporte animal (TOWNSEND et al., 2004).

A maioria destas gramíneas são de origem africana, das quais aproximadamente 80% são do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) spp. e *Megathyrsus* (syn. *Panicum*) spp. (DE CARVALHO, 1990; OLIVEIRA et al., 2001).

Os sistemas de produção agropecuária têm sido aprimorados, com adoções de tecnologias de maior complexidade, e por isso, conhecer sobre solos, implantação de sistemas de produção com as devidas adaptações é fundamental para o setor agropecuário.

## 2 SOLOS

### 2.1 Neossolos Quartzarênicos

O principal meio para o crescimento das plantas é o solo, sendo uma camada de material com alta atividade biológica, resultante de transformações de alta complexidade que envolvem o intemperismo das rochas e minerais, a ciclagem de nutrientes e a produção e decomposição de biomassa vegetal e animal (LOPES; GUILHERME, 2007). Manter o solo em bom funcionamento é fundamental para garantir sua capacidade produtiva dos agroecossistemas, independentemente do bioma em que se encontra. A qualidade dos solos impacta diretamente em outros serviços ambientais essenciais, como a captação e armazenamento de água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos (SOARES et al., 2021).

Os solos localizados em regiões tropicais, apresentam particularidades em razão das condições ambientais, às quais estão submetidos, tais como clima, relevo, vegetação e material originário. Essas regiões apresentam aceleração dos fatores que atuam sobre o solo, como temperatura, água e microrganismos, que agem na formação dos solos (PRADO; LIMING, 2003).

Os Neossolos são classificados como solos pouco evoluídos, os quais não apresentam nenhum tipo de horizonte B diagnóstico. Dentre os Neossolos, os Quartzarênicos não apresentam contato com a rocha matriz, na profundidade de 50 cm, sequência A-C de horizontes com profundidade superior a 150 cm, desde a superfície do solo ou até contato lítico. Possuem na fração areia, grossa e fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala, e sem presença de minerais primários que possam ser alterados, pois são menos intemperizáveis (SANTOS et al., 2018).

Os Neossolos Quartzarênicos, segundo a classificação brasileira no terceiro nível categórico (grandes grupos), apresentam dois níveis que são dos Neossolos Quartzarênicos



Hidromórficos, estes com forte restrição à drenagem, e dos Neossolos Quartzarênicos Órtico, que não apresentam restrição ao uso e manejo, que se subdividem no quarto nível categórico (subgrupos), no qual o Neossolo Quartzarênico Órtico típico, sendo o solo que não se enquadram nos outros subníveis da classificação (SANTOS et al., 2018).

Essa classe de solos, em razão do relevo de ocorrência não apresenta risco erosivo, mas o manejo deve sempre considerar práticas conservacionistas do solo na exploração agrícola. Mesmo em relevo plano ou suave-ondulado, os solos são altamente suscetíveis à erosão eólica, apresentando falta de capacidade de suporte para operações com máquinas agrícolas. Em razão de sua textura arenosa, que causa grande desgaste aos implementos agrícolas (FREIRE et al., 2013). Apesar disso, são usados na agricultura com manejo intenso de matéria orgânica, da fertilização e, em alguns casos, da irrigação.

A fertilidade de um determinado solo pode ser oriunda de causas naturais ou ser construída pela adição de nutrientes aos solos no período de exploração agrícola, assim adoção de práticas conservacionistas, pois a fertilidade depende não somente das questões químicas relacionadas às quantidade de nutrientes disponíveis ao cultivo (LOPES; GUILHERME, 2007).

## **2.2 Importância da matéria orgânica**

A textura do solo promove modificação na dinâmica da matéria orgânica, acarretando efeitos significativos no conteúdo de carbono e na mineralização do carbono e nitrogênio (SILVA; RESCK, 1997).

O avanço da agricultura sobre a região de Cerrados, necessita de parâmetros técnicos que reduzam o impacto causados pela atividade agropecuária. Portanto, o manejo dos solos em regiões tropicais, deve primordialmente considerar a matéria orgânica do solo, pois essa é a responsável pela sustentabilidade desses solos (SILVA; RESCK, 1997), principalmente os Neossolos. As atividades agrícolas devem priorizar a reposição da matéria orgânica pelo manejo dos agroecossistemas.

Em solos do Cerrado, na região do oeste baiano, observou-se que Neossolos Quartzarênicos apresentaram maiores perdas em matéria orgânica, em comparação com Latossolos, quando submetidos às mesmas práticas de preparo do solo (SILVA; LEMANINSKI; RESCK, 1994). Portanto, a exploração agrícola foi precisa ao adotar o manejo de solos, com base nos princípios conservacionistas do Sistema Plantio Direto (KOCHHANN; DENARDIN, 2000).

O manejo das pastagens com foco na produtividade é capaz de promover aumento da matéria orgânica nestes sistemas de produção, com práticas fundamentadas na sustentabilidade (AMÉZQUITA et al., 2004).

Portanto, os sistemas integrados de produção que sincronizam a produção agrícola e florestal com a pecuária, apesar de serem mais complexos, promovem ganhos produtivos e ambientais, isto é, são sistemas de produção com sustentabilidade.

### **2.3 Avanço da agricultura no Cerrado**

O avanço da agricultura sobre o Cerrado, conduziu o processo de ocupação dos solos, outrora denominados de Areias Quartzosas, e que atualmente a classificação brasileira nomeia como Neossolos Quartzarênicos. A estrutura desses solos é formada basicamente de grãos de quartzo, e por isso apresentam alta suscetibilidade à erosão, drenagem excessiva, baixa retenção de água e lixiviação de nutrientes (SPERA et al., 1999).

Em geral os estudos anteriores sobre os solos brasileiros, classificavam esses solos como de baixa aptidão agrícola, ou seja, não se recomendavam o uso dessa classe para a exploração agrícola, mas destinavam-se ao uso para pastagens naturais (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995; SPERA et al., 1999).

No entanto, o processo para o desenvolvimento do Cerrado para a produção de alimentos e desenvolvimento regional por meio de uma cooperação entre o Brasil e o Japão em meados dos anos 70, o projeto PRODECER – Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados, promoveu a intensificação do uso da terra pelos dois países e produtores rurais nessas regiões do Brasil, constituídas pelo Bioma Cerrado. Em Pedro Afonso - TO e em Balsas - MA foi implantada a terceira etapa do projeto, sendo cada área com 40 mil hectares (KAZUHIRO; CAMARGO; ORIOLI, 2000). Os investimentos totais incorporaram ao projeto aproximadamente 490 mil hectares ao processo produtivo.

Tais projetos, em suas etapas iniciais, não priorizavam o uso dos Neossolos Quartzarênicos, mas aqueles classificados com indicadores produtivos que os enquadravam com maior potencial de produção agrícola.

A comercialização de produtos agropecuários, seja em escala global ou regional, considera as condições de produção desses alimentos, e por isso o Brasil tem buscado o desenvolvimento de sistemas de produção com baixo impacto sobre o meio ambiente, e com responsabilidade social e econômica, pois o valor da produção considera o impacto sobre a sociedade e meio ambiente.

### 3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

#### 3.1 Tecnologias de produção agropecuária

O uso intensivo e irracional do solo pode ocasionar em redução de sua natureza qualitativa, acarretando graves consequências sociais, econômicas e ambientais, por isso é importante manter esforços no gerenciamento dos recursos do solo, buscando a garantia do seu uso com racionalidade para satisfazer a presente e a futura geração (GOEDERT; OLIVEIRA, 2007).

A unidade básica para analisar a sustentabilidade é o agroecossistemas, pois incluem de maneira clara o homem, na condição de produtor e consumidor, apresentando assim dimensões socioeconômicas, de saúde pública e ambientais (FERRAZ, 2003).

O Brasil tem desenvolvido sistemas produtivos com maior uso de indicadores de sustentabilidade, como o Sistema Barreirão em 1991 (OLIVEIRA et al., 1996), Sistema Santa Fé em 2001 (KLUTHCOUSKI et al., 2000), Sistema Santa Brígida em 2010 (OLIVEIRA, et al., 2010) e Sistema São Mateus em 2013 (SALTON, et al., 2013).

O Sistema Barreirão recupera pastagens em degradação com base no consórcio de arroz-pastagem, que proporciona a rizicultura, deixando na área, a fertilidade residual após a colheita do grão (OLIVEIRA et al., 1996).

Em seguida, a produção de grãos foi aprimorada para a rotação de cultura entre grão e pastagem utilizando sistemas de integração lavoura-pecuárias (iLP), desse modo foi lançado o Sistema Santa Fé. Esse sistema preconiza o consórcio de grãos como o milho, o sorgo, o milheto e a soja com plantas forrageiras tropicais, usando prioritariamente as braquiárias. Vale notar que o solo dessas áreas fica total ou parcialmente corrigidos, para a produção de forragem na entressafra, ou produção de palhada para o Sistema Plantio Direto (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

O Sistema Barreirão como o Santa Fé, foram desenvolvidos no estado de Goiás, sendo o Santa Fé a origem da integração lavoura-pecuária (iLP), intitulado como o maior desenvolvimento de sistemas de produção em regiões tropicais (CECCON, 2013).

O Sistema Santa Brígida, também foi desenvolvido no estado de Goiás e diferencia-se por introduzir ao sistema via consórcio, mais um componente que são as plantas leguminosas, em consórcio com milho e braquiárias, principalmente (OLIVEIRA, et al., 2010), beneficiando o sistema com a entrada de nitrogênio.

O Sistema São Mateus (SALTON et al., 2013) é direcionado a solos de textura arenosa, o qual proporciona maior sustentabilidade dos agroecossistemas implantados nesses solos, pois insere o pasto no período de outono-inverno, possibilitando uma terceira fonte de faturamento na propriedade, a produção de carne bovina à pasto, aumentando a margem financeira da atividade agropecuária. A partir do desenvolvimento do Sistema de Produção São Mateus, foi possível calcular o risco dos cultivos ao déficit hídrico.

As classes de solos nas quais esse sistema foi desenvolvido são os Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Vermelho. Portanto é possível viabilizar a adoção dessa tecnologia, para esses solos em regiões diferentes, com adequações, no entanto com os mesmos fundamentos conservacionista do solo. Esse sistema de integração lavoura-pecuária, baseia-se na correção química antecipada do solo, e do cultivo de grãos para amortizar o custo de recuperação da pastagem (SALTON et al., 2013).

O Sistema São Mateus é implantado do seguinte modo, no período do inverno e primavera, o solo é corrigido para redução das deficiências químicas, com a aplicação de calcário e gesso agrícola, visando a construção do perfil do solo, na profundidade entre 20 cm e 30 cm. Depois no início das chuvas, implanta-se a pastagem temporária de braquiária para que as raízes dessa se aprofundem e formem palhada para o plantio direto de grãos no verão. Essa pastagem é utilizada pelo período médio de sete meses, até setembro. Portanto, esse é o período que se obtém renda com a bovinocultura, para amortizar os custos do preparo e correção do solo. No início do período chuvoso, a pastagem é dessecada para a semeadura do cultivo de grãos, sob plantio direto na palha. Depois da colheita da soja, a área será utilizada por dois anos e retornando ao cultivo da soja no terceiro ano, podendo ser alterado conforme as características do talhão.

Em solos tropicais, o fator mais limitante é a baixa fertilidade dos solos, assim a intensificação nesses solos requer o uso de maior aporte de fertilizantes, incluindo a correção do solo. Depois de sanadas tais questões, o potencial produtivo dos solos é elevado, considerando que o clima (luz e temperatura) favorecem a produtividade (GOEDERT; OLIVEIRA, 2007).

A implantação do sistema de produção deve ser acompanhada com avaliações dos indicadores de sustentabilidade, como avaliações referentes ao solo e ao rendimento dos cultivos e da produção animal (FERRAZ, 2003).

## **4 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

### **4.1 Considerações na implantação de sistemas produtivos**

Os sistemas agrícolas sustentáveis são tecnologias desenvolvidas em respostas aos desafios enfrentados pelos produtores rurais e pela comunidade científica e que resultam em menores danos à qualidade ambiental (CRESTANA; DENARDIN; FIGUEIREDO, 2008).

Segundo Ehlers (1999), existem perspectivas para a implementação de um novo paradigma, orientado pela busca de maior sustentabilidade, portanto, o desenvolvimento de tecnologias agropecuárias sustentáveis é de alta importância para regiões tropicais.

Dentre os sistemas implantados com sustentabilidade, estão o Sistema Plantio Direto (SPD), Agricultura Orgânica (AO), Sistemas Agroflorestais (SAF) e os Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

É ponto convergente, que a exploração isolada de atividades agrícolas e pecuária, apresentam sinais de insustentabilidade, principalmente em regiões com alta pluviosidade e com solos de baixa fertilidade, com risco de erosão, algumas alternativas têm sido tomadas para reverter tal situação, como a integração lavoura-pecuária (BROCH; CECCON, 2007; CECCON; BORGHI; CRUSCIOL, 2013).

Uma característica marcante desse sistema é o benefício mútuo da pecuária e da lavoura de grãos. A sustentabilidade desse sistema tem como fundamento o manejo de plantas, forrageiras e culturas comerciais, e dos animais, de forma que não sejam produzidos efeitos restritivos ao desenvolvimento radicular das plantas, e ao mesmo tempo, que seja introduzida no sistema quantidade de resíduos suficientes para a consolidação do Sistema Plantio Direto. Esse fundamento de agricultura conservacionista, deve estar atento ao fato da pastagem ser utilizada para a alimentação animal, que exige maior controle sobre os resíduos remanescentes (ZANATTA; SALTON; CECCON, 2014).

O uso da pastagem na implantação do sistema possui inúmeras justificativas, dentre elas está a redução dos custos de produção, o aumento da eficiência do uso da terra, a melhoria da qualidade do solo, redução de pragas, doenças e plantas daninhas e o aumento da liquidez e da renda (CARVALHO et al., 2004). A diversificação na rotação de culturas com plantas forrageiras é essencial para uma agricultura eficiente, produtiva e com estabilidade (MORAES et al., 2002). É uma estratégia muito promissora para o desenvolvimento de sistemas produtivos menos intensivos, quanto ao uso de insumos industriais, assim, apresentam maior sustentabilidade (CASSOL; LIMA, 2003).

A implantação de sistemas integrados de produção agropecuária não aplica todo seu potencial orientado pela produtividade das atividades exploradas, mas também ao aporte e acúmulo de carbono no solo, que posteriormente podem ser incorporados ao compartimento orgânico.

Salton et al. (2008a), nesse contexto atribui que esses sistemas precisam incluir espécies com elevado potencial de produção de palha e menor taxa de decomposição dos resíduos, sendo extremamente importante para a composição de sistemas de cultivos, principalmente para regiões de clima tropical. Portanto, o manejo de plantas com foco na cobertura do solo, principalmente na estação seca do Cerrado contribui para o aumento da sustentabilidade desses agroecossistemas.

As pastagens, se comparadas às culturas anuais, possuem maior potencial de adição de resíduos, mesmo em condições de déficit hídrico, como ocorre na estação seca. Entre as pastagens cultivadas e utilizadas na implantação de cultivos integrados, destacam-se o gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) e *Megathyrsus* (syn. *Panicum*), as quais, dependendo do manejo de fertilização, podem atingir quantidades superiores a 20 t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de MS de parte aérea (OLIVEIRA, 2008). No entanto, no estado do Mato Grosso, no município de São Gabriel da Palha, o rendimento dessas forrageiras variou entre 2,0 a 7,0 t ha<sup>-1</sup>, quando cultivadas na entressafra.

As gramíneas forrageiras, produzem quantidades bastante significativas de resíduos via aporte pelas raízes, além da liberação de exsudados que atuam sobre a disponibilidade de nutrientes.

O componente animal é apontado como um dos motivos para o maior acúmulo de fitomassa das pastagens, tanto em parte aérea como de raízes, em relação às lavouras de grãos, é o corte ou o pastejo animal, pois este promove a retirada da parte aérea das plantas, o que estimula a rebrota e o crescimento radicular (ZANATTA; SALTON; CECCON, 2014).

Ao adotar o uso de pastagens em rotação com o cultivo de grãos em sistemas de produção, os estoques de matéria orgânica aumentam na amplitude de 3 a 20% (CONTE et al., 2007). Portanto, a implantação de sistemas de produção com adoção das plantas forrageiras, associadas ou não à produção animal promovem a sustentabilidade por meio desses agroecossistemas.

A raízes, além de representarem uma entrada de carbono diretamente na matriz do solo, tem função de estabilizar a matéria orgânica do solo (MOS), pois atua na agregação do solo, com maior efeito sobre a formação e manutenção de agregados do solo. Esse efeito benéfico das gramíneas na agregação solo, se deve à maior densidade do sistema radicular, que promove

a aproximação das partículas via constante absorção de água no perfil do solo, e da distribuição dos exsudados (BOENI, 2007; CONCEIÇÃO et al., 2008).

Para a manutenção da matéria orgânica no solo, é necessário realizar aportes na ordem de 6,3 t ha<sup>-1</sup> como forma de equilibrar a entrada e saída de carbono, logo, quantidades superiores a essas promovem incremento da MOS ao solo por meio do SPD (ZANATTA; SALTON, 2010), isso mostra que há uma relação de dependência entre a MOS e a adição de resíduos.

A presença de plantas forrageiras no sistema de produção, relaciona-se com a disponibilidade fósforo (P) no solo, porque o cultivo de *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *ruziziensis* aumenta as formas de P lábil no perfil do solo, no entanto um único cultivo não supri a cultura sucessora (MERLIN, 2008).

A implantação do sistema de produção, utilizando o consórcio milho-pastagem, pode ser estabelecido com o objetivo de produzir palhada ao SPD, bem como para a produção de grãos no mesmo período do ano. O cultivo de milho no Brasil é realizado basicamente em segunda safra (safrinha), com 75% do milho cultivado nessa época.

A implantação do sistema de produção, por meio do consórcio milho-capim, poderá ser realizada de forma simultânea ou defasada, em espaçamentos variando entre 0,45 m a 0,90 m, sendo a posição de semeadura do capim na linha do milho, ou intercalar, assim como semeadura à lanço. Em relação ao mecanismo de implantação, as sementes do capim poderão ser misturadas ao fertilizante, ou em caixa adicional para sementes de forrageiras, operação adicional com distribuidor de fertilizante (a lanço), e com disco na caixa da entrelinha.

Após a colheita do grão, a forrageira poderá ser ofertada no período de menor oferta de alimento aos animais, na estação seca. Vale notar que, o cultivo na segunda é conduzido em época de déficit hídrico para a cultura, e por isso é importante adotar como tomada de decisão, a implantação do cultivo, segundo informações do zoneamento agroclimático, estabelecido em função do ciclo do milho, da época de semeadura e do tipo de solo.

A relação de competição entre plantas consorciadas, ainda é uma barreira para técnicos e produtores rurais, na adoção de cultivos consorciados. No entanto, há práticas no manejo que permitem suprimir o desenvolvimento do capim, e garantir a produtividade do cultivo principal, a cultura de grãos. Essa condição de competição ocorre principalmente quando a implantação acontece de forma simultânea (CONCENÇO et al., 2013). Esses mesmos autores afirmam que, medidas de planejamento devem ser tomadas na cultura antecessora, visando à menor infestação de plantas daninhas, tais medidas permitem maior eficiência no controle das plantas daninhas na área do consórcio.

A viabilidade do consórcio milho-braquiária, depende de manter o milho em vantagem, em relação à braquiária, mantendo a forrageira sombreada durante o ciclo do milho (ALMEIDA, 2014). As interações entre os componentes do consórcio ocorrem simultaneamente, e para o sucesso produtivo essas interações devem promover o crescimento, absorção de nutrientes e rendimento do grão como cultivo principal (ZHANG; LI, 2003).

O sombreamento proporcionado pelo milho altera a fisiologia da forrageira, por meio de interferência em fatores de produção como luz, água, nutrientes, prejudicando assim o desenvolvimento do capim, e alterando seus componentes morfológicos, denominado de estrutura da planta (ARAUJO et al., 2011).

Almeida (2014), relaciona algumas medidas para garantir ao milho vantagem sobre a braquiária, que são: escolher adequadamente a planta que vai consorciar com o milho; ter boa densidade de plantas de milho para formar o sombreamento sobre a forrageira; controlar pragas que possam desfolhar o milho, de modo a evitar a entrada de luz no dossel da forrageira; escolher a época de semeadura para mitigar os riscos do déficit hídrico; corrigir a fertilidade química do solo, para não estagnar o crescimento; realizar a fertilização nitrogenada em época adequada e quantidade que potencialize o crescimento, considerando ainda a eficiência desta adubação nas condições do cultivo. Essas medidas não excluem o uso do herbicida para a supressão química da braquiária, quando a semeadura for simultânea, sendo a aplicação no início do perfilhamento da braquiária, utilizando herbicidas em subdosagem, para não ocasionar morte da braquiária.

Para que o consórcio milho-braquiária expresse todo seu potencial, é fundamental observar a relação solo-planta, assim como todos os fatores ambientais.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. E. M. de. **Fertilização nitrogenada no consórcio milho-braquiária em solos de clima tropical úmido no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2014. 149 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.
- AMÉZQUITA, M. C.; IBRAHIM, M.; LLANDERAL, T.; BUURMAN, P.; AMÉZQUITA, E. Carbon Sequestration in Pastures, Silvo-Pastoral Systems and Forests in Four Regions of the Latin American Tropics. **Journal of Sustainable Forestry**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 31–49, 2004. Disponível em: < [https://doi.org/10.1300/J091v21n01\\_02](https://doi.org/10.1300/J091v21n01_02) >. Acesso em: 10 set. 2023.
- ARAÚJO, E. A. D.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. D. S.; SILVA, I. R. D.; OLIVEIRA, E. K. Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazonica**, v. 41, p. 103-114, 2011.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; DE MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 46, n. 10, p. 1–12, 2011.
- BOENI, M. Proteção física da matéria orgânica em Latossolos sob sistemas com pastagens na região do Cerrado Brasileiro. 2007. 136 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BROCH, DIRCEU LUIZ; CECCON, GESSI. Produção de milho safrinha com interação lavoura e pecuária. 2007.
- BUDOWSKI, G. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. **Seminário de planejamento de projetos auto-sustentáveis da lenha para a america latina e o caribe**, Turrialba, v. II, n. 8, p. 161–167, 1991.
- CARVALHO, M. A. C. D., SORATTO, R. P., ATHAYDE, M. L. F., ARF, O., & SÁ, M. E. D. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 39, p. 47-53, 2004.
- CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 117-124, 2003.
- CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. 2013.
- CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013.
- CRESTANA, S.; DENARDIN, J. E.; FIGUEIREDO, R. A. A ciência na sustentabilidade dos sistemas agrícolas. **SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**

*EMBRAPA MILHO E SORGO*, 13. 2008.

CONCEIÇÃO, P.C.; BOENI, M.; DIECKOW, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Fracionamento densimétrico com politungstato de sódio no estudo da proteção física da matéria orgânica em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 541-549, 2008.

CONCENÇO, G.; SILVA, C. J.; TOMAZI, M.; CORREIA, I. V. T.; SOUZA, N. C. D. S.; ANDRES, A. Infestação de espécies de plantas daninhas em pré-plantio de soja em sistema de sucessão a culturas de inverno. **Planta Daninha**, v. 31, p. 551-558, 2013.

CONTE, T.; MASSOLAR, J.; MENDES, E.; TRAVASSOS, G.H. Técnica de inspeção de usabilidade da Web baseada em perspectivas de design. In: **Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software**. SBC, pág. 394-410. 2007.

DE CARVALHO, Hélio Wilson Lemos. Cultivares de milho e de feijão em monocultivo e consorciado. I Ensaio de rendimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 7, p. 1003-1010, 1990.

FERRAZ, S. F. D. B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, v. 27, p. 575-583. 2003.

FREIRE, L. R.; BAILIEIRO, F. de C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PERERIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. de A.; CAMPOS, D. V. B. De; POLIDORO, J. C. **Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro**, 2013.

GOEDERT, W.J.; OLIVEIRA, S.A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1. p.991-1017. 2007.

KAZUHIRO, Y.; CAMARGO, J. A. C.; ORIOLI, A. L. **Monitoramento Ambiental nos Projetos Agrícolas do PRODECER**, EMBRAPA, 2000.

KING, K. F. S.; CHANDLER, M. T. **The wasted land**. Naiorobi, Kenya. 1978.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; DE OLIVEIRA, I. D.; COSTA, J. D. S.; MAGNABOSCO, C. D. U. Sistema Santa Fé-Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. 2000.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. **Implantação e Manejo do Sistema Plantio Direto**, Elsevier B.V. 2000.

KRUSCHEWSKY, G. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T. K. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no Cerrado. **CERNE**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 360-367, 2007. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/744/74413403.pdf> >. Acesso em: 10 set. 2023.

LAZO, J. A.; VALDÉS, N. V.; SAMPAIO, R. A.; LEITE, G. L. D. Diversidad zoológica asociada a un silvopastoreo leucaena-guinea con diferentes edades de establecimiento. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, [s. l.], v. 42, n. 12, p. 1667-1674, 2007. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/pab/a/wX6ktx9QzmfS335HBQGZNd/?format=pdf&lang=es> >.  
Acesso em: 10 set. 2023.

LOPES, A. .; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. 1ª ed. Viçosa, MG: sbcs, p. 2–61. 2007.

MERLIN, O.; WALKER, JP; CHEHBOUNI, A.; KERR, Y. Rumo à redução determinística da umidade do solo SMOS usando a eficiência evaporativa do solo derivada do MODIS. **Sensoriamento Remoto do Meio Ambiente**, v. 112, n. 10, p. 3935-3946. 2008.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de saúde pública**, v. 36, p. 370-374, 2002.

MURGUEITIO, E. **Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados: La experiencia de CIPAV en Colombia**. Taller Internacional Ganadería Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, 2003.

OLIVEIRA, I. P. de et al. Response of degraded pastures in the Brazilian Cerrado to chemical fertilization. **Pasturas Tropicales**, Cali, Colombia, v. 23, n. 1, p. 24–28, 2001.

OLIVEIRA, O. C. De; OLIVEIRA, I. P. De; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, C. H. B.; VILELA, L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; DE OLIVEIRA, O. C.; DE OLIVEIRA, I. P. **Response of degraded pastures in the Brazilian Cerrado to chemical fertilization**, 2001.

OLIVEIRA, T. K. De; MACEDO, R. L. G. M.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho Silvicultural e Produtivo de Eucalipto sob Diferentes Arranjos Espaciais em Sistema Agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s. l.], v. 0, n. 60, p. 1–10, 2010.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; DE CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; DE FÁTIMA ÁVILA PIRES, M.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Productive and nutritional traits of pasture in an agrosilvopastoral system, according to the distance from trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 46, n. 10, p. 1176–1183, 2011.

PRADO, R. D. M.; LIMING, T. H. E. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais : revisão de literatura. **Revista Biociência**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 7–16, 2003.

RAMALHO FILHO, A. R.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliacao da aptidao agricola das terras**. 3ª ed. Rio de Janeiro-RJ: EMBRAPA SOLOS, 1995.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C; FABRÍCIO, A;C; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32 , p. 11-21. 2008.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J.

F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J.; ANTONIO DE; ARAÚJO FILHO, JOSÉ COELHO DE; OLIVEIRA, J. B. de; C.; FERREIRA., T. J. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SANTOS, O. O.; FALCÃO, H.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. S.; LUSTOSA, B. M.; SANTOS, M. G. Desempenho ecofisiológico de milho, sorgo e braquiária sob déficit hídrico e reidratação. **Bragantia**, [s. l.], v. 73, n. 2, p. 203–212, 2014.

SILVA, J. E.; LEMANINSKI, J.; RESCK, D. V. S. Perdas de MO e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, Brasil., v. 18, n. 3, p. 541–547, 1994.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Materia orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Eds.). **Biologia dos Solos dos Cerrados**. 1ª ed. Planaltina, DF: EMBRAPA, p. 524. 1997.

SOARES, A. de F.; SILVA, S. A. S. Da; COSTA, J. F.; FARIAS, V. D. da S.; NOGUEIRA, A. da S.; SANTOS, M. A. S. Dos. Características químicas do solo sob sistema agroflorestal e floresta primária no município de Pacajá, Pará, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 45–59, 2021.

SPERA, S.; REATTO, A.; MARTINS, É.; CORREIA, J.; CUNHA, T. **Solos areno-quarzosos no Cerrado: problemas, características e limitação ao uso**, 1999. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101733/1/doc-07.pdf> >. Acesso em: 10 set. 2023.

TOWNSEND, C.; COSTA, N. D. L.; MAGALHÃES, J.; PEREIRA, R. D. A. **Renovação de pastagens degradadas em consórcio com milho na Amazônia Ocidental do Brasil**, Pastures Tropicales, 2004.

ZANATTA, J. A.; SALTON, J. C. Soil carbon sequestration affected by no-tillage and integrated crop-livestock systems in Midwestern Brazil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, p. 210-212. 2010.

ZANATTA, J.A.; SALTON, J.C.; CECCON, G. Sistemas de integração lavoura-pecuária como estratégia para melhorar a fertilidade do solo. In: Lima Filho OF, Ambrosano EJ, Rossi F & Carlos JAD (Eds.) Adubação Verde e Plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática. Brasília, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. p.375-416. 2014.

ZHANG, L.; CURLESS, B.; SEITZ, S.M. Estéreo espaço-tempo: Recuperação de forma para cenas dinâmicas. Em 2003. Conferência da IEEE Computer Society sobre Visão Computacional e Reconhecimento de Padrões, **Procedimentos**, v. 2, p. II-367. IEEE. 2003.

## CAPÍTULO 2

### ARRANJOS GEOMÉTRICOS DO CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA SOB RISCO CLIMÁTICO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO NO CERRADO DO TOCANTINS

#### RESUMO

O consórcio milho-braquiária tem sido amplamente estudado sob diversos aspectos relacionados ao benefício tanto do rendimento das culturas exploradas quanto na melhoria do sistema de produção. Desta forma, objetivou-se com esse estudo avaliar arranjos geométricos do consórcio milho-braquiária sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no cerrado do Tocantins. Para isso, foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 2 x 2), com quatro repetições. Estudou-se a combinação de duas orientações da sementeira do milho com braquiária (Norte-Sul; Leste-Oeste), dois espaçamentos de sementeira do milho (0,45 m; 0,90 m) e duas posições de sementeira da braquiária (linha; entrelinha), por três anos consecutivos. Não foi observado efeito significativo para as seguintes variáveis: rendimento de grãos, peso de 100 grãos, número de fileiras de grãos, comprimento da espiga, massa de forragem e proteína bruta da forragem. Enquanto para as variáveis índice de área foliar e clorofila 'b' verificou-se efeito de espaçamento do milho. No que diz respeito à interação, foi constatado para: altura do milho (orientações da sementeira do milho x posições de sementeira da braquiária) e altura de inserção da espiga (orientações da sementeira do milho x espaçamentos de sementeira do milho). Deste modo, os arranjos geométricos do consórcio milho-braquiária cultivados sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no Norte do Tocantins não afetam o rendimento do milho nem suas medidas correlacionadas.

**Palavras-chave:** Espaçamento. iLP. Lavoura-pecuária. Milho. *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*).

#### ABSTRACT

The maize-brachiaria consortium has been widely studied under various aspects related to the benefit of both the yield of the crops exploited and the improvement of the production system. The aim of this study was to evaluate geometric arrangements of the maize-brachiaria consortium under climatic risk in Quartzarenic Neosol in the cerrado of Tocantins. To this end, a randomized block experimental design was used in a factorial scheme (2 x 2 x 2), with four replications. The combination of two corn and brachiaria sowing orientations (North-South; East-West), two corn sowing spacings (0.45 m; 0.90 m) and two brachiaria sowing positions (row; inter-row) were studied for three consecutive years. No significant effect was observed for the following variables: grain yield, 100-grain weight, number of grain rows, ear length, forage mass and forage crude protein. For the variables leaf area index and chlorophyll 'b', there was an effect of corn spacing. As for the interaction, it was found for: corn height (corn sowing orientation x brachiaria sowing positions) and ear insertion height (corn sowing orientation x corn sowing spacing). Thus, the geometric arrangements of the corn-brachiaria consortium cultivated under climatic risk in Quartzarenic Neosol in northern Tocantins do not affect corn yield or its correlated measures.

**Keywords:** Spacing. iLP. Crop-livestock. Maize. *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*).

## 1 INTRODUÇÃO

Os modelos tradicionais de produção agrícola têm sido questionados devido a sua longevidade em termos de sustentabilidade no que diz respeito tanto a sua viabilidade financeira quanto a questão ambiental. O uso dos recursos ambientais e o advento da monocultura torna indispensável o desenvolvimento de tecnologias alternativas para a melhoria da sustentabilidade do sistema produtivo na busca por equilíbrio econômico, social e ambiental.

Nas condições climáticas do Cerrado, com altas temperaturas associadas a altas precipitações pluviométricas concentradas em determinadas épocas do ano, torna-se necessário a utilização de tecnologias de produção que promovam a manutenção da qualidade física do solo além de proporcionar melhorias para o mesmo. Nesse sentido, a inclusão de gramíneas forrageiras em monocultivo de milho tem se tornado uma alternativa promissora (MATTEI et al., 2021).

A segunda safra tem sido objeto de estudo, por representar uma estratégia de intensificação da produção equilibrada entre o uso racional dos recursos ambientais e o rendimento econômico das atividades agropecuárias, além de representar a principal época destinada para a produção do grão no Brasil (CONAB, 2022), tais desafios e oportunidades torna este momento adequado para a utilização de tecnologias que possam minimizar risco de produção e aumentar a sustentabilidade deste modelo de produção a longo prazo.

Neste sentido, a introdução de gramíneas forrageiras na cultura do milho, denominada de consórcio milho-braquiária, tem se mostrado benéfico em relação a diversos fatores, não só relacionados ao rendimento mais também à melhoria do sistema produtivo.

Estudos sobre cultivos de grãos associados com gramíneas forrageiras, têm sido efetuados na busca por ajustes do manejo ao controle de plantas daninhas e no desempenho produtivo do milho (RODRIGUES et al., 2014), do mesmo modo, têm sido realizados estudos sobre o manejo da fertilização com nitrogênio sobre o rendimento do milho e do capim braquiária na condição de consórcio estabelecido simultaneamente, visando a produção de palha para o plantio direto (ALMEIDA et al., 2018) e ou como pasto para animais (DA LUZ et al., 2019).

A principal fonte de carbono para o solo de áreas cultivadas, sob sistemas de produção integrados, são os resíduos do milho e o capim (TADINI et al., 2022), proporcionando assim, o um sequestro eficiente desse elemento no solo, característica importante para os sistemas de produção agropecuária em regiões tropicais.

Os sistemas de cultivo, que incluem culturas de grãos e forrageiras em rotação de culturas, ou sistemas consorciados, trazem benefícios para essas atividades: períodos de pastagem no sistema de rotação, melhoram o rendimento de grãos e a produção animal (CARVALHO et al., 2010; BARTH NETO et al., 2014; PARIZ et al., 2011; XU et al., 2020; NUNES; COLS, 2021). Além disso, há melhor rentabilidade econômica (MATEUS et al., 2020; CRUSCIOL et al., 2013), qualidade do solo (ASSMANN et al., 2014; FRANZLUEBBERS; GASTAL 2019; XU et al., 2020), diversificação agrícola (LEMAIRE et al., 2014; COSTA et al., 2021) e provisão de nutrientes (JENSEN et al., 2020; CRUSCIOL et al., 2020). Como resultado, os sistemas de cultivo diversificados são mais resistentes às variações climáticas adversas e às tensões ambientais e têm maior eficiência no uso de nutrientes.

Investigando a performance do milho em sistema consorciado com forrageira, Crusciol et al. (2013), avaliaram o rendimento de milho, com materiais genéticos de diferentes maturidades fisiológicas, assim como, o rendimento e qualidade da forragem oriunda desses sistemas, relata que a maior limitação deste sistema, em locais de inverno seco, como a região do cerrado, é o baixo acúmulo de biomassa de plantas durante o outono para inverno e do inverno para a primavera, devido às condições climáticas desfavoráveis, especialmente a baixa disponibilidade de água durante muitos meses do ano (CRUSCIOL et al., 2010).

Em adição a isso, devido às culturas tradicionais não produzirem biomassa suficiente para cobrir o solo, o uso de espécies forrageiras de cobertura tem aumentado devido sua alta produção de biomassa e sua manutenção durante longos períodos de tempo (PACHECO et al., 2011).

Portanto, estudos que possibilitam a elucidação da otimização dos arranjos de plantas de milho em consórcio com braquiária são fundamentais para esclarecer as questões relativas aos conhecimentos que proporcionem promover vantagens econômicas e ambientais pela intensificação agrícola de cultivo sob risco climático.

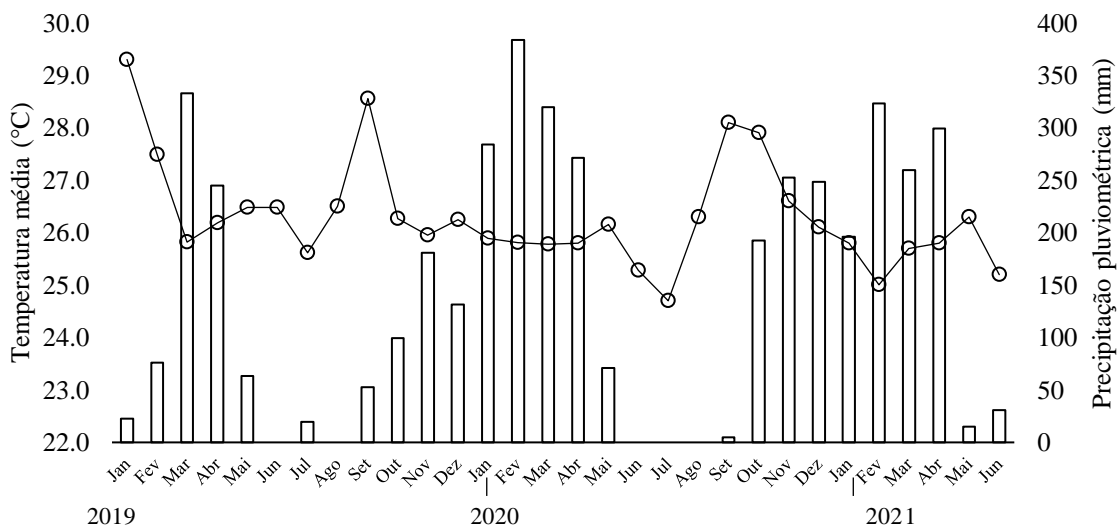
Desta forma, o objetivo com esse estudo foi avaliar arranjos geométricos do consórcio milho-braquiária sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no Norte do Tocantins.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a junho, por três anos consecutivos (2019, 2020 e 2021), na área do campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, na Latitude 8°05'24''S e Longitude 48°28'58'' W, a 221 metros de altitude, no município de Colinas do Tocantins, TO, Brasil. O clima da região é classificado como *Aw* (ALVARES et al., 2013). Os dados climáticos foram coletados da estação meteorológica automática A049 do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada a 250 m da área de estudo. Os dados são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Dados climáticos de temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm), da área experimental durante o período de estudo (2019, 2020, 2021). Colinas do Tocantins - TO, Brasil.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

### 2.2 Caracterização da área experimental

O solo da área é classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (SANTOS et al., 2018), classificado taxonomicamente como *Quartzipsamments* (SOIL SURVEY STAFF, 1999). O solo tem alto potencial de lixiviação de nutrientes e baixo teor de matéria orgânica (Tabela 1). Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras



de solo (0 a 0,2 m) para caracterização química e física (SILVA, 2009), conforme resultados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de análise química e física do solo (2019, 2020 e 2021).

Ano	pH	Ca	Mg	K	Al	H+Al	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MOS	Areia <sub>a</sub>	Silte	Argila	CTC	m	V
-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----							mg.d m <sup>-3</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	-----%-----			cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	-----%-----	
2019	4,7	0,80	0,50	0,03	0,30	1,80	1,80	1,30	91,4	4,8	3,8	3,13	18,4	42,5
2020	4,0	1,80	0,80	0,20	0,40	3,02	0,31	2,84	90,0	4,5	5,5	5,64	13,2	46,5
2021	5,7	1,53	0,92	0,30	0,03	2,74	0,82	2,62	92,8	5,2	2,0	5,22	1,2	47,5

pH em CaCl<sub>2</sub>; MOS = matéria orgânica solo; V = saturação de bases; m = saturação por Al; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; H+Al = acidez potencial; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = pentóxido de difósforo; CTC = capacidade de troca catiônica.

Na Tabela 2 encontram-se a distribuição da precipitação pluviométrica na área experimental de acordo com as fases 1, 2, 3 e 4 de demanda evaporativa do ciclo do milho correspondentes a 17, 28, 33 e 22% do número de dias do ciclo do milho (SMITH; ALLEN; PEREIRA, 1998; ANDRADE et al., 2006) e o risco climático para o cultivo de milho consorciado com capim braquiária, de acordo com o zoneamento agrícola para segunda safra nos períodos agrícolas de 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 (MAPA, 2018, 2019, 2020).

Tabela 2 – Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) nas fases de demanda evaporativa e o risco climático do cultivo de milho em consórcio com braquiária de acordo com o zoneamento de risco climático para o município de Colinas do Tocantins – TO.

Estádio	Dias do ciclo	Precipitação (mm)	Precipitação (%)	Risco climático (%)
2019				
Fase 1	21	271	39,0	
Fase 2	34	359	51,0	
Fase 3	40	67	10,0	30
Fase 4	27	0	0,0	
Total	122	697	100	
2020				
Fase 1	22	333	39,0	
Fase 2	35	355	42,0	
Fase 3	42	159	19,0	20
Fase 4	28	0	0,0	
Total	127	847	100	
2021				
Fase 1	20	214	31,0	
Fase 2	34	340	49,2	
Fase 3	40	106	15,3	30
Fase 4	27	31	4,5	
Total	121	691	100	

Classificação do risco climático: 20%, 30%, 40% e sem indicação de plantio, de acordo com o ZARC-Zoneamento Agrícola de Risco Climático – Brasil (MAPA, 2018, 2019, 2020)

### 2.3 Tratamentos

Os arranjos geométricos estudados foram compostos pela combinação dos seguintes fatores: duas orientações da semeadura do milho com braquiária (Norte-Sul; Leste-Oeste), dois espaçamentos de semeadura do milho (0,45 m; 0,90 m) e duas posições de semeadura da braquiária (linha; entrelinha) com quatro blocos, por três anos consecutivos, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Tratamentos testados.

Arranjo/Tratamento	Orientação	Espaçamento (m)	Posição da braquiária
1	Norte-Sul	0,90	Linha
2	Leste-Oeste	0,90	Linha
3	Norte-Sul	0,90	Entre-linha
4	Leste-Oeste	0,90	Entre-linha
5	Norte-Sul	0,45	Linha
6	Leste-Oeste	0,45	Linha
7	Norte-Sul	0,45	Entre-linha
8	Leste-Oeste	0,45	Entre-linha

Espaçamento de 0,90 m: 6 linhas de milho; espaçamento de 0,45 m: 12 linhas de milho.

## 2.4 Manejo do cultivo de milho consorciado com braquiária

Foi utilizada a semeadura simultânea do milho com a braquiária, manualmente em sulcos a 5 cm de profundidade. A emergência do milho ocorreu aos 6 dias após a semeadura, enquanto a do capim braquiária ocorreu aos 8 dias. A fertilização em cada ano de cultivo foi realizada a lanço com 200 kg. ha<sup>-1</sup> de N, 150 kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg. ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (SOUSA; LOBATO, 2004), utilizando uréia (95% do total de N) e sulfato de amônio (5% do total de N), superfosfato simples e cloreto de potássio, como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. A fertilização com N foi ajustada para alto nível tecnológico de produção, à responsividade do híbrido, à condições edafoclimáticas e à forma de aplicação.

A adubação fosfatada foi realizada no momento da semeadura, enquanto o nitrogênio e potássio foram parcelados em três e duas aplicações, respectivamente (Tabela 4). Realizou-se fertilização foliar com micronutrientes na dose de 1,0 l. ha<sup>-1</sup> do produto comercial de composição 5,1% Fe, 2,6% Mn, 0,38% B, 0,6% Zn, 0,15% Cu e 0,1% Mo.

O controle de plantas daninhas foi realizado aos 25 dias após a semeadura com uma aplicação de 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup> de atrazina, 500 g. l<sup>-1</sup>, com volume de calda de 200 l. ha<sup>-1</sup>. Foi realizada uma aplicação de inseticida imidacloprid (100 g. l<sup>-1</sup>) na dose de 0,75 g i.a. ha<sup>-1</sup> e beta-ciflutrina (12,5 g. l<sup>-1</sup>) na dose de 9,37 g i.a. ha<sup>-1</sup> e uma aplicação do fungicida trifloxistrobina (100 g. l<sup>-1</sup>) na dose de 60 g i.a.ha<sup>-1</sup> e tebuconazol (200 g.l<sup>-1</sup>) na dose de 120 g i.a.ha<sup>-1</sup>.

O milho utilizado foi o híbrido precoce Power Core 2B512PW® com densidade de semeadura de 66.600 plantas. ha<sup>-1</sup> enquanto a gramínea forrageira utilizada foi *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*), semeada na densidade de 4,8 kg de sementes puras viáveis por ha<sup>-1</sup>. As unidades experimentais foram compostas por parcelas com dimensões 4,5 m x 4,5 m (20,25 m<sup>2</sup>)

A duração do ciclo do milho nos três anos foram de 122, 127 e 121 dias após a emergência. Em cada ano de cultivo, o preparo de solo foi realizado com o uso de grade de discos (28 polegadas), para incorporação do capim e dos restos culturais do milho. As épocas de realização dos tratos culturais, em cada ano de cultivo, estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 – Tratos culturais no cultivo consorciado de milho com capim braquiária nos anos 2019, 2020 e 2021.

Ano	Ds	1ª fert	2ª fert	ffol	herb	inset	3ª fert	fung	pen	Colheita	Corte do Capim
2019	23/02	10	20	24	25	23	30	56	55	122	-
2020	19/02	9	19	23	24	25	26	57	56	127	127
2021	24/02	9	16	24	25	21	22	58	57	121	-

ds: data de semeadura; fert: fertilização; ffol: fertilização foliar; herb: herbicida; inset: inseticida; fung: fungicida; pen: pendoamento; os valores no corpo da tabela correspondem ao número de dias após a semeadura.

## 2.5 Avaliação do milho

Rendimento do milho ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ), foi determinado pela colheita manual das espigas, localizadas no centro da unidade experimental (0,9 m x 2,5 m), e após a correção da umidade para 13%, seguiu a extrapolação dos resultados para  $\text{kg ha}^{-1}$ . Após isso, foi realizada a medição do comprimento da espiga (cm), com régua milimetrada e quantificado o número de fileiras de grãos na espiga, assim como a massa de 100 grãos, coletados aleatoriamente.

Altura da planta (cm), e altura de inserção da primeira espiga (cm), para tal foi utilizada fita métrica graduada em centímetro.

Teor de clorofila 'b', aferido, em seis plantas por unidade experimental, utilizando o medidor digital de clorofila clorofilog modelo CFL 2060, com a leitura efetuada na primeira folha oposta à inserção da espiga mais alta (CANTARELLA; VAN RAIJ; CAMARGO, 1997).

Índice de área foliar (IAF), aferido por método indireto de estimativa da estrutura do dossel, utilizando o aparelho analisador de dossel de plantas LAI-2200, sendo aferida em três pontos, localizados no espaço da entrelinha de semeadura do milho, no centro de cada unidade experimental, tal análise foi realizada na fase de pleno pendoamento.

## 2.6 Avaliação da braquiária

Tais avaliações foram realizadas após a colheita do milho, com auxílio de um retângulo de amostragem, com dimensões de 1,0 m x 1,2 m, totalizando 1,2 m<sup>2</sup>, que foi posicionado no centro da unidade experimental.

Para avaliação da massa de forragem (kg. ha<sup>-1</sup>) foi realizado o corte da forragem rente ao solo, e encaminhado para a estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas, para obtenção da massa seca (AOAC, 1998). Os valores foram extrapolados para Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca, e posteriormente foi realizada a quantificação do conteúdo de proteína bruta, de acordo com AOAC (1998) e THIEX et al. (2002).

## 2.7 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (2 x 2 x 2), totalizando oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pela combinação de duas orientações da semeadura do milho com capim braquiária (Norte-Sul; Leste-Oeste), dois espaçamentos de semeadura do milho (0,45 m; 0,90 m), e duas posições de semeadura da forrageira (linha; entrelinha), com quatro blocos, onde foram avaliados os efeitos dos fatores individuais (orientação, espaçamento e posição da forrageira) e a interação entre estes, por três anos consecutivos. O modelo estatístico proposto foi a seguinte:

$$Y_{ijklm} = \mu + bl_i + \alpha_j + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \gamma_l + \alpha\gamma_{jl} + \beta\gamma_{jl} + \alpha\beta\gamma_{jkl} + \delta_m + \alpha\beta\gamma_{(jkl)_m} + e_{ijklm}$$

O modelo estatístico foi ajustado utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS® Copyright© 2021 (STUDIO S.A.S, 2021), utilizando a máxima verossimilhança (REML), como método de estimação. Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade (Levene, Bartlett, Brown & Forsythe e O'Brien), e de normalidade (Kolmogorov-Smirnov). Os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os fatores orientação de plantio, espaçamento e posição do capim, tanto individualmente quanto em interação, não alteraram o rendimento de grãos do milho (Tabela 5). Desta forma, o valor médio observado para a variável foi de 5.060 ± 1.046 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, no período dos três anos de avaliação.

A utilização de híbridos com maturação precoce reduz a competição interespecífica entre os componentes do consórcio o que pode favorecer ambos (CRUSCIOL et al., 2010; 2013). Isto pode ajudar a explicar a ausência de efeito no rendimento de grãos de milho. Essa observação, juntamente com os resultados observados neste estudo, para essa característica, indica que o uso do híbrido de milho precoce, é uma opção adequado para o arranjo do consórcio milho-braquiária, considerando a época de semeadura associada com risco climático.

Tabela 5 - Rendimento de grãos do milho (kg. ha<sup>-1</sup>) em cultivo consorciado com capim braquiária, na segunda safra, em três anos consecutivos.

Tratamento	Rendimento de grãos (kg. ha <sup>-1</sup> )		
	2019	2020	2021
<i>Orientação</i>			
Leste-Oeste	4.014±324	5.129±324	5.957±324
Norte-Sul	3.923±324	5.294±324	6.038±324
<i>Espaçamento</i>			
0,45 m	3.988±324	5.175±324	5.946±324
0,90 m	3.948±324	5.248±324	6.049±324
<i>Posição do capim</i>			
Entrelinha	3.895±324	5.071±324	5.913±324
Linha	4.041±324	5.351±324	6.082±324

Valores médios ± intervalo de confiança.

Foi observado incremento no rendimento do grão, durante a sequência de cultivo do milho, consorciado com capim braquiária, ao longo dos anos, conforme podemos observar na Figura 2. Ocorreu aumento no rendimento do milho pelo cultivo sequencial ao longo do período avaliado, de forma que a produtividade obtida no ano de 2021 (5.998 kg ha<sup>-1</sup>) foi superior à de 2020 (5.211 kg ha<sup>-1</sup>) e 2019 (3.968 kg ha<sup>-1</sup>) em 13,1% e 33,8%, respectivamente.

O incremento na fertilidade do solo, obtido ao longo dos anos de cultivo, assim como o aumento no teor de matéria orgânica (Tabela 1), proporcionado pela incorporação do capim e resíduo cultural, juntamente com a fertilização residual, determinou o aumento no rendimento de grãos ao longo dos anos. Essa adição do material residual é fundamental para a sustentabilidade do sistema de produção, principalmente em solo arenoso como o Neossolo Quartzarênico (Tabela 1), que pode amenizar riscos de perdas e desequilíbrio ambiental (SANTOS et al., 2018)

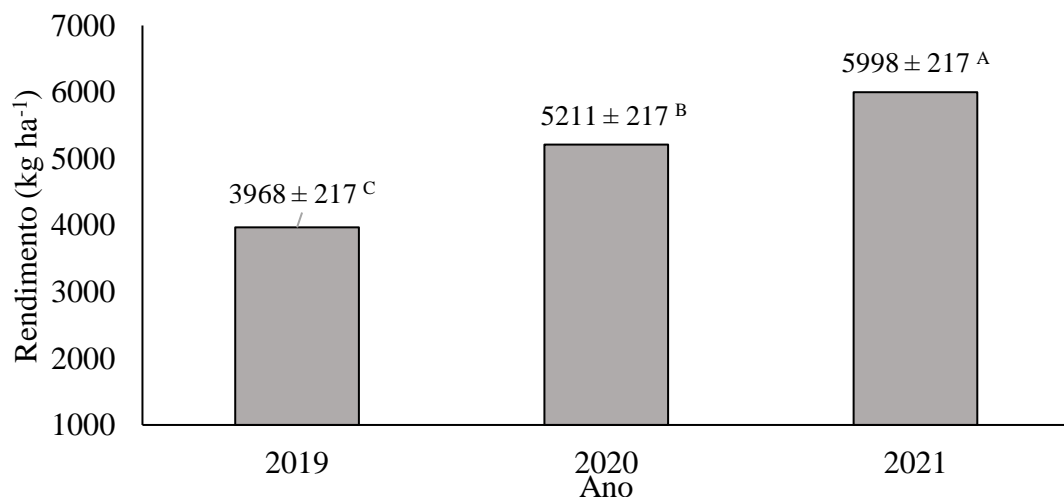
Os Neossolo Quartzarênicos, normalmente não se destinam para exploração de cultivos de grãos, principalmente em regiões que apresentam risco climático, em função da sua baixa

capacidade de retenção de água e baixa fertilidade natural. Neste sentido, o uso agrícola desse solo pelo manejo de incorporação da braquiária e restos culturais durante o período experimental possibilitou a melhoria das características químicas do solo, principalmente no aporte de matéria orgânica e CTC (Tabela 1), contribuindo também para um maior armazenamento de água. Foi verificado que o uso desse tipo de solo Quartzarênico, na região de cerrado com sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta, promove maior sustentabilidade, relacionada com a composição química do solo, em comparação com a vegetação nativa (CARVALHO et al., 2015).

Tal melhoria, detectada em nosso estudo, auxiliou no incremento do rendimento de grãos (Figura 2), por possibilitar o melhor aproveitamento da chuva, na fase 4 da demanda evaporativa, no terceiro ano de cultivo (31 mm, o que correspondeu a 4,5% da precipitação pluviométrica total durante o ciclo) (Tabela 2 e Figura 4).

A demanda hídrica para as fases 1, 2, 3 e 4 correspondem a 17, 28, 33 e 22% do número de dias do ciclo do milho (ANDRADE et al., 2006). Estes percentuais correspondem, em uma situação de demanda evaporativa moderada (ANDRADE; ALBUQUERQUE, 2017), ao consumo de 65, 140, 210 e 85 mm de água pela cultura do milho, totalizando 500 mm de precipitação pluviométrica no ciclo. Nota-se que, apesar do incremento em produtividade durante o período experimental, ocorreu déficit hídrico nas fases 3 e 4 de demanda evaporativa (ANDRADE et al., 2006), em todos os anos, isso denota a importância da melhoria das características químicas e físicas do solo, que proporciona maior eficiência do uso da água (Figura 4).

Figura 2 - Média  $\pm$  intervalo de confiança do rendimento do milho consorciado com capim braquiária cultivado em três anos consecutivos (2019, 2020 e 2021).



\*Valores seguidos de mesma letra maiúscula, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$  de acordo com o teste de Tukey.

Ao compararmos os valores de rendimento do milho, obtidos nos cultivos sequenciais, com o acúmulo da precipitação pluviométrica durante o ciclo de cultivo (Figura 3), podemos observar que a produtividade do milho, em 2021 foi maior, mesmo sob menor acúmulo de chuvas (691 mm), em relação aos anos de 2020 (847 mm) e 2019 (697 mm), o que representou aumento de 13% e 34%, respectivamente.

Figura 3 - Rendimento de grãos de milho ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ), teor de matéria orgânica do solo ( $\text{g kg}^{-1} \times 100$ ), e precipitação pluviométrica (mm), no ciclo produtivo durante três anos de cultivo de milho consorciado com capim braquiária.

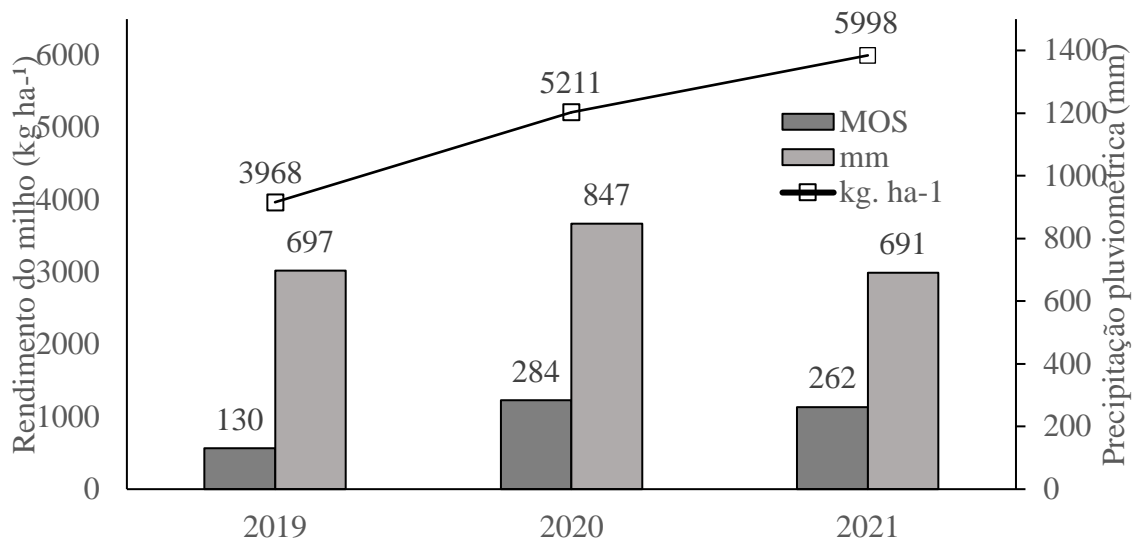
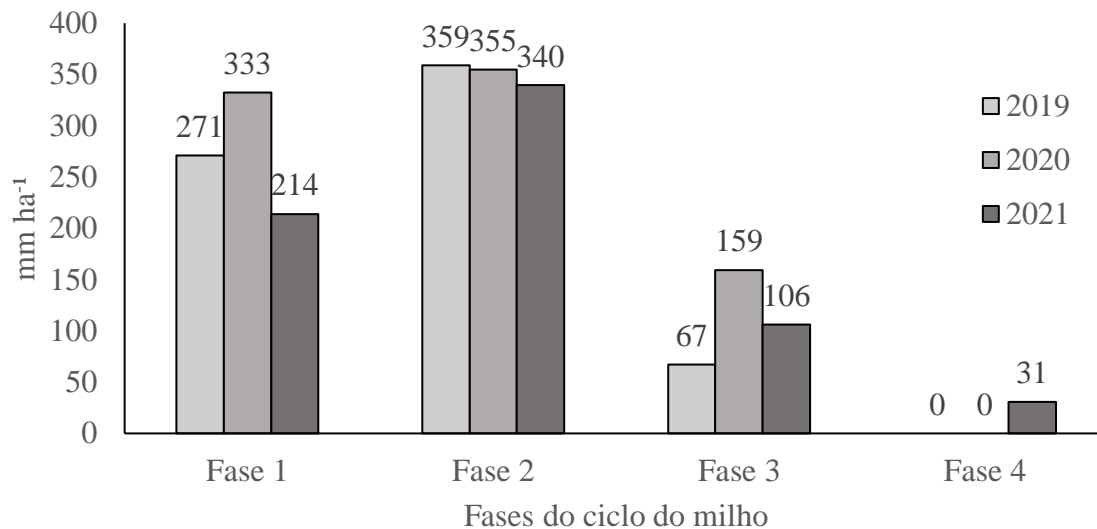


Figura 4 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm), nas fases fenológicas do milho, cultivado em consórcio com capim braquiária, nos três anos de cultivo.





Estudo conduzido com milho mostrou que a produção pode ser reduzida em sistemas de consórcio (SCOTTA et al., 2018). Divergências entre resultados obtidos em condições de consórcio entre milho e braquiária, tal como *U. ruziziensis*, estão relacionados às condições edafoclimáticas, manejo e práticas de cultivo de cada estudo.

A ausência de efeito dos fatores, em relação aos arranjos geométricos propostos, permite adotar estratégias de implantação da cultura, que minimizem custos e ou facilite o plantio, desde que se preserve as práticas de conservação do solo.

Para as variáveis peso de 100 grãos, número de fileiras de grãos na espiga, comprimento da espiga, não foi observado efeito significativo para os fatores individuais e interações. Tais variáveis apresentaram os seguintes valores médios e desvio padrão: 23,6 g  $\pm$  3,2; 16  $\pm$  0,8; 13,3 cm  $\pm$  1,3 respectivamente.

Devido à natureza do presente estudo, em que se preconizou a investigação dos efeitos fixos, pelos tratamentos impostos ao longo dos anos, a fim de determinar o efeito aditivo dos tratamentos sobre as variáveis testadas, ocorre naturalmente aumento da influência do efeito aleatório na resposta observada, mesmo com a adoção criteriosa do controle local. Este fato se dá principalmente pela modificação das características edafoclimáticas ao longo dos anos, tais como: temperatura, luminosidade, distribuição da precipitação pluviométrica ao longo do ciclo produtivo, entre outros fatores.

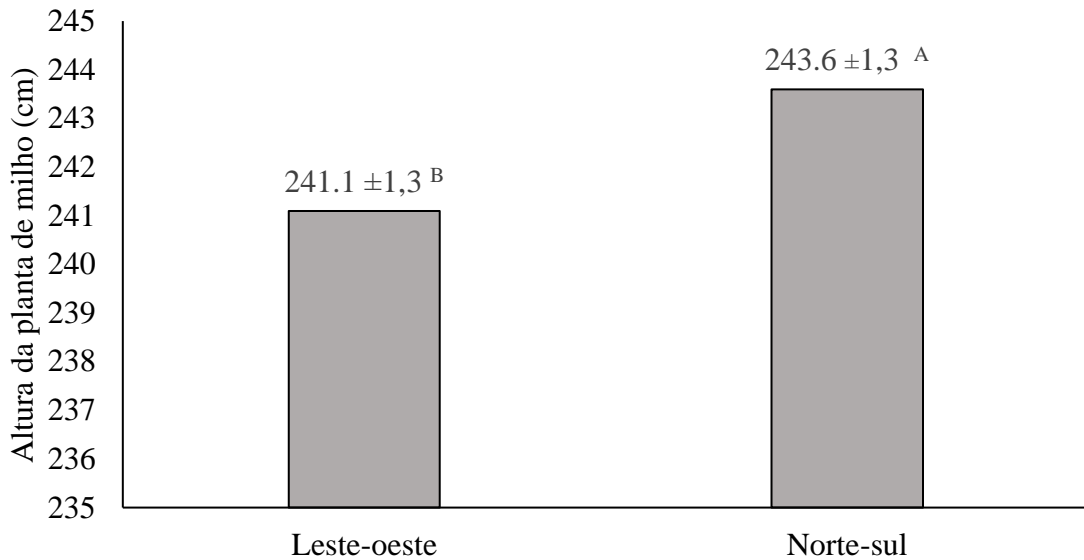
Para a variável altura da planta de milho, foi observado efeito significativo para o fator individual orientação de semeadura ( $p = 0,0076$ ) (Figura 4), e sua interação com a posição de semeadura do capim braquiária ( $p = 0,05$ ) (Tabela 5). Também foi observada tendência de interação tripla entre os fatores ( $p = 0,0714$ ).

Foi observada maior altura da planta de milho, na orientação de semeadura Norte-Sul, comparada à Leste-Oeste. Ao investigar o efeito da interação com a posição de semeadura do capim braquiária, o resultado anterior foi potencializado quando a braquiária foi semeada na entrelinha do milho (Tabela 5). Essa resposta pode estar relacionada ao estiolamento da planta, quando semeada na orientação Norte-Sul, devido ao efeito de sombreamento que as plantas de milho proporcionaram entre si. Esse efeito foi potencializado devido à presença da braquiária na entrelinha do milho, o que promoveu competição por luz, resultando na interação observada entre a orientação de semeadura do milho, e a posição de semeadura da braquiária (Tabela 6).

Analisando o espaçamento do plantio de milho, concluiu que a maior altura de inserção da espiga é observada no espaçamento de 0,5 m, sem influência na produtividade do milho, tal observação não foi evidenciada no presente estudo (ARAÚJO et al. 2018). Essa variável tem

aplicação para a regulagem da máquina, no momento da colheita do milho, principalmente em cultivo consorciado, para a regulagem coletar a espiga, sem alcançar o dossel da braquiária.

Figura 5 - Altura da planta de milho (cm), em sistema consorciado com capim braquiária, em diferentes orientações de semeadura das linhas de milho.



\*Valores seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Altura da planta de milho (cm), em interação significativa com a posição de semeadura do capim braquiária.

Orientação de semeadura	Posição de semeadura do capim braquiária	
	Entrelinha	Linha
Leste-Oeste	239,8±1,84 B	242,3±1,84
Norte-Sul	244,2±1,84 A	243,0±1,84

\*Valores seguidos de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Observou-se efeito significativo para altura da planta de milho, em sistema de consórcio milho-braquiária, com maiores valores registrados para híbridos tardios (144 dias e 2,53 m de altura), em relação aos híbridos de maturação fisiológica média (132 dias e 2,40 m de altura) e precoces (121 dias e 2,14 m de altura) (CRUSCIOL et al., 2010; 2013).

Apesar de o híbrido utilizado neste estudo possuir maturação fisiológica precoce (122 a 127 dias) (Tabela 2), este apresentou resultado superiores ao trabalho de Crusciol et al (2013), em relação à altura da planta do milho, assemelhando-se com o híbrido de maturação média.

Esta diferença pode estar relacionada às características inerentes a cada genótipo, no que diz respeito a sua morfologia, fisiologia e fenologia (SANGOI et al., 2001).

Para a variável altura de inserção da espiga, não foi observado efeito significativo para os fatores individuais, porém foi constatado efeito de interação para os fatores orientação e espaçamento entre linhas ( $p = 0,049$ ). Após desdobramento da interação, não foi observado efeito pelo teste de comparação de média, dessa forma o valor que representa essa variável é  $104,5 \text{ cm} \pm 10,3 \text{ cm}$ .

O consórcio milho-braquiária apresentou maior altura de inserção da espiga (113 cm), comparada ao cultivo do milho solteiro (109 cm) (CRUSCIOL et al., 2013). Os resultados obtidos no presente estudo, obtiveram comportamento intermediário aos citados acima.

A altura de inserção da espiga é uma característica inerente de cada híbrido (SANTOS et al., 2018). Plantas com maior altura de inserção da espiga favorecem a colheita mecânica, reduzindo a porcentagem de espigas não colhidas pela plataforma da colheitadeira. Desta forma, o aumento na altura da inserção da espiga, em sistemas de consórcio milho-braquiária, será benéfico, desde que não resulte na redução da produção de milho (CRUSCIOL et al., 2010), pois irá possibilitar ajuste na altura da colheitadeira, e diminuindo o corte do capim no momento da colheita, aumentando a velocidade da operação, consequentemente redução de custos.

A variável clorofila 'b' apresentou efeito significativo, para o fator individual espaçamento entre as linhas de semeadura do milho ( $p = 0,0194$ ) (Figura 5). Foi observado maior valor de clorofila 'b', quando o milho foi semeado no espaçamento de 0,90 m entre linhas ( $52,3 \pm 0,87$ ), comparada ao plantio realizado no espaçamento de 0,45 m ( $50,8 \pm 0,87$ ). Já em relação ao índice de área foliar (IAF), este apresentou efeito significativo para o fator individual espaçamento ( $p = 0,0068$ ), de forma que o milho semeado no espaçamento de 0,45m, resultou em maior IAF ( $3,70 \pm 0,11$ ), comparado ao espaçamento de 0,90 m ( $3,49 \pm 0,11$ ) (Figura 6).

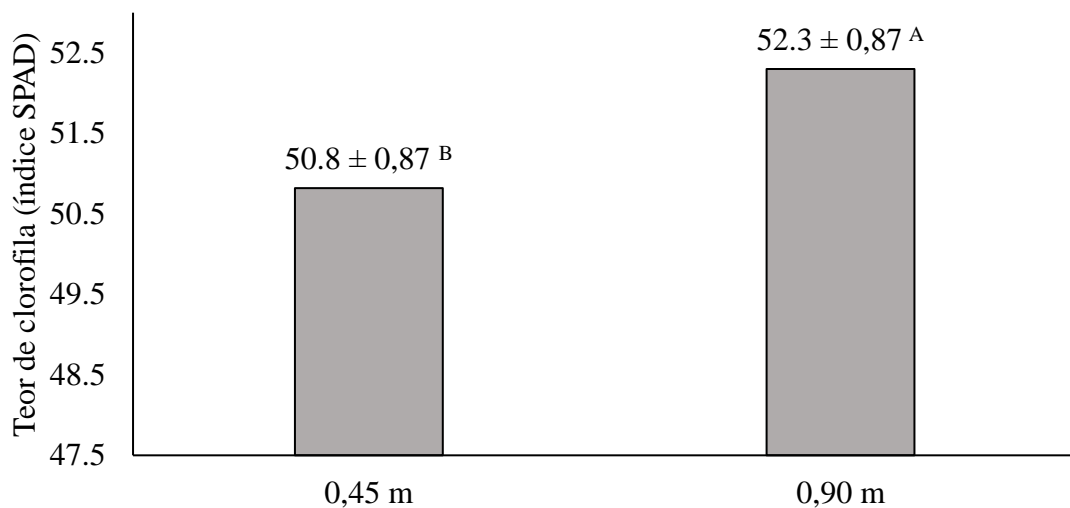
Foi verificada resposta antagônica, em relação ao espaçamento de semeadura do milho, para as variáveis clorofila 'b' e IAF, sendo que este comportamento pode ser explicado devido ao cultivo de plantas em arranjo com espaçamento maiores, neste caso 0,90 m, possuem distribuição espacial desuniforme e com folhas na posição mais horizontal, assim a competição por recursos naturais é maior (MAGALHÃES; SILVA, 1978), favorecendo a síntese de clorofila 'b', além do mais, as folhas têm a absorção luminosa mais alta, quando a lâmina foliar dispõe-se perpendicularmente à luz incidente (TAIZ; ZIEGER, 2017).

Em contrapartida, as plantas de milho no espaçamento de 0,45 cm podem apresentar melhor distribuição espacial na área, apesar da mesma densidade de plantas que o espaçamento de 0,90 m, assim suas folhas têm aspecto mais ereto e com maior índice de área foliar, pois

exploram melhor o espaço com maior emissão de folhas, dessa forma compensando o menor teor de clorofila 'b'.

De modo geral, nas condições em que a planta de milho apresentou menores índices de área foliar (Figura 5), a mesma investiu em clorofila 'b' (Figura 6), para aumentar sua eficiência na interceptação de luz, em contrapartida que plantas com maiores índices de área foliar possuem distribuição espacial uniforme e com folhas na posição eretas, apresentando menor interceptação luminosa.

Figura 6 - Teor de Clorofila 'b' (SPAD) em sistema de cultivo de milho consorciado com capim braquiária.

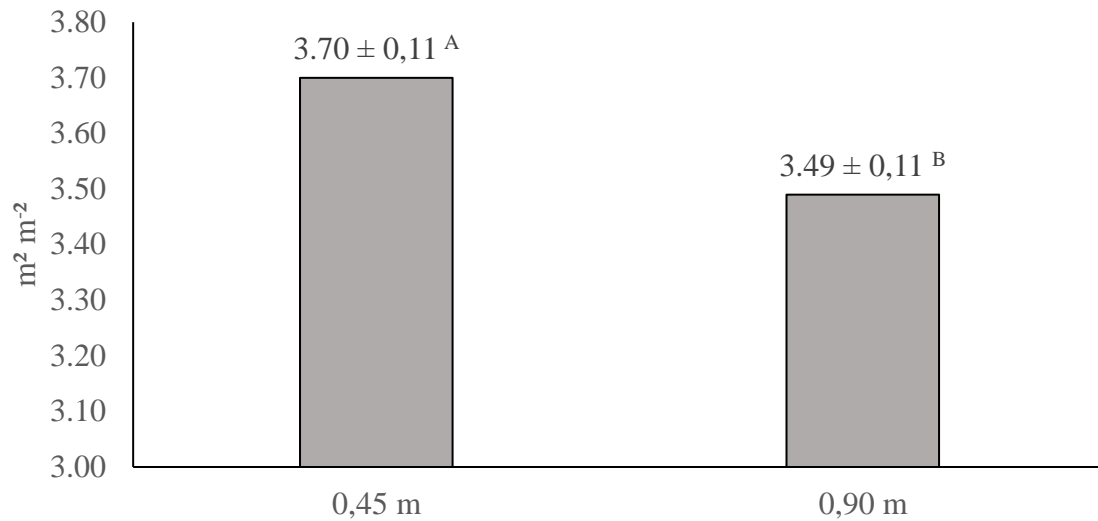


\*Valores seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No período de pleno florescimento do milho, foi observado efeito linear positivo, em relação ao aumento do teor de N nas folhas, à medida que a leitura com clorofilômetro foi maior (ARGENTA et al., 2001).

Como a leitura da Clorofila 'b' no presente estudo, compreendeu neste estágio fenológico, podemos inferir que o incremento de Clorofila 'b', no espaçamento de 0,9 m proporcionou aumento no teor de N da folha, e que em último estágio aumentou a síntese de proteína, e conseqüentemente melhoria no aparato enzimático responsável pela fotossíntese, compensando assim o menor índice de área foliar, não limitando a síntese de carboidratos direcionados à produção de grãos, determinando assim a ausência de efeito significativo para este fator (Figura 7).

Figura 7 - Efeito do espaçamento sobre a área foliar das plantas de milho, em sistema de cultivo consorciado com capim braquiária.



\*Valores seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey.

### 3.1 Braquiária

Não foi observado efeito dos fatores individuais e de interação para o acúmulo de matéria seca ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ), da braquiária, nem para o teor de proteína bruta ( $\text{g.kg}^{-1}$ ), de forma que os valores médios e desvios padrão apresentados para cada variável, foram de  $1.383,6 \text{ kg} \pm 426,0$  e  $121,0 \text{ g.kg}^{-1} \pm 19,8$ , respectivamente.

Após a extrapolação dos resultados observados podemos verificar que o manejo imposto no presente estudo foi capaz de acumular na média  $5.250 \text{ kg ha}^{-1}$  de massa verde sobre o solo, na forma de palhada.

A redução na produção de matéria seca e teor de proteína, para consórcio implantado com híbrido de maturação fisiológica tardia, em relação à utilização de híbridos precoces, indicou que a diminuição da incidência luminosa no dossel forrageiro, proporcionada pela cultura do milho, promoveu a supressão natural da forragem (CRUSCIOL et al. 2013). Como utilizamos híbrido precoce no nosso estudo, este efeito geral da diminuição da radiação incidente no dossel forrageiro não determinou alteração pelos fatores propostos (orientação, espaçamento e posição da braquiária).

Em avaliação de consórcio milho-braquiária, sob manejo de supressão com o herbicida mesotrione, em Latossolo Vermelho distrófico, com teor de argila de 46% (MARTINS et al.,

2019), é interessante observar que no tratamento com ausência de supressão, o autor encontrou 1.031,25 kg. ha<sup>-1</sup> de acúmulo de matéria seca, valor inferior ao observado no presente estudo (1.383,6 kg. ha<sup>-1</sup>). Isso indica que devido o tipo de solo proporcionar melhores condições de cultivo (maior retenção de água, maior saturação de base e maior teor de matéria orgânica), em relação ao Neossolo Quartzarênico, potencializou o desenvolvimento inicial do milho, aumentando o sombreamento do dossel forrageiro, agindo assim como agente supressor. Já em relação ao nosso estudo, as características do solo provavelmente beneficiaram o desenvolvimento inicial do capim, em detrimento ao milho, aumentando assim a competição entre os componentes do consórcio e determinando, provavelmente, a diminuição do rendimento do milho para todos os fatores avaliados.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os arranjos geométricos, elaborados pela combinação dos fatores orientações, espaçamentos de semeadura do milho, posições de semeadura da braquiária, não influenciam a produtividade do milho e da braquiária, de forma que a adoção da estratégia de implantação do consórcio milho-braquiária se oriente pela minimização dos custos e ou facilidade de plantio, com adoção de boas práticas de conservação do solo.

O espaçamento do plantio do milho afeta de forma antagônica o acúmulo de clorofila 'b', e o índice de área foliar (IAF), no entanto, não altera a produtividade de grãos, em razão do efeito de compensação, observado pela modificação na estrutura do dossel do milho, devido à distribuição espacial das plantas, proporcionando maior uniformidade, conseqüente aumento na eficiência na interceptação luminosa nos maiores espaçamentos e menor IAF.

O uso da terra pelo cultivo consorciado de milho com braquiária, em Neossolo Quartzarênico, sob risco climático, aumenta a produtividade do milho.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALMEIDA, R. E. M.; FAVARIN, J. L.; OTTO, R.; FRANCO, H. C. J.; REIS, A. F. B.; MOREIRA, L. A.; TRIVELIN, P. C. O. Nitrogen recovery efficiency for corn intercropped with palisade grass. **Bragantia**, [s. l.], v. 77, n. 4, p. 557–566, 2018.
- ANDRADE, C. de L.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Manejo da irrigação. In: PIMENTEL, M. A.; BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C. (Eds.). **Milho do plantio à colheita**. 2ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 180–209, 2017.
- ANDRADE, C. de L.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; BRITO, R. A. L.; RESENDE, M. **Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho**, EMBRAPA, 2006. Disponível em: < [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19629/1/Circ\\_85.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19629/1/Circ_85.pdf) >. Acesso em: 02 jul. 2023.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Gaithersburg: 16th Ed., 4th Revision, AOAC INTERNATIONAL. 1998.
- ARAÚJO, L. da S.; BRANQUINHO, J. A. da S.; SILVEIRA, P. M. da; SILVA, L. G. B.; VALENTE, M. S.; SIQUEIRA, M. V. R. de; CUNHA, P. C. R. da. Produtividade de milho solteiro e consorciado com *Urochloa brizantha* em dois espaçamentos de plantio no sudeste de Goiás. **Agrarian**, [S. l.], v. 11, n. 42, p. 307–318, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i42.4335> >. Acesso em: 02 jul. 2023.
- ARGENTA, G.; DA SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relationship of reading of portable chlorophyll meter with contents of extractable chlorophyll and leaf nitrogen in maize. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 158–167, 2001.
- ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G. A.; CECAGNO, D.; CARLOS, F. S.; CARVALHO, P. C. F. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop-livestock system under no-tillage in southern Brazil. **Agric Ecosyst Environ**, v. 190, p. 52–59. 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.003> >. Acesso em: 02 jul. 2023.
- BARTH NETO, A. B.; SAVIAN, J. V.; SCHONS, R. M. T.; BONNET, O. J. F.; DO CANTO, M. W.; DE MORAES, A.; LEMAIRE, G.; CARVALHO, DE F. P. C. Italian ryegrass establishment by self-seeding in integrated crop-livestock systems: effects of grazing management and crop rotation strategies. **European Journal of Agronomy**, v. 53, p. 67-73. 2014.
- CANTARELLA, H.; VAN RAIJ, B.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Boletim Técnico 100. Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, SP, Brasil.: Instituto Agrônomo de Campinas, p. 43–71. 1997.
- CARVALHO, J.L.N.; AVANZI, J.C.; SILVA, M.L.N.; MELLO, C.R.D; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira**

de *Ciência do Solo*, v. 34, p. 277-290. 2010.

CARVALHO, R. P.; DANIEL, O.; DAVIDE, A. C.; DE SOUZA, F. R. Atributos físicos e químicos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 148-159. 2015.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Série histórica, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

COSTA, N. R.; CRUSCIOL, C. A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CASTILHOS, A. M.; SOUZA, D. M.; BOSSOLANI, J. W.; ANDREOTTI, M.; MEIRELLES, P. R. L.; MORETTI, L. G.; MARIANO, E. Recovery of 15N fertilizer in intercropped maize, grass and legume and residual effect in black oat under tropical conditions. **Agr Ecosyst Environ**, v. 310, p.107226. 2021.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R.P; BORGHI, E.; MATEUS, G.P. Benefits of integrating crops and tropical pastures as systems of production. **Better Crops International**, Atlanta, v. 94, n. 1, p. 14-16, 2010.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; MATEUS, G. P.; BORGHI, E.; LELES, E. P.; SANTOS, N. C. B. Effect of intercropping on yields of corn with different relative maturities and Palisadegrass. **Agronomy Journal**, [s. l.], v. 105, n. 3, p. 599–606, 2013.

CRUSCIOL, C. A. C.; PORTUGAL, J. R.; MOMESSO, L.; BOSSOLANI, J. W.; PARIZ, C. M.; CASTILHOS, A. M.; COSTA, N. R.; COSTA, C. H. M.; COSTA, C.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CANTARELLA, H. Overcoming competition from intercropped forages on upland rice with optimized nitrogen input to food production in Tropical Region. **Front Sustain Food Syst**, v. 4, p.129. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00129>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

DA LUZ, P. A. C.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G. C.; ARANHA, H. S.; TRIVELIN, G. A.; MATEUS, G. P.; SANTOS, C. T.; FRANCISCO, C. de L.; CASTILHOS, A. M.; JORGE, A. M. Effect of integrated crop-livestock systems in carcass and meat quality of Nellore cattle. **Livestock Science**, [s. l.], v. 220, n. November 2018, p. 83–92, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.018> >. Acesso em: 02 jul. 2023.

FRANZLUEBBERS, A. J.; GASTAL, F. Building agricultural resilience with conservation pasture-crop rotations. **Agroecosyst Divers Reconcil Contemp Agricult Environ Qual**, v. 1, p. 109–121. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811050-8.00007-8>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

JENSEN, E. S.; CARLSSON, G.; HAUGGAARD-NIELSEN, H. Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: a global-scale analysis. **Agron Sustain Dev**, v. 40, n. 5. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13593-020-0607-x>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agric Ecosyst Environ**, v. 190, p. 4–8. 2014. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>>. Acesso em: 02 jul. 2023.



MAGALHÃES, A. C. N.; SILVA, W. J. Determinantes genéticos-fisiológicos da produtividade do milho. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Fundação Cargill. Campinas, SP. p. 346-379. 1978.

MARTINS, D. A.; JAKELAITIS, A.; PEREIRA, L. S.; MOURA, L. M. F.; GUIMARÃES, K. C. Consórcio entre Milho e *Urochloa brizantha* Gerenciado com Subdoses de Mesotrione. **Revista Planta Daninha**. v. 37. p. 1-10. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100056>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; COSTA, N. R.; BORGHI, E.; COSTA, C.; MARTELLO, J. M.; CASTILHOS, A.M.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CANTARELLA, H. Corn intercropped with tropical perennial grasses as affected by sidedress nitrogen application rates. **Nutr Cycl Agroecosyst**, v. 1, p. 1–22. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10705-019-10040-1>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

MATTEI, E.; DE OLIVEIRA, P. S. R.; CRUSCIOL, C. A. C.; DE MORAES REGO, C. A. R.; PIANO, J. T.; DA SILVEIRA, L. Effect of intercropping between tropical fodder plants with corn and nitrogen fertilization on soil physical properties. **Revista de Agricultura Neotropical**, [s. l.], v. 8, n. 4, 2021.

NUNES, P. A. A.; LACA, E. A.; CARVALHO, P. C. F.; LI, M.; SOUZA FILHO, W.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; GAUDIN, A. Livestock integration into soybean systems improves long-term system stability and profits without compromising crop yields. **Sci Rep**. v.11, p.1649. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-021-81270-z>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PARIZ, C. M.; AZENHA, M. V.; ANDREOTTI, M.; ARAÚJO, F. C. D. M.; ULIAN, N. D. A.; BERGAMASCHINE, A. F. Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, p. 1392-1400. 2011.

RODRIGUES, O. L.; GALVÃO, J. C. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; SANTOS, M. V.; FERREIRA, L. R.; PEREIRA, R. C.; FELIPE, R. S. Physiologic characteristics of corn and *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster in intercropping cultivation. **Chilean Journal of Agricultural Research**, [s. l.], v. 74, n. 3, p. 257–262, 2014.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M. L.; HERBELE, P.C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001.

SCOTTA, R. G. M.; MACHADO FILHO, G.; PELUZIO, J.; DE CARVALHO, E.; DOTTO, M.; AFFÉRI, F. S. Efeitos de adubação nitrogenada de cobertura em milho consorciado. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J.; ANTONIO DE; ARAÚJO FILHO, JOSÉ COELHO DE; OLIVEIRA, J. B. de; C.; FERREIRA., T. J. **Sistema brasileiro de classificação de solos**.

5<sup>a</sup> ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SILVA, F. C. Da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2<sup>a</sup> rev.amp ed. Brasília, DF. 2009.

SMITH, M.; ALLEN, R.; PEREIRA, L. Revised FAO methodology for crop-water requirements. **International Atomic Energy Agency (IAEA)**, [s. l.], v. 1, p. 51–58, 1998. Disponível em: <<https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/676839>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA informação tecnológica, 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/555355/cerrado-correcao-do-solo-e-adubacao>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

STUDIO S.A.S. SAS® OnDemand para Acadêmicos, SAS Institut Inc., 2021.

TADINI, A. M.; MARTIN-NETO, L.; GORANOV, A. I.; MILORI, D. M. B. P.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, P. P. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; COLNAGO, L. A.; HATCHER, P. G. Chemical characteristics of soil organic matter from integrated agricultural systems in southeastern Brazil. **European Journal of Soil Science**, [s. l.], v. 73, n. 1, p. 1–18, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6<sup>a</sup> Edição. 2017.

THIEX, N. J.; MANSON, H.; ANDERSON, S.; PERSSON, J. A. Determination of Crude Protein in Animal Feed, Forage, Grain, and Oilseeds by Using Block Digestion with a Copper Catalyst and Steam Distillation into Boric Acid: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 2, p. 309-317. 2002.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. New York: **Cornell University**, 476 p. 1994.

XU, Z.; LI, C.; ZHANG, C.; YU, Y.; VAN DER WERF, W.; ZHANG, F. Intercropping maize and soybean increases efficiency of land and fertilizer nitrogen use; a meta-analysis. **Field Crops Res.** 2020. 246:107661. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107661>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

## CAPÍTULO 3

### CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DA *Urochloa ruziziensis* EM CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA SOB RISCO CLIMÁTICO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO NO CERRADO DO TOCANTINS

#### RESUMO

A utilização do consórcio milho-braquiária em solos de baixo potencial produtivo tem sido amplamente empregada devido aos seus potenciais benefícios em relação à viabilidade do sistema. Neste contexto, a análise do comportamento da forragem irá nortear a implantação e condução do consórcio para que tenhamos êxito no sistema de produção, principalmente em situações de risco climático, o que torna a utilização do sistema mais complexo. Desta forma, objetivou-se com esse estudo avaliar as características quantitativas e qualitativas da *Urochloa ruziziensis* no consórcio milho-braquiária sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no cerrado do Tocantins. Para isso, foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 2 x 2) totalizando oito tratamentos, compostos pela combinação de duas orientações da semeadura do milho com braquiária (Norte-Sul; Leste-Oeste), dois espaçamentos de semeadura do milho (0,45 m; 0,90 m) e duas posições de semeadura da braquiária (linha; entrelinha) com quatro blocos. Deste modo, conclui-se que consórcio milho-braquiária cultivados sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no Norte do Tocantins não afetam o rendimento do milho nem suas medidas correlacionadas.

**Palavras-chave:** iLP. Integração. Lavoura-pecuária. Sistemas integrados. *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*).

#### ABSTRACT

The use of corn-brachiaria intercropping on soils with low production potential has been widely used due to its potential benefits in relation to the viability of the system. In this context, the analysis of forage behavior will guide the implementation and management of the consortium so that we can have a successful production system, especially in situations of climatic risk, which makes the use of the system more complex. The aim of this study was therefore to evaluate the quantitative and qualitative characteristics of *Urochloa ruziziensis* in the maize-brachiaria consortium under climatic risk in Quartzarenic Neosol in the cerrado of Tocantins. To this end, a randomized block experimental design was used in a factorial scheme (2 x 2 x 2) with a total of eight treatments, consisting of the combination of two corn and brachiaria sowing orientations (North-South; East-West), two corn sowing spacings (0.45 m; 0.90 m) and two brachiaria sowing positions (row; interrow) with four blocks. Thus, it can be concluded that the corn-brachiaria consortium cultivated under climatic risk in Quartzarenic Neosol in northern Tocantins does not affect corn yield or its correlated measures.

**Keywords:** iLP. Integration. Crop-livestock. Integrated systems. *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*).

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de sistemas integrados na agricultura tradicional de monocultivo tem se tornado tendência por proporcionar a viabilidade desses à longo prazo, inclusive com incrementos em produtividade, além de promover a sustentabilidade ambiental por melhorar o agroecossistemas e, assim, minimizar perdas dos fatores de produção devido ao manejo inadequado do solo.

O advento da agricultura em monocultivo, como exemplo o milho solteiro, mesmo produzindo alta quantidade de massa seca de resíduos, não promove uniformidade na cobertura do solo, devido ao fato da massa seca do milho se concentrar nos colmos em relação às folhas (ANDRADE, 1995). Em razão disso, a unidade produtiva fica exposta aos fatores edafoclimáticos durante o período não produtivo do ano.

Diante deste cenário surgem as gramíneas forrageiras, como as braquiárias, destacando-se como alternativas para adoção nos sistemas de rotação, sucessão ou consorciação de culturas no Cerrado (SILVA et al., 2015), auxiliando não só na cobertura do solo, pela produção de palhada, mas também na melhoria do perfil do solo, em termos químicos (adição de nutrientes e matéria orgânica) e físicos (melhoria da infiltração de água, aumento da porosidade).

A inclusão da gramínea forrageira do sistema de produção agrícola se torna fundamental principalmente quando o cultivo é realizado em solos de baixo potencial produtivo, como no caso dos Neossolos Quartzarênicos que são muito arenosos (FREITAS et al., 2012), naturalmente menos férteis (SORATTO et al., 2011), com baixa capacidade de retenção de água, alta erodibilidade (ZUO et al., 2008), alta acidez e baixa disponibilidade de nutrientes (SILVA et al., 2011). As plantas cultivadas neste tipo de solo têm sua capacidade de absorção de nutrientes reduzida devido à rápida lixiviação e baixa capacidade de troca catiônica, o que torna os Neossolos Quartzarênicos menos produtivos (MOURA et al., 2017).

Cultivares das espécies *Urochloa* se destacam pela persistência e alta capacidade de produção de forragem (CALVANO et al., 2011; EUCLIDES et al., 2019), bem como alta plasticidade fenotípica em solos arenosos e em ambientes semiáridos (VERAS et al., 2020). No entanto, para que essas plantas persistam em solos arenosos, é necessário o manejo da adubação devido a sua menor fertilidade natural (BEZERRA et al., 2017).

Com a utilização do consórcio milho-braquiária no outono/inverno, se torna possível maximizar todos os benefícios do plantio direto, devido, principalmente, à elevada produção de resíduos de raízes e parte aérea por parte da forragem, aumentando de forma significativa na área o tempo de solo coberto (MECHI et al., 2018).

O consórcio milho-braquiária tem sido avaliado no outono/inverno utilizando a *B. ruziziensis*, com o objetivo de produzir grãos de milho e de soja em sistema plantio direto, mantendo o solo permanentemente coberto (BATISTA et al., 2011; CECCON et al. 2007, 2009, 2012; CONCENÇO et al., 2012; SEREIA et al., 2012). Este sistema proporciona efeitos positivos tanto para a soja quanto para o milho safrinha, cultivados em sucessão (CECCON et al., 2013). Pela importância deste cultivo na sustentabilidade dos sistemas produtivos, o consórcio de milho safrinha com *Brachiaria* foi incluído no Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

A implantação do consórcio milho-braquiária associada a situações de risco climático e solo de baixa capacidade produtiva pode incorrer em maiores reduções na produtividade do milho safrinha do que no milho cultivado no verão (CECCON et al., 2009; 2012), o que requer maiores cuidados na implantação da braquiária. Dependendo do objetivo do consórcio, da modalidade de consorciação, do método de implantação e da população de plantas de braquiária a ser estabelecida, as perdas em milho podem ser minimizadas.

Um dos fatores que comprometem o rendimento e a qualidade da produção do milho é a competição interespecífica pelos recursos do ambiente nos primeiros 50 dias pós-plantio. Nesse contexto, é decisivo manejar o consórcio milho-capim de tal maneira que não haja prejuízos à produtividade do milho, ao mesmo tempo em que o capim se estabeleça adequadamente (COBUCCI, 2001; COBUCCI; PORTELA, 2003; KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

Ensaio sobre o consórcio de braquiária com o milho, a presença da forrageira não afetou o cereal, o que demonstra a capacidade competitiva do milho (COBUCCI, 2001). Em outros ensaios, foi necessário o uso do herbicida nicosulfuron, em subdoses, para reduzir o crescimento da forrageira e, com isso, garantir o bom rendimento do milho. Certamente, as condições edafoclimáticas interferem na resposta do consórcio.

Para o adequado estabelecimento e rendimento das espécies utilizadas no consórcio, é necessário que o solo apresente boas condições de fertilidade, caso contrário, como é o caso de se iniciar um sistema consorciado em solo de cerrado com pastagem degradada, são necessárias calagem e fertilização corretivas iniciais e, mesmo assim, poderá ocorrer grande competição pelos nutrientes disponíveis, afetando o desenvolvimento das espécies, especialmente do milho, que, nessa condição, perde muito de sua capacidade competitiva.

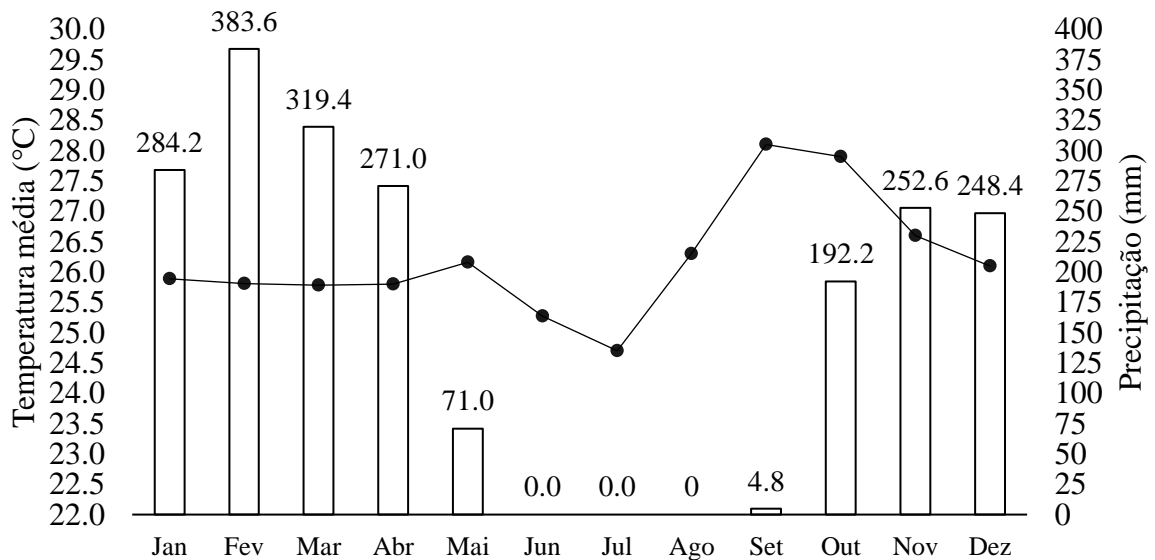
Desta forma, o objetivo com esse estudo foi avaliar as características quantitativas e qualitativas da *Urochloa ruziziensis* no consórcio milho-braquiária sob risco climático em Neossolo Quartzarênico no Norte do Tocantins.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a junho de 2020 na área do campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, na Latitude 8°05'24''S e Longitude 48°28'58'' W, a 221 metros de altitude, no município de Colinas do Tocantins, TO, Brasil. O clima da região é classificado como Aw (ALVARES et al., 2013). Os dados climáticos foram coletados da estação meteorológica automática A049 do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada a 250 m da área de estudo. Os dados são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Dados climáticos (temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm)) da área experimental ano 2020. Colinas do Tocantins - TO, Brasil.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

## 2.2 Caracterização da área experimental

O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (SANTOS et al., 2018), classificado taxonomicamente como *Quartzipsamments* (SOIL SURVEY STAFF, 1999). O solo tem alto potencial de lixiviação de nutrientes e baixo teor de matéria orgânica (Tabela 1). Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo (0 a 0,2 m), para caracterização química e física (SILVA, 2009), conforme resultados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados de análise química e física do solo (2020).

Ano	pH	Ca	Mg	K	Al	H+Al	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MOS	Areia	Silte	Argila	CTC	m	V
		-----cmolc.dm <sup>-3</sup> -----					mg.dm <sup>-3</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	-----%-----			cmolc.dm <sup>-3</sup>	-----%-----	
2020	4,0	1,80	0,80	0,20	0,40	3,02	0,31	2,84	90,0	4,5	5,5	5,64	13,2	46,5

pH em CaCl<sub>2</sub>; MOS = matéria orgânica solo; V = saturação de bases; m = saturação por Al; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; H+Al = acidez potencial; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = pentóxido de difósforo; CTC = capacidade de troca catiônica.

Na Tabela 2 encontram-se a distribuição da precipitação pluviométrica na área experimental, de acordo com as fases 1, 2, 3 e 4 de demanda evaporativa do ciclo do milho, correspondentes a 17, 28, 33 e 22% do número de dias do ciclo do milho (SMITH; ALLEN; PEREIRA, 1998; ANDRADE et al., 2006), e o risco climático para o cultivo de milho consorciado com capim braquiária, de acordo com o zoneamento agrícola para segunda safra nos períodos agrícolas de 2019/2020 (MAPA, 2019).

Tabela 2 – Distribuição da precipitação pluviométrica (mm), nas fases de demanda evaporativa e o risco climático do cultivo de milho, em consórcio com braquiária, de acordo com o zoneamento de risco climático, para o município de Colinas do Tocantins – TO.

Estádio	Dias do ciclo	Precipitação (mm)	Precipitação (%)	Risco climático (%)
2020				
Fase 1	22	333	39,0	20
Fase 2	35	355	42,0	
Fase 3	42	159	19,0	
Fase 4	28	0	0,0	
Total	127	847	100	

Classificação do risco climático: 20%, 30%, 40% e sem indicação de plantio, de acordo com o ZARC - Zoneamento Agrícola de Risco Climático – Brasil (MAPA, 2019).

### 2.3 Manejo do cultivo de milho consorciado com braquiária

Foi utilizada a semeadura simultânea do milho com a braquiária, manualmente em sulcos a 5 cm de profundidade. A emergência do milho ocorreu aos 6 dias após a semeadura, enquanto a do capim braquiária ocorreu aos 8 dias. A fertilização total do cultivo foi realizada a lanço com 200 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 150 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (SOUSA; LOBATO, 2004), utilizando uréia (95% do total de N) e sulfato de amônio (5% do total de N), superfosfato simples e cloreto de potássio, como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente.

A adubação fosfatada foi realizada no momento da semeadura, enquanto o nitrogênio e potássio foram parcelados em três e duas aplicações, respectivamente (Tabela 4). Realizou-se fertilização foliar com micronutrientes na dose de 1,0 l.ha<sup>-1</sup> do produto comercial de composição 5,1% Fe, 2,6% Mn, 0,38% B, 0,6% Zn, 0,15% Cu e 0,1% Mo.

O controle de plantas daninhas foi realizado aos 25 dias, após a semeadura com uma aplicação de 1000 g i.a ha<sup>-1</sup> de atrazina 500 g.l<sup>-1</sup>, com volume de calda de 200 l.ha<sup>-1</sup>. Foi realizada uma aplicação de inseticida imidacloprid (100 g.l<sup>-1</sup>), na dose de 0,75 g i.a.ha<sup>-1</sup> e beta-ciflutrina (12,5 g.l<sup>-1</sup>), na dose de 9,37 g i.a.ha<sup>-1</sup> e uma aplicação do fungicida trifloxistrobina (100 g.l<sup>-1</sup>), na dose de 60 g i.a.ha<sup>-1</sup> e tebuconazol (200 g.l<sup>-1</sup>), na dose de 120 g i.a.ha<sup>-1</sup>.

O milho utilizado foi o híbrido precoce Power Core 2B512PW® com densidade de semeadura de 66.600 plantas.ha<sup>-1</sup>, a gramínea forrageira utilizada foi *Urochloa ruziziensis*, semeada na densidade de 4,8 kg de sementes puras viáveis por ha. As unidades experimentais foram compostas por parcelas com dimensões 4,5 m x 4,5 m (20,25 m<sup>2</sup>).

A duração do ciclo do milho foi de 127 dias após a emergência. O preparo de solo foi realizado com o uso de grade de discos (28 polegadas), para incorporação do capim braquiária e dos restos culturais do milho, cultivados no ano anterior. As etapas de realização dos tratos culturais no cultivo estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Tratos culturais no cultivo consorciado de milho com capim braquiária (2020).

Ano	ds	1ª fert	2ª fert	ffol	herb	inset	3ª fert	fung	pen	Colheita	Corte do Capim
2020	19/02	9	19	23	24	25	26	57	56	127	127

ds: data de semeadura; fert: fertilização; ffol: fertilização foliar; herb: herbicida; inset: inseticida; fung: fungicida; pen: pendoamento; os valores no corpo da tabela correspondem ao número de dias após a semeadura.



## 2.4 Tratamentos

Os tratamentos foram compostos pela combinação dos seguintes fatores: duas orientações da semeadura do milho com braquiária (Norte-Sul; Leste-Oeste), dois espaçamentos de semeadura do milho (0,45 m; 0,90 m), e duas posições de semeadura da braquiária (linha; entrelinha), com quatro blocos, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Tratamentos testados.

Arranjo/Tratamento	Orientação	Espaçamento (m)	Posição da braquiária
1	Norte-Sul	0,90	Linha
2	Leste-Oeste	0,90	Linha
3	Norte-Sul	0,90	Entre-linha
4	Leste-Oeste	0,90	Entre-linha
5	Norte-Sul	0,45	Linha
6	Leste-Oeste	0,45	Linha
7	Norte-Sul	0,45	Entre-linha
8	Leste-Oeste	0,45	Entre-linha

Espaçamento de 0,90 m: 6 linhas de milho; espaçamento de 0,45 m: 12 linhas de milho.

## 2.5 Variáveis avaliadas

Altura média do dossel da planta, obtido pela aferição com fita métrica em seis pontos aleatórios.

Massa de forragem ( $\text{kg ha}^{-1}$  de MS), para tal, foi utilizado um retângulo de amostragem de 1,0 m x 1,2 m onde a forragem foi cortada ao do nível do solo, pesadas, e encaminhados para estufa de circulação forçada, a 55°C por 72 horas, para obtenção da massa seca (MS), os valores observados foram extrapolados para  $\text{kg ha}^{-1}$  de MS;

Relação folha:colmo, obtida pela retirada de 15 perfilhos da unidade experimental, os quais foram pesados, separado em folha e colmo + bainha, colocados separadamente em sacos de papel, e então encaminhados para estufa de circulação forçada, a 55°C por 72 horas, para obtenção da massa seca (MS). Com os dados de MS, das frações folha e colmo + bainha, sua relação foi calculada.

Composição química, obtidas através das análises de matéria seca ( $\text{g kg}^{-1}$ ) (método 967.03; AOAC, 1998), proteína bruta ( $\text{g kg}^{-1}$ ) (método 2001.11; THIEX et al. (2002), fibra em detergente neutro ( $\text{g kg}^{-1}$ ) (MERTENS, 2002), matéria mineral ( $\text{g kg}^{-1}$ ) (método 942.05; AOAC (1998) e lignina ( $\text{g kg}^{-1}$ ) (método 973.18; AOAC, 1990).

O rendimento do milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), foi determinado pela colheita manual das espigas, localizadas no centro da unidade experimental ( $0,9 \times 2,5 \text{ m}$ ), e após a correção da umidade para 13%, seguiu a extrapolação dos resultados para  $\text{kg ha}^{-1}$ , em seguida, foi realizada a aferição do comprimento (cm), com régua milimetrada, e quantificado o número de fileiras de grãos na espiga, assim como a massa de 100 grãos, coletados aleatoriamente.

## 2.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, em esquema fatorial ( $2 \times 2 \times 2$ ), totalizando oito tratamentos, com quatro blocos, onde foram avaliados os efeitos dos fatores individuais (orientação, espaçamento e posição da forrageira), e a interação entre estes. O modelo estatístico proposto foi a seguinte:

$$Y_{ijkl} = \mu + bl_i + \alpha_j + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \gamma_l + \alpha\gamma_{jl} + \beta\gamma_{jl} + \alpha\beta\gamma_{jkl} + e_{ijklm}$$

O modelo estatístico foi ajustado utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS® Copyright© 2021 (STUDIO S.A.S, 2021), utilizando a máxima verossimilhança (REML), como método de estimação. Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade (Levene, Bartlett, Brown & Forsythe e O'Brien), e de normalidade (Kolmogorov-Smirnov). Os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os valores de probabilidade observados no ajuste das variáveis de acordo com o modelo estatístico proposto estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores de probabilidade das variáveis ajustadas de acordo com o modelo estatístico proposto.

Variáveis	p-valor						
	OP	EM	PB	OP*EM	OP*PB	EM*PB	OP*EM*PB
RM (kg ha <sup>-1</sup> )	0,4427	0,7359	0,1995	0,5299	0,1148	0,2658	0,2746
AP (cm)	0,0112	0,5094	0,6784	0,3595	0,1089	0,9593	0,2658
MF (kg ha <sup>-1</sup> de MS)	0,3420	0,3500	0,7553	0,9316	0,6687	0,1412	0,4013
LF (kg ha <sup>-1</sup> de MS)	0,1250	0,2675	0,2014	0,9790	0,5784	0,3486	0,5420
MC (kg ha <sup>-1</sup> de MS)	0,4209	0,7904	0,7408	0,8425	0,6483	0,1590	0,2467
MM kg ha <sup>-1</sup> de MS)	0,5828	0,1255	0,6864	0,4138	0,8650	0,0702	0,9818
LF (%)	0,1981	0,5674	0,0399	0,5562	0,9978	0,1753	0,5342
C (%)	0,8882	0,0465	0,0529	0,3351	0,5305	0,7139	0,1348
MM (%)	0,1407	0,3869	0,2753	0,1532	0,6264	0,1665	0,6806
IAFb (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	0,2768	0,6249	0,6249	0,0282	0,4408	0,6834	0,6538
F:C	0,2404	0,1854	0,0570	0,8114	0,4765	0,2404	0,3070
PB (g kg <sup>-1</sup> )	0,1575	0,2731	0,3211	0,3719	0,5699	0,5687	0,2924
CINZA (g kg <sup>-1</sup> )	0,3369	0,0881	0,0881	0,9619	0,8861	0,4960	0,3216
MS (g kg <sup>-1</sup> )	0,3555	0,9729	0,7352	0,1709	0,7166	0,6654	0,7374
LIG (g kg <sup>-1</sup> )	0,0462	0,6153	0,7863	0,4878	0,5369	0,0427	0,2844
FDN (g kg <sup>-1</sup> )	0,6023	0,3114	0,8968	0,3209	0,8594	0,1123	0,6103

RM=rendimento do milho; AP=altura da planta; MF=massa de forragem; LF=lâmina foliar; MC=massa de colmo; MM=material morto; IAFb=índice de área foliar da braquiária; F:C=relação folha:colmo; PB=proteína bruta; MS=matéria seca; LIG=lignina; FDN=Fibra em detergente neutro; OP=orientação de plantio; EM=espaçamento do milho; PB=plantio da braquiária.

Em relação à massa de forragem (kg ha<sup>-1</sup> de MS) não foi observado efeitos dos fatores individuais e interações. Desta forma, o valor médio observado para a variável foi de 1.383,6 ± 426,0 kg ha<sup>-1</sup> de MS.

Após a extrapolação dos resultados observados podemos verificar que o manejo imposto no presente estudo foi capaz de acumular na média  $5.250 \text{ kg ha}^{-1}$  de massa verde sobre o solo, na forma de palhada.

A massa de forragem observada no estudo pode ser considerada baixa se compararmos com dados de referência na literatura, que podem passar de  $4.000 \text{ kg ha}^{-1}$  de MS (BORGHI et al., 2006), porém, se analisarmos as condições de instalação do consórcio, em termos de características químicas e físicas do solo, plantio de primeiro ano em safrinha com risco climático (MAPA, 2019), podemos considerar satisfatório o acúmulo de massa para produção de palhada, pois ainda que com baixa produção forrageira, essa ainda proporciona adequada quantidade de massa para cobertura do solo (CECCON et al., 2014).

Mesmo sob baixas taxas de crescimento, as gramíneas forrageiras, nas condições do Brasil Central, se destacam como alternativa para o consórcio, pois a palhada produzida apresenta alta relação C/N, com menor velocidade de decomposição e maior tempo de proteção do solo, contra a insolação e o impacto das gotas da chuva. Isto resulta, respectivamente, em redução na evaporação de água do solo e na erosão. Além disso, aumenta a eficiência da ciclagem dos nutrientes, e auxilia no controle de plantas daninhas (IKEDA et al., 2007).

A vantagem do uso de espécies de braquiárias, principalmente nas condições do Cerrado brasileiro, está no fato destas espécies apresentarem sistema radicular abundante e profundo, o que contribui para a melhoria da infiltração de água no solo e proporciona melhor agregação e aeração do solo (FLÁVIO NETO et al., 2015), essas características são de fundamental importância quando se pretende explorar solos de baixo potencial produtivo, como o caso dos Neossolos Quartzarênicos.

Nas condições do presente estudo os fatores não afetaram a produção do capim pois as condições climáticas que determinaram a ausência de chuva a partir de maio (Figura 1), associado ao sombreamento proporcionado pelo milho limitou o crescimento da forrageira.

Foram estimados incrementos na produção de soja a partir do acúmulo de palhada obtido na estação anterior e observaram aumento de produtividade até  $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$  de palha acumulados (BREVIERI et al., 2011). Apesar do baixo acúmulo de palha proveniente da braquiária obtido no primeiro ano de implantação do consórcio, as touceiras formadas na área têm potencial produtivo para aumentar a cobertura do solo a partir do início do período das águas, na próxima estação, melhorando tanto a cobertura como as características químicas e físicas do solo, com possibilidade de aumento na produtividade de grãos nos ciclos produtivos seguintes.

Em estudo com diferentes híbridos de milho, encontrou-se redução na produção de matéria seca, e teor de proteína para consórcio implantado com híbrido de maturação fisiológica tardia, em relação à utilização de híbridos precoces, e indicou que a diminuição da incidência luminosa no dossel forrageiro, proporcionada pela cultura do milho, promoveu a supressão natural da forragem (CRUSCIOL et al., 2013). Como utilizamos híbrido precoce no nosso estudo, este efeito geral da diminuição da radiação incidente no dossel forrageiro não determinou alteração pelos fatores propostos (orientação, espaçamento e posição da braquiária).

Avaliou-se o consórcio milho-braquiária sob manejo de supressão com *mesotrione* em Latossolo vermelho distrófico, com teor de argila de 46% (MARTINS et al., 2019). É interessante observar que no tratamento com ausência de supressão o autor encontrou 1.031,25 kg ha<sup>-1</sup> de acúmulo de matéria seca, valor inferior ao observado no presente estudo (1.383,6 kg ha<sup>-1</sup>). Isso indica que devido o tipo de solo proporcionar melhores condições de cultivo (maior retenção de água, maior saturação de base e maior teor de matéria orgânica), em relação ao Neossolo Quartzarênico, potencializou o desenvolvimento inicial do milho aumentando o sombreamento do dossel forrageiro, agindo assim como agente supressor.

O rendimento do milho não foi afetado pelos fatores testados nem por suas interações, apresentando assim valor médio de 5.212±697 kg ha<sup>-1</sup>.

O baixo rendimento de massa de forragem (1.383,6 ± 426,0 kg ha<sup>-1</sup> de MS), observado no presente estudo, sugere não ter havido competição entre os componentes do consórcio na fase inicial do cultivo, porém após analisarmos os valores obtidos de rendimento de milho, fica claro que o déficit hídrico ocorrido nas fases finais (Figura 3), da produção, associado a característica de baixa retenção de água do solo, limitou o rendimento de ambos os componentes.

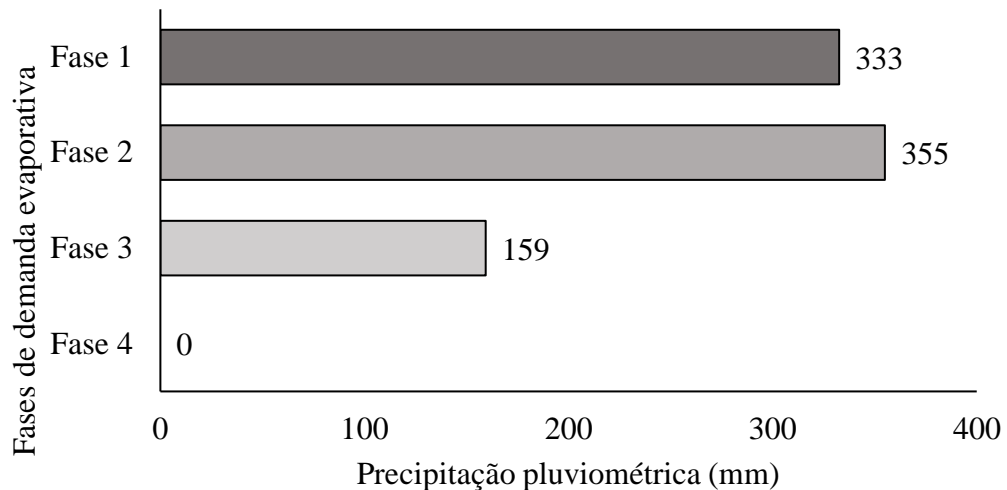
A interferência das forrageiras, no estado nutricional da cultura, e na produtividade de grãos em sistemas de consórcio, depende das condições de solo, clima, espécies utilizadas e do manejo empregado (CRUZ et al., 2009).

A demanda hídrica para as fases 1, 2, 3 e 4 correspondem a 17, 28, 33 e 22% do número de dias do ciclo do milho (ANDRADE et al., 2006). Estes percentuais correspondem, em uma situação de demanda evaporativa moderada (ANDRADE; ALBUQUERQUE, 2017), ao consumo de 65, 140, 210 e 85 mm de água pela cultura do milho, totalizando 500 mm de precipitação pluviométrica no ciclo. Nota-se que, apesar do regime hídrico ter alcançado o mínimo exigido para o desempenho satisfatório do milho ser alcançado, a distribuição da mesma durante o ciclo produtivo determinou déficit nas fases 3 e 4 de demanda evaporativa

(ANDRADE et al., 2006), resultando em diminuição do rendimento tanto do milho quanto da forragem.

Diante deste cenário, fica claro a importância da melhoria das características químicas e físicas do solo, a fim de proporcionar maior eficiência do uso da água.

Figura 2 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) de acordo com a demanda evaporativa da cultura.

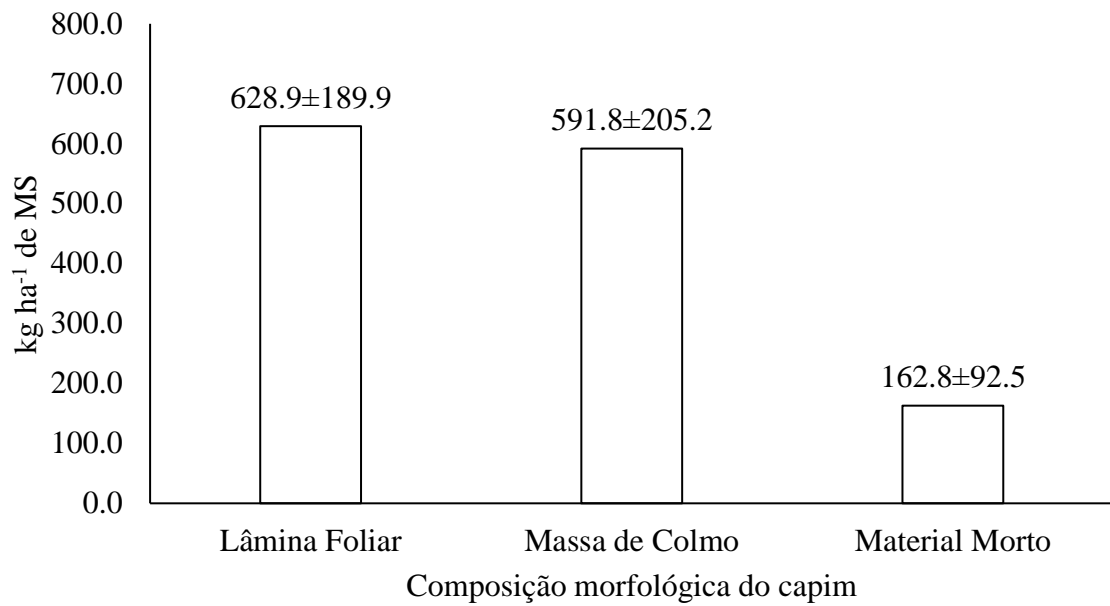


A ausência de efeito significativo dos fatores, em relação aos arranjos geométricos propostos, permite adotar estratégias de implantação da cultura, que minimizem custos e ou facilite o plantio, desde que se preserve as práticas de conservação do solo.

Os Neossolos Quartzarênicos não são normalmente utilizados para cultivos de grãos, principalmente em regiões que apresentam risco climático, em função da sua baixa capacidade de retenção de água e baixa fertilidade natural. Neste sentido, o uso agrícola desse solo, em situação de risco climático, em sistemas de consórcio milho-braquiária, pode dificultar a viabilidade do sistema, por aumentar a competição por fatores de produção, já naturalmente escassos. Desta forma, nas condições edafoclimáticas expostas, recomenda-se a antecipação da implantação do sistema.

Em relação à composição morfológica da braquiária (lâmina foliar, colmo e material morto), expressos em  $\text{kg ha}^{-1}$  MS, não foram observados efeitos significativos para as variáveis avaliadas, e suas respectivas interações, de forma que os valores médios observados que representam tais variáveis estão expressas na Figura 3 que segue.

Figura 3 - Composição morfológica da braquiária (lâmina foliar, colmo e material morto) expressos em  $\text{kg ha}^{-1}$  de MS.



Já em relações componentes morfológicos expressos em porcentagem, foi observado efeito para porcentagem de lâmina foliar, no fator posicionamento da semeadura do capim (Figura 4), e porcentagem de colmo, para o fator espaçamento da semeadura do milho (Figura 5).

Figura 4 – Percentual de lâmina foliar da braquiária na linha e entrelinha do milho.

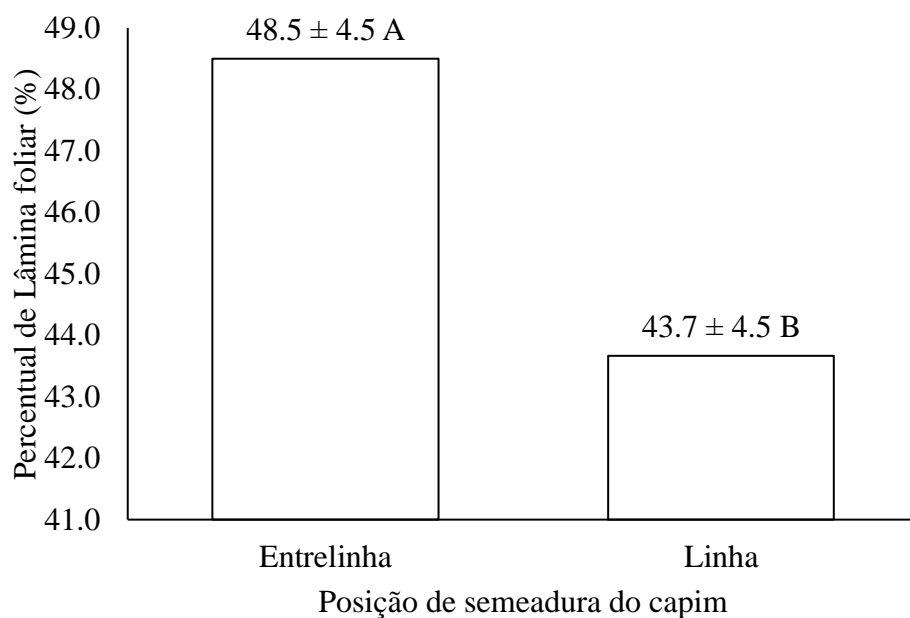
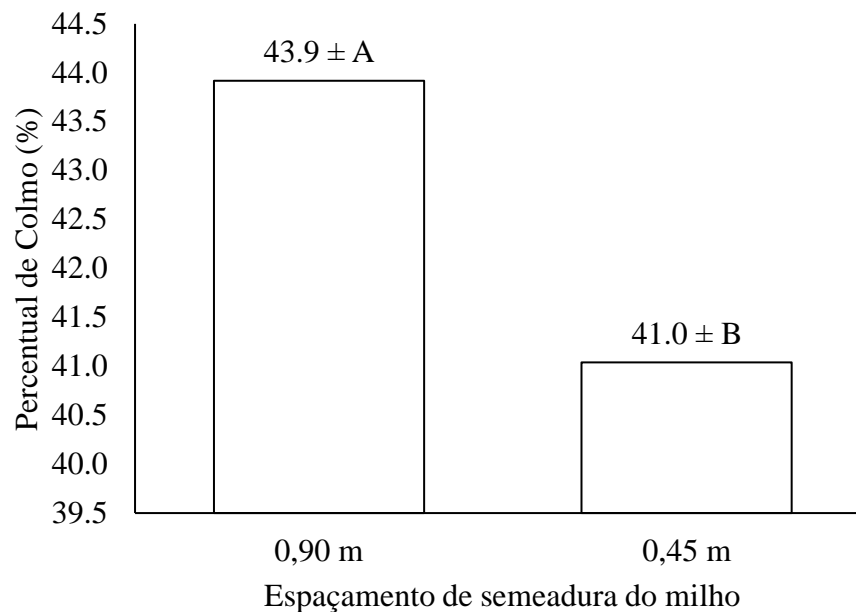


Figura 5 – Percentual de colmo na braquiária em função do espaçamento de semeadura do milho.



Foi observado maior porcentagem de lâmina foliar quando a braquiária foi semeada na entrelinha (48,5%), comparado ao plantio em linha (43,7%). sendo que este comportamento pode ser explicado devido ao cultivo de plantas em arranjo com espaçamento maiores possuírem mais espaço para investir em folhas (TAIZ; ZIEGER, 2017), enquanto para plantio na linha de semeadura, a planta forrageira, na maioria das vezes encontra-se sob competição por luz, devendo assim investir nutrientes na produção de colmo, promovendo o seu estiolamento, com objetivo de aumentar a radiação fotossinteticamente ativa incidente nas folhas.

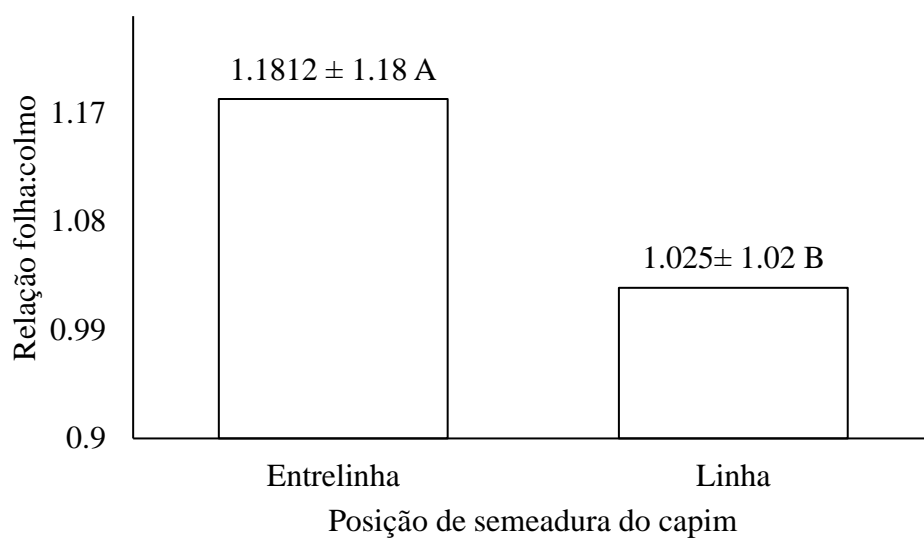
A ausência de luminosidade provoca baixo desenvolvimento dos cloroplastos e redução na atividade de algumas enzimas (MOZAMBANI; BICUDO, 2009), os quais podem ter efeitos na composição químico-bromatológicas da forragem. Outro efeito é o estiolamento, no qual a planta busca luz, pela elevação de suas folhas no dossel (PACIULLO et al., 2008), o qual altera visivelmente a composição morfológica da forragem pelo aumento do colmo.

Por outro lado, o efeito do sombreamento também é relatado com contribuição positiva em casos específicos, visto que algumas espécies apresentam melhor valor nutricional, maior área foliar e maior relação folha:colmo (SOARES et al., 2009), porém cada espécie reage maneira diferente em função de sua tolerância e as mudanças no nível de irradiância (GOBBI et al., 2010).



Já em relação ao percentual de colmos, a braquiária que foi semeada no espaçamento de plantio de 0,90 m do milho, obteve maior valor para este componente, além disso podemos observar uma tendência de efeito significativo para a mesma variável no fator posição da semeadura do capim (Tabela 5). Estes resultados contribuíram para obtenção do valor de relação folha:colmo (Figura 6), onde verificou-se efeito com maior relação para a braquiária semeada na entrelinha do plantio do milho.

Figura 6 – Relação folha:colmo da braquiária em relação à posição de semeadura.



De fato, pelos resultados obtidos, pode-se inferir que em relação à composição morfológica da planta, obtém-se melhores resultados, com maior proporção de folhas na ocasião da semeadura do capim na entrelinha do milho, no entanto, Castro et al. (2010), não observaram diferenças para a relação folha:colmo para os espaçamentos 0, 90 m e 0,45 m. Este fato é importante quando se planeja utilizar a forragem produzida para alimentação animal, após a colheita do milho. Outro ponto fundamental diz respeito ao teor de proteína da folha, que é superior ao encontrado no colmo. Desta maneira, ao implantarmos a braquiária na entrelinha do milho estamos aportando mais nitrogênio ao sistema.

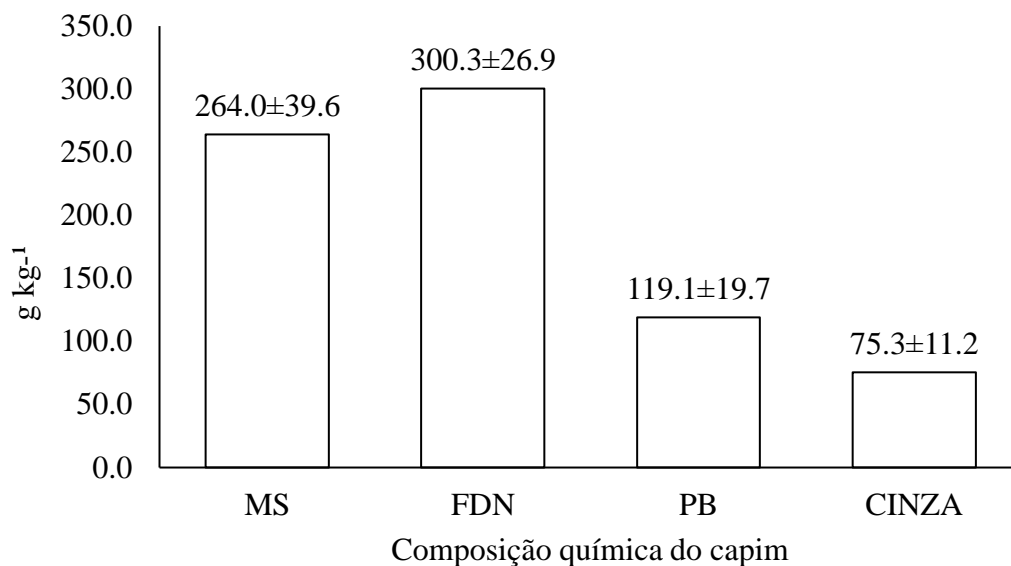
O potencial de produção de uma forrageira, bem como suas características morfológicas, é baseado em propriedades genéticas, mas facilmente modulados por condições como temperatura, umidade, luminosidade, disponibilidade de nutrientes, aliados às formas de manejo impostas às plantas, entre outros (FAGUNDES et al., 2005). Apesar de todas as alterações propostas pelos fatores avaliados, o que teoricamente poderia alterar microclima formado pelos componentes do consórcio, aparentemente a condição preponderante para a

obtenção dos resultados se deu principalmente pela associação entre o teor de matéria orgânica do solo utilizado e o estresse hídrico apresentado no final do ciclo produtivo (Figura 3).

No processo de crescimento e princípios que determinam a produção da forrageira, cada planta expressa de forma diferente suas respostas ao meio, sabendo que a plasticidade fenotípica responsável pela amplitude das compensações entre esses processos e mecanismos é singular e específica (HODGSON; DA SILVA, 2002). Desta maneira não podemos prever com segurança o comportamento expressado em termos de componente morfológico de braquiárias em situação de consórcio.

Em relação ao teor de matéria seca (MS) e composição química (fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB) e cinzas), em  $\text{g kg}^{-1}$ , da braquiária, não foi observado efeito para as variáveis individuais nem suas respectivas interações, deste modo, os valores médios observados estão apresentados na Figura 7 abaixo.

Figura 7 – Composição química do capim braquiária em consórcio com o milho.



De modo geral, os valores observados para os componentes químicos avaliados podem ser considerados satisfatórios se considerarmos o tipo de solo implantado e sobretudo o mês de avaliação, junho, após mais de 120 dias de crescimento da forrageira.

Em ambientes de produção, a competição intraespecífica tem grande influência na alteração das plantas em detrimento da necessidade de adaptação ao meio. Um dos exemplos é a competição por luz, que se torna um fator limitante na produtividade das culturas forrageiras, podendo haver alterações quanto à sua estrutura e composição nutricional (ALVES et al., 2021).

Em condições de luminosidade reduzida, as plantas forrageiras mudam sua estrutura e concentração de nutrientes (CARVALHO et al., 1997). A planta pode alterar seu metabolismo para o acúmulo de nitrogênio (N) (SOARES et al., 2009). Os resultados deste trabalho concordam com Wilson (1996), que afirma que esse fenômeno está relacionado ao maior teor de umidade, associado à temperatura do solo em condições de temperaturas mais amenas, o que favorece as taxas de mineralização e a ciclagem de N. As concentrações deste nutriente são maiores em plantas em condições de menor luminosidade e temperatura (KEPHART; BUXTON, 1993). Os fatores testados no presente estudo, de forma isolados e/ou associados, não foram capazes de alterar localmente as condições edafoclimáticas de forma a influenciar na composição química da forrageira.

O sombreamento pode modificar o espectro de radiação solar e interferir no processo de crescimento e morfogênese das plantas forrageiras (CASAL et al., 1987). Variações na morfogênese incluem perfilhamento e ramificações, alongação internodal, expansão da lâmina foliar e florescimento em espécies sensíveis ao fotoperíodo (BRISKE, 1991). Essas variações podem afetar variáveis bromatológicas como o teor de fibra em detergente neutro.

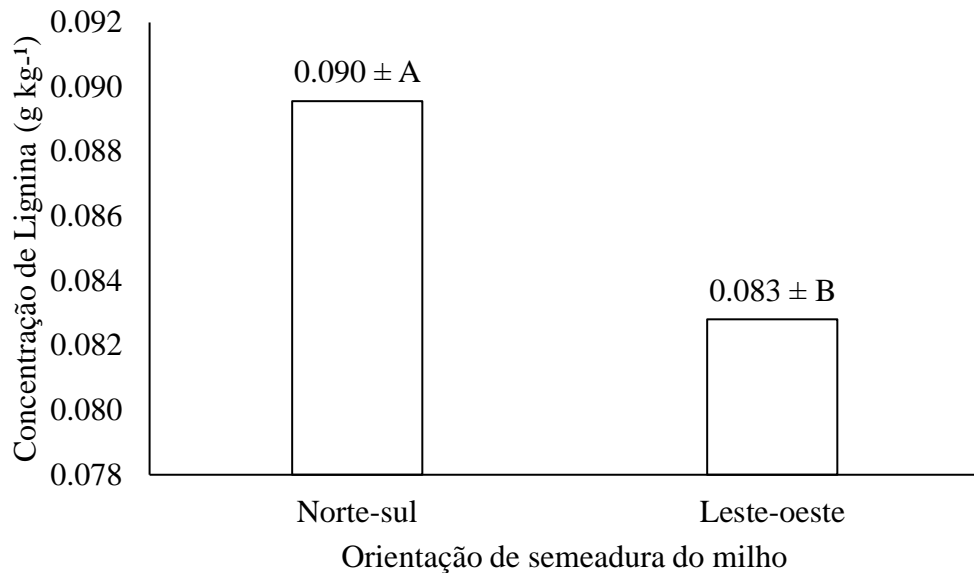
Valores superiores aos encontrados no presente estudo foram relatados por Pariz et al. (2011), no período de verão em trabalho com sistema de integração lavoura-pecuária, em que as *Brachiarias brizanta* cv. Marandu e *B. ruziziensis*, apresentaram respectivamente teores de FDN 70,9 e 65,2%. Paciullo et al. (2009), em avaliação de pastos permanentes de *Brachiaria decumbens*, obtiveram teores de 71,5% de FDN, no período de inverno, valores superiores aos que nós encontramos.

O aumento da parede celular compensa a menor quantidade de constituintes presentes no interior das células, entre eles o N, precursor da PB (VAN SOEST, 1994). De modo inverso, a elevação dos teores de PB reduz os teores de FDA.

Quanto maior o teor de FDA, menor a digestibilidade. O FDN tem correlação negativa com o consumo das forrageiras, ao considerar-se teores de 40% de FDA e 60% de FDN, como limitantes da digestibilidade e do consumo, respectivamente (VAN SOEST, 1994).

Foi observado maior valor de lignina na braquiária, quando o milho foi plantado na orientação Norte-Sul, em relação ao Leste-Oeste. A superioridade observada foi de 0.007 g kg<sup>-1</sup> de lignina. Pode-se inferir que no sistema de plantio Leste-Oeste, a braquiária obteve maior incidência de radiação fotossinteticamente ativa, o que a fez investir mais nutriente na produção de folha, componente este que possui menor proporção de lignina em relação ao colmo.

Figura 8 – Concentração de lignina ( $\text{g. kg}^{-1}$ ) da braquiária em razão da orientação de semeadura do milho.



A importância da lignina na nutrição animal está relacionada ao fato de existirem fortes evidências de que os polissacarídeos da parede celular, tais como celulose, hemicelulose e pectatos, ao serem isolados, apresentam maior degradação por microrganismos do rúmen ou por enzimas (VAN SOEST, 1994). A degradação é raramente completa, e diminui com o aumento do teor de lignina, além de ser influenciada pela espécie e idade da planta; por isso, menores teores de lignina são desejáveis na forragem (SILVA; QUEIROZ, 2002).

#### 4 CONCLUSÃO

A semeadura da braquiária na entrelinha do milho aumenta a proporção de lâmina foliar, além da melhoria da relação folha:colmo.

Os arranjos geométricos testados pela combinação dos fatores (orientações da semeadura do milho; espaçamentos de semeadura do milho; posições de semeadura da braquiária), em solos arenosos do cerrado Tocantinense, associado à implantação do consórcio, em época de risco climático, não influenciam no teor de matéria seca, fibra em detergente neutro, proteína bruta e cinzas da braquiária.

A orientação de plantio no sentido Leste-Oeste promove a diminuição do teor de lignina da braquiária.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVES, C. P.; CIRINO JUNIOR, B.; ROCHA, A. K. P.; VIEIRA, D. S. M.M.; EUGÊNIO, D. S.; LEITE, M. L. M. V. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021.
- ANDRADE, C. de L.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Manejo da irrigação. In: PIMENTEL, M. A.; BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C. (Eds.). **Milho do plantio à colheita**. 2ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 180–209. 2017.
- ANDRADE, C. de L.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; BRITO, R. A. L.; RESENDE, M. **Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho**, EMBRAPA, 2006. Disponível em: < [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19629/1/Circ\\_85.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19629/1/Circ_85.pdf) >. Acesso em: 02 jul. 2023.
- ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcare, Argentina. **Field Crops Research**, 41, 1-12. 1995.
- AOAC. **Official methods of analysis**. 15th Edition, Association of Official Analytical 506 Chemists, Arlington. 1990.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Gaithersburg: 16th Ed., 4th Revision, AOAC INTERNATIONAL. 1998.
- BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1154-1160, 2011.
- BEZERRA, M.G.S.; SILVA, G.G.C.; DIFANTE, G.S. et al. Cassava wastewater as organic fertilizer in 'Marandu' grass pasture. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, v.21, p.404-409, 2017.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C.; MATEUS, G. P. Produtividade e qualidade das forragens de milho e de Brachiaria brizantha em sistema de cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 03. 2006.
- BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K. and STUTH, J. W. (ed) **Grazing management: Proceedings...**Portland: ecological perspective. Timber Press, p. 85-108, 1991.
- CALVANO, M. P. C. A.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. D. S.; FLORES, R. S.; GALBEIRO, S. Tillering and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. **Revista Ceres**. v. 58, p. 781-789. 2011.
- CARVALHO, M.M.; SILVA, J.L.O.; CAMPOS JUNIOR, B.A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.213-218, 1997.

CASAL, J. J.; SANCHEZ, R. A.; DEREGIBUS, A. A.; Tillering responses of *Lolium multiflorum* plants to changes of red/far-red ratio typical of sparse canopies. **Jornal of Experimental Botany**, v. 38, p. 1432-1439, 1987.

CASTRO, L. A.; MOURA, B. F.; ANDRADE, C.; AMARAL, T. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SILVA, D. D. F. Desempenho da braquiária (*Brachiaria Brizantha*) em consórcio com a cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2010.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 17, n. 97, p. 17-20, 2007.

CECCON, G.; DA SILVA, J. F.; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; DOS SANTOS, A. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido com populações de milho e de brachiaria. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 13, n. 3, p. 326-335. 2014.

CECCON, G.; KURIHARA, C. H.; STAUT, L. A. Manejo de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com milho safrinha e rendimento de soja em sucessão. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 19, n. 113, p. 4-8, 2009.

CECCON, G.; SILVA, J. F. da; ALVES, V. B.; LEITE, L. F.; COSTA, A. de A. Desempenho do consórcio milho-braquiária: populações de plantas e modalidades de semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. **Anais...** [Campinas]: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: ABMS, 2012.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; NOGUEIRA, R. Z.; NEUHAUS, R. Rendimento de grãos de milho safrinha em diferentes populações de espécies forrageiras. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA: RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 461-466. 2007.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: Manejo Integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. **Anais...** Viçosa: ZAMBOLIM, L. P. 583-624. 2001.

COBUCCI, T; PORTELA, C. M. O. Manejo de herbicida no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed). **Integração Lavoura-pecuária**. 1ª edição. Goiânia: Talento, p. 443-458. 2003.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; MATEUS, G. P.; BORGHI, E.; LELES, E. P.; SANTOS, N. C. B. Effect of intercropping on yields of corn with different relative maturities and Palisadegrass. **Agronomy Journal**, [s. l.], v. 105, n. 3, p. 599-606, 2013.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. D. S.; BICUDO, S. J.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. D.; & MACHADO, C. G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 633-639. 2009.

EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; MACEDO, M.C.M. et al. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. **Grass Forage Sci.**, v.75, p.1-13, 2019.

FAGUNDES, J. L.; et. al, Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. DA C.; COSTA, K. A. DE P.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S.; GONÇALVES, W. G.; ANDRADE, R. Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 3, p. 375-383, 2015.

FREITAS, I.C.; SANTOS, F.C.V.; CUSTÓDIO FILHO, R.O. et al. Resistance to penetration in Quartzarenic Neosol subjected to different forms of management. **Revista Brasileira Eng. Agríc. Ambient.**, v.16, p.1275-1281, 2012.

GOBBI, K. F.; GARCÍA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos de Zootecnia**. v. 59, n. 227, p. 379-390. 2010.

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.180-202. 2002.

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; CARMONA, R.; VILELA, L. Caracterização florística de bancos de sementes em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Planta Daninha**. v. 25, p. 735-745. 2007.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, p.831-837, 1993.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. **Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé**. In: \_\_\_\_\_; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, cap.15, p.407- 441. 2003.

MARTINS, D. A.; JAKELAITIS, A.; PEREIRA, L. S.; MOURA, L. M. F.; GUIMARÃES, K. C. Consórcio entre Milho e *Urochloa brizantha* Gerenciado com Subdoses de Mesotrione. **Revista Planta Daninha**. v. 37. p. 1-10. 2019.

MAPA. **Portaria nº 363. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.**, Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-2019-2020/tocantins-to/port-no-363-cons-milho-braquiaria-2a-safra-to.pdf/view> >. Acesso em 10. Set. 2023.

MECHI, I. A; DOS SANTOS, A. L. F.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Infestação de plantas daninhas de difícil controle em função de anos de consórcio milho-braquiária. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 49-54. 2018.

- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.** v.85, p. 1217-1240. 2002.
- MOZAMBANI, A. E.; BICUDO, S. J. Efeito da temperatura e da luz no desenvolvimento de plântulas de milho. **Nucleus**, v. 6, n.1, p. 1-12. 2009.
- MOURA, C.J.; CREMON, C.; MAPELI, N.C. et al. Quality of a quartzarenic Neosol with and without occurrence of sudden death Brachiaria grass in the Pantanal biome. **Agrarian**, v.10, p.152-161, 2017.
- PACIULLO, D, S. C.; LOPES, F, C. F.; JUNIOR, J, D. M.; FILHO, A. V.; RODRIGUES, M. N.; MORENZ, M, J. F.; AROEIRA, L, J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528- 1535, 2009.
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p. 917-923, 2008.
- PARIZ, C. M.; AZENHA, M. V.; ANDREOTTI, M.; ARAÚJO, F. C. D. M.; ULIAN, N. D. A.; BERGAMASCHINE, A. F. Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, p. 1392-1400. 2011.
- PEREIRA, J. R. Solos afetados por sais. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**, v. 2, p. 76-82, 1998.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 235p. 2002.
- SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; SOUZA, P.T. et al. Growth of the physic nut in quartzarenic neossol by using the missing nutrient technique. *Rev. Bras. Fibras.*, v.14, p.73-81, 2011.
- SILVA, E.M.; ANDRADE, A.C.; MAGALHÃES, J.A. et al. Morphogenetic characteristics of the Brachiaria brizantha cv. Marandu submitted to nitrogen doses. **PubVet**, v.9, p.262-270. 2015.
- SMITH, M.; ALLEN, R.; PEREIRA, L. Revised FAO methodology for crop-water requirements. **International Atomic Energy Agency (IAEA)**, [s. l.], p. 51–58, 1998. Disponível em: <<https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/676839>>. Acesso em: 10. Set. 2023.
- SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009.
- SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. **USDA-Natural Resource Conservation Service**, [s. l.], n. 2th ed., p. 886, 1999. Disponível em: <[https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-06/Soil\\_Taxonomy.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-06/Soil_Taxonomy.pdf)>. Acesso em: 10. Set. 2023.



SORATTO, R. P.; SILVA, Â. H. D.; CARDOSO, S. D. M.; & MENDONÇA, C. G. D. Doses e fontes alternativas de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 62-70. 2011.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA informação tecnológica, 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/555355/cerrado-correcao-do-solo-e-adubacao>>. Acesso em: 10. Set. 2023.

STUDIO S.A.S. SAS® OnDemand para Acadêmicos, SAS Institut Inc., 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6ª Edição. 2017.

THIEX, N. J.; MANSON, H.; ANDERSON, S.; PERSSON, J. A. Determination of Crude Protein in Animal Feed, Forage, Grain, and Oilseeds by Using Block Digestion with a Copper Catalyst and Steam Distillation into Boric Acid: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 2, p. 309-317. 2002.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. New York: **Cornell University**, 476 p. 1994.

VERAS, E.L.L.; DIFANTE, G.S.; GURGEL, A.L.C. et al. Tillering capacity of Brachiaria cultivars in the Brazilian Semi-Arid Region during the dry season. **Trop. Anim. Sci. J.**, v.43, p.133-140, 2020.

ZUO, X.; ZHAO, H.; ZHAO, X. et al. Spatial pattern and heterogeneity of soil properties in sand dunes under grazing and restoration in the Sandy Land, Northern China. **Soil. Tillage Res.**, v.99, p.202-212, 2008.

## CAPÍTULO 4

### 1 *E-book*

# CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA: GUIA DE CULTIVO DO MILHO COM CAPIM BRAQUIÁRIA EM SOLOS ARENOSOS DO CERRADO SOB RISCO CLIMÁTICO

## RESUMO

O milho é um presente espiritual para a Etnia Krahô, uma das etnias que habitam no nordeste do estado do Tocantins. A cultura do milho permanece importante para a alimentação humana ao redor do mundo, sendo a maior cultura agrícola produzida. A cultura do milho é uma importante geradora de riqueza para o agronegócio brasileiro. A importante atuação das instituições de pesquisa e ações movidas por agricultores, promovem melhorias no manejo e posicionou o Brasil como um celeiro na produção mundial de milho. O desenvolvimento de sistemas de produção em áreas reconhecidas como de baixa aptidão agrícola, é de suma importância para a intensificação agropecuária, pois proporciona ampliação da sustentabilidade dos agroecossistemas. Portanto, preparamos esse material para auxiliar agricultores e técnicos no desafio de cultivar o milho em consórcio com a braquiária em solos arenosos com o desafio de produzir em época de risco climático.

**Palavras-chave:** *ebook*. *Zea mays*. Milho. *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*).

# CONSÓRCIO **MILHO** **BRAQUIÁRIA**



## **GUIA DE CULTIVO DO MILHO COM CAPIM BRAQUIÁRIA EM SOLOS ARENOSOS DO CERRADO SOB RISCO CLIMÁTICO**

Raimundo Filho Freire de Brito  
Antonio Clementino dos Santos  
Raphael Pavesi Araújo  
Esdras Henrique Silva  
Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida  
José Geraldo Donizetti dos Santos

**2023**



## Sumário

Apresentação .....	pág. <b>04</b>
Consórcio milho-braquiária .....	pág. <b>05</b>
O que é consórcio de plantas? .....	pág. <b>05</b>
Qual o conceito de intensificação agropecuária? .....	pág. <b>05</b>
O que é cultivo de milho em segunda safra (safrinha) e sua importância .....	pág. <b>05</b>
Integração lavoura-pecuária .....	pág. <b>05</b>
Conceito e modelos de integração .....	pág. <b>05</b>
A importância da diversificação na atividade agropecuária (sustentabilidade).....	pág. <b>06</b>
Fatores que afetam o sistema de produção milho-braquiária .....	pág. <b>06</b>
Solo .....	pág. <b>06</b>
Clima .....	pág. <b>07</b>
Zoneamento agrícola de risco climático - ZARC .....	pág. <b>07</b>
Implantação e condução do sistema de cultivo milho-braquiária em Neossolo quartzarênico no norte do Tocantins .....	pág. <b>08</b>
Caracterização do solo (Neossolo quartzarênico).....	pág. <b>08</b>
Correção do solo (calagem e gessagem) .....	pág. <b>09</b>
Escolha do milho híbrido e da planta forrageira .....	pág. <b>10</b>
Arranjo do milho e braquiária no consórcio .....	pág. <b>12</b>
Época de semeadura .....	pág. <b>14</b>
Adubação de cobertura .....	pág. <b>17</b>
Supressão da braquiária com herbicida .....	pág. <b>20</b>
Controle de pragas e doenças .....	pág. <b>22</b>
Colheita e produtividade do milho .....	pág. <b>23</b>
Utilização da forrageira após colheita do milho .....	pág. <b>25</b>

# APRESENTAÇÃO



O milho é um presente espiritual para a Etnia Krahô, uma das etnias que habitam no nordeste do estado do Tocantins (Dias, et al., 2014). A cultura do milho permanece importante para a alimentação humana ao redor do mundo, sendo a maior cultura agrícola produzida.

A cultura do milho é uma importante geradora de riqueza para o agronegócio brasileiro. A importante atuação das instituições de pesquisa e ações movidas por agricultores, promovem melhorias no manejo e posicionou o Brasil como um celeiro na produção mundial de milho.

O desenvolvimento de sistemas de produção em áreas reconhecidas como de baixa aptidão agrícola, é de suma importância para a intensificação agropecuária, pois proporciona ampliação da sustentabilidade dos agroecossistemas.

Este material foi preparado para auxiliar agricultores e técnicos no desafio de cultivar o milho em consórcio com a braquiária em solos arenosos da classe Neossolo Quartzarênico Órtico típico com o agravante de produzir em época de risco climático.



# CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA



## O que é consórcio de plantas?

É a técnica de cultivar na mesma área duas espécies simultaneamente, com objetivo de produzir grãos de milho, palha e pasto ou palha de capim braquiária, caso esse consórcio seja de plantas de milho com plantas de braquiária, promovendo consequentemente, a sustentabilidade dos agroecossistemas explorados sob risco climático.

## Qual o conceito de intensificação agropecuária?

A intensificação agropecuária busca o melhor o uso da terra, aproveitando o benefício de uma atividade conectada com outra.

## O que é cultivo de milho em segunda safra (safrinha) e sua importância?

É o milho cultivado logo após a colheita da lavoura semeada no início do período chuvoso (colheita de verão), ou seja, o milho segunda safra (safrinha) é cultivado no período compreendido entre janeiro e junho, com menor disponibilidade de chuvas.

Sua importância se deve ao fato de proporcionar cobertura vegetal para a proteção do solo e palhada que possibilita a implantação do SPD (sistema plantio direto). Além de aumentar o faturamento anual da propriedade rural.

Atualmente, **75%** da produção de milho no Brasil é em segunda safra.

## INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

### Conceito e modelos de integração

São sistemas de produção em que ocorre benefícios de uma atividade na outra como na integração de atividades de lavoura de grãos e pecuária.

O uso de sistemas de integração lavoura-pecuária não é novidade tecnológica, pois no Cerrado, as aberturas de área foram realizadas com o cultivo de grãos, principalmente arroz, que tinha a finalidade de gerar faturamento para amortização dos custos das operações mecanizadas para a exploração agropecuária.

Os principais modelos de sistemas de integração são: Sistema Barreirão, Sistema Santa Fé, Sistema Santa Brígida e Sistema São Mateus.



## A importância da diversificação na atividade agropecuária

Os sistemas de produção com maior complexidade, como os sistemas integrados, proporcionam efeitos sinérgicos e diversificados na produção agropecuária, favorecendo a sustentabilidade desses sistemas. A diversificação de atividades promove segurança ao meio ambiente, ao agricultor e à economia, devido à possibilidade de mitigação de riscos.

- Segundo o IBGE e a CONAB, em 2021 o Brasil cultivou área superior a 67 milhões de hectares com grãos e
- aproximadamente 160 milhões de hectares com pastagens, e o grande
- desafio é integrar harmoniosamente esses sistemas de produção, obtendo os
- benefícios dessa integração.

## Fatores que afetam o sistema de produção milho-braquiária

Existem vários fatores que interferem nos consórcios de plantas, como o solo e o clima.

## Solo

O solo é um sistema aberto, no qual a entrada e saída de energia dependem da entrada permanente de elementos orgânicos ao longo dos anos, isso faz que o solo seja um sistema com dinamismo, evoluindo continuamente no ambiente (EMBRAPA, 2018). Segundo Vezzani e Mielniczuk (2009), a qualidade do solo depende consideravelmente do somatório de interações entre a microbiota, as plantas e os minerais.

O processo de formação do solo é dependente da interação entre os fatores tempo, material de origem, relevo e organismos (PEREIRA, et al. 2019).



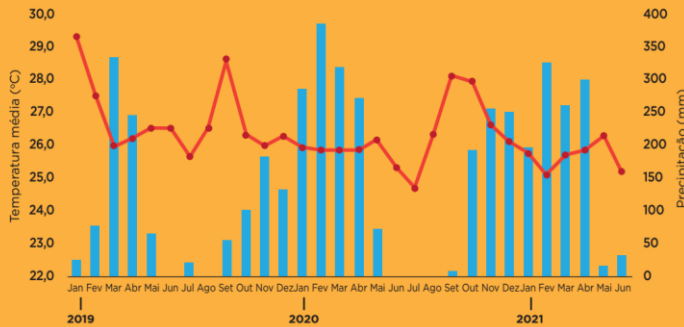


### Clima

A região do norte do Tocantins tem altitude variando entre 220 a 105 m. O clima é classificado com presença de uma estação chuvosa e outra estação seca. Veja os dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) de janeiro de 2019 a junho de 2021 em Colinas do Tocantins, TO.



Dados climáticos 2019, 2020 e 2021



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia/INMET

VEJA BAIXE O APLICATIVO



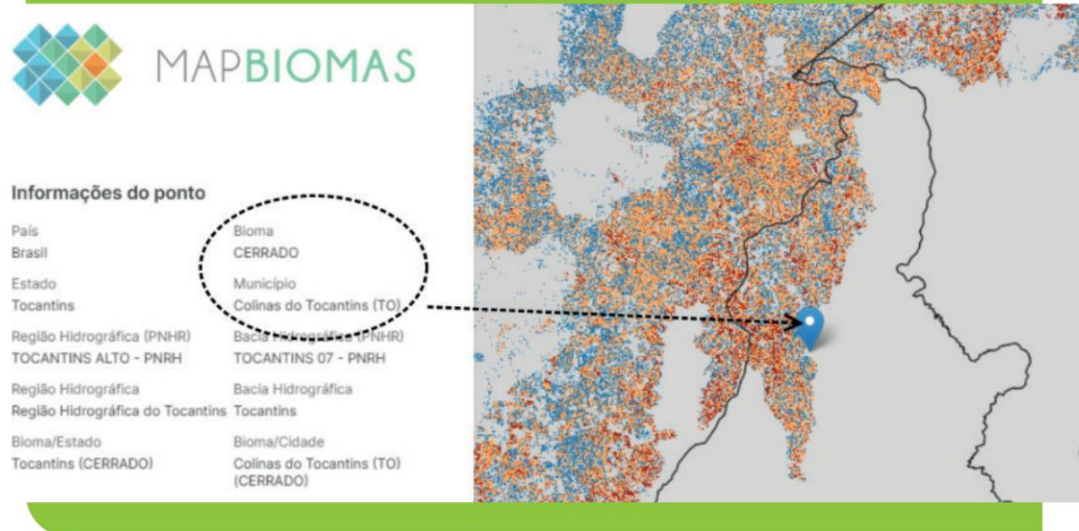
## Zoneamento agrícola de risco climático - ZARC

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) é uma ferramenta aplicada no gerenciamento de riscos na agricultura brasileira. Esse instrumento permite ao agricultor minimizar os efeitos adversos do clima sobre a sua área de produção. Portanto, cada município brasileiro tem condições de avaliar a época ideal de semeadura do cultivo, considerando o clima, os tipos de solo e o ciclo do cultivo (MAPA, 2017).

Essa ferramenta tecnológica (ZARC) contempla também o cultivo consorciado de milho com braquiária na primeira e em segunda safra, sendo possível consultar estas informações por meio de aplicativo no telefone celular. O aplicativo **PLANTIO CERTO** pode ser utilizado de forma gratuita para sistemas operacionais Android (Google) e iOS (Apple), sendo a Embrapa Agricultura Digital responsável pela tecnologia.



Veja aqui o mapa como a região norte do Tocantins é uma transição entre o Bioma Amazônico e Cerrado. A localização em destaque no mapa mostra o município de Colinas do Tocantins no Bioma Cerrado na transição para o Amazônico (colorido em pontuações vermelhas, amarelas e azuis).



## Implantação e condução do sistema de cultivo milho-braquiária em Neossolo Quartzarênico no norte do Tocantins

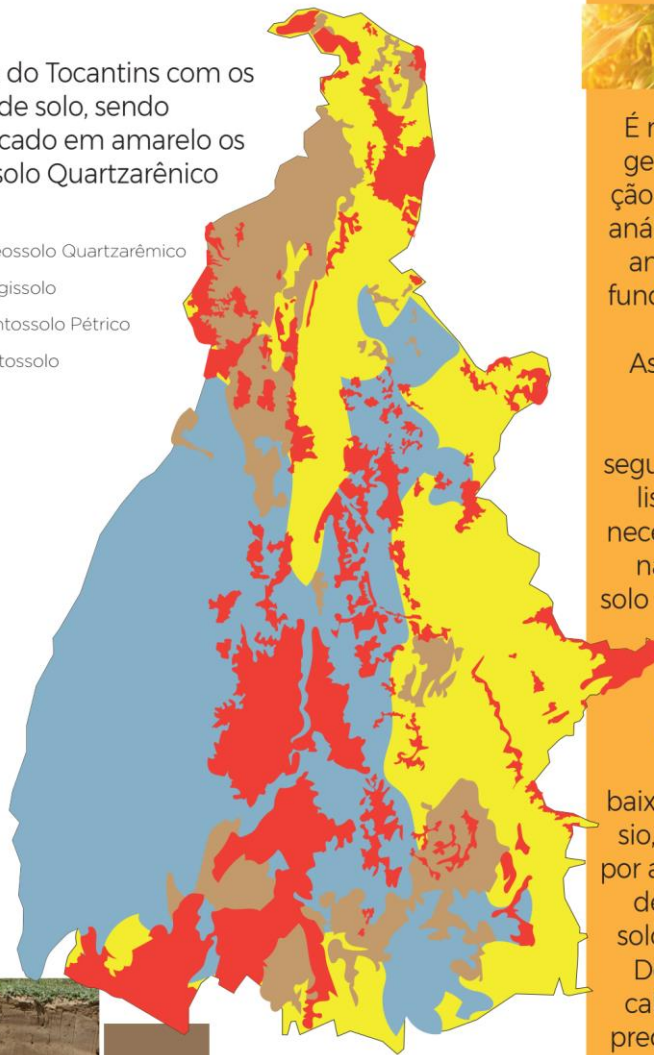
### Caracterização do solo (Neossolo quartzarênico)

Os Neossolo Quartzarênico ocorrem em áreas com relevo plano e suave ondulado. São solos profundos e sem impedimento físico ao desenvolvimento radicular, bem drenados e com baixa capacidade de armazenamento de água, devida à textura essencialmente arenosa. São solos ácidos com baixa fertilidade natural e com presença de alumínio tóxico. Os teores de matéria orgânica são muito baixos, assim como fósforo e micronutrientes (EMBRAPA, 2021).

Esses solos ocupam no Brasil 49,6 milhões de hectares (5,82%) e 15% da área de Cerrado. Na região do MATOPIBA, ocupam 6,8 milhões de hectares agricultáveis, correspondendo a 11,05% dessa região. Portanto, o desenvolvimento de tecnologias para a exploração desses solos é importante para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Mapa do Tocantins com os tipos de solo, sendo destacado em amarelo os Neossolo Quartzarênico

- Neossolo Quartzarênico
- Argissolo
- Pintossolo Pétrico
- Latossolo



É necessário realizar a amostragem do solo para a caracterização química e física por meio da análise de solo. Deve-se retirar as amostras de solo em duas profundidades, de 0-20 cm e 20-40 cm.

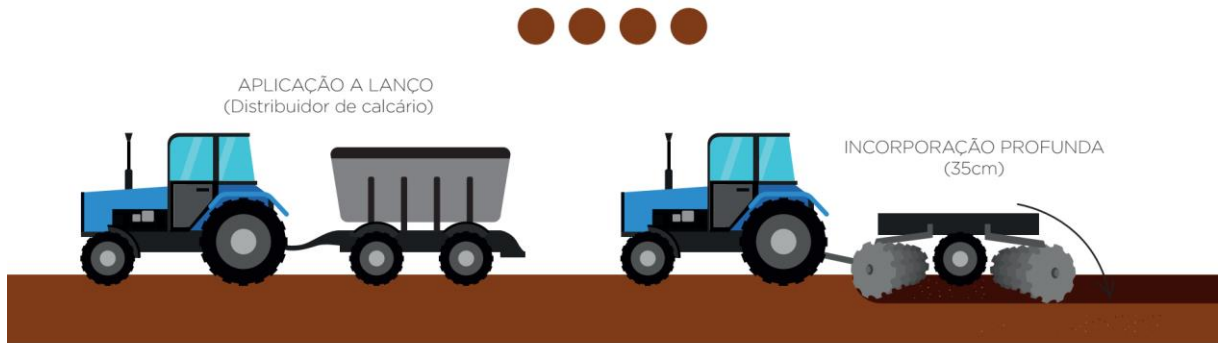
As recomendações de calcário, gesso agrícola e adubação (macro e micronutrientes) seguem os resultados dessa análise laboratorial para atender a necessidade do cultivo com foco na produtividade. A análise de solo é importante para o planejamento do cultivo.

#### Correção do solo

Nos solos brasileiros a acidez predomina, associada com baixos teores de cálcio e magnésio, além da toxicidade causada por alumínio, e para corrigir esses desafios o uso de corretivos do solo é praticamente obrigatório. Dentre os diversos corretivos, o calcário é o mais utilizado, com predominância na sua composição o cálcio e magnésio.

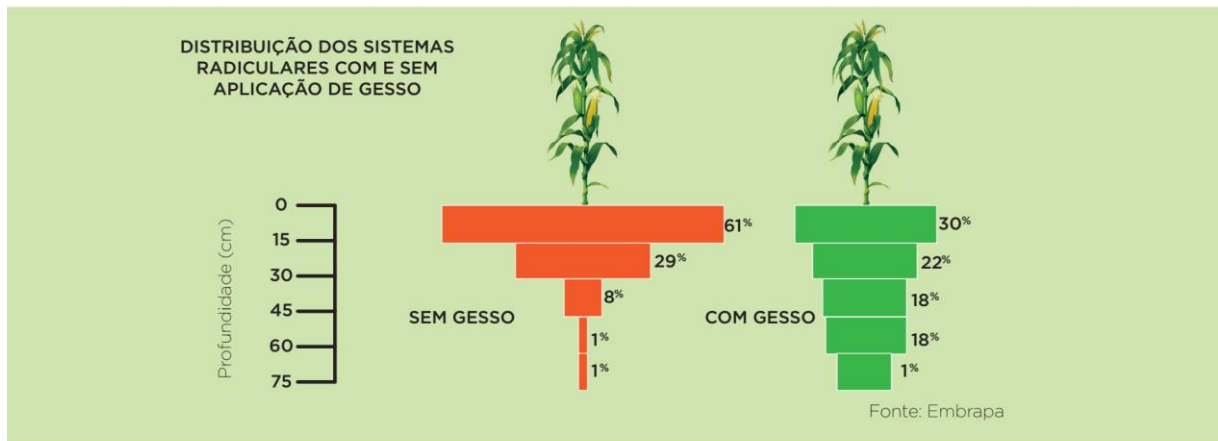
A calagem é a técnica de incorporação do corretivo ao solo e deve ser recomendada com base em análise de solo da área e com nível adequado ao cultivo (planta) a ser explorado comercialmente. É preciso realizar essa prática com 2 a 3 meses antes do plantio para garantir que ocorram as reações do calcário com o solo.





O sulfato de cálcio, popularmente conhecido como gesso agrícola, não afeta de forma significativa a acidez do solo. Fornece enxofre e cálcio ao solo. O gesso agrícola tem a característica de transportar cálcio para camadas mais profundas do solo.

Após a aplicação do calcário e sua incorporação, faz-se a aplicação do gesso agrícola. O sulfato movimenta-se para as camadas inferiores do solo arrastando o cálcio. Com essa descida, as quantidades de cálcio e magnésio aumentam em profundidade, e diminui a toxicidade causada por alumínio, favorecendo o desenvolvimento radicular do cultivo.



### Escolha do milho híbrido e da planta forrageira

O objetivo do consórcio entre milho e braquiária é a produção de palha para a cobertura do solo e/ou a produção de forragem para alimentação dos animais. Dependendo do objetivo, alguns cuidados devem ser tomados, à começar pela escolha do milho e da planta forrageira.





Os indicadores técnicos para a escolha do milho são: ciclo, nível de investimento, produtividade, estabilidade produtiva, resistência a doenças, tolerância ao acamamento e ao quebraamento de plantas, sincronização entre o florescimento masculino e feminino, altura da planta, altura da inserção da espiga, adaptação regional, densidade de plantas na primeira e segunda safra.

No mercado de sementes existem híbridos de milho com diferentes tecnologias para o manejo de pragas e de plantas daninhas e a escolha desses materiais precisam ser bem definidos de acordo com o objetivo e o nível tecnológico do produtor.

A escolha da forrageira deve considerar suas características para a garantia do objetivo determinado pelo agricultor. As forrageiras possuem adaptações diferentes ao clima, possuem diferentes formas de crescimento e de morfologia, assim como seu potencial agrônomo para sistemas de produção com diferentes intensidades.

Portanto, a seleção do material a ser cultivado, precisa concordar com o nível tecnológico do agricultor para a máxima expressão do potencial produtivo do milho e da forrageira.

De acordo com o ZARC - Zoneamento Agrícola de Risco Climático, as cultivares de milho são classificadas em grupos de características homogêneas, no qual o número de dias da emergência até a maturação fisiológica separa esses grupos.

A lista com os nomes e características das cultivares, de acordo com o Zoneamento Agrícola, com indicação das regiões adaptadas e grupos de características homogêneas, encontra-se na página do Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA, de forma que o agricultor utilize somente material com qualidade em sua lavoura.

Essas informações são preenchidas pelas empresas no SISZARC - Sistema de Zoneamento Agrícola de Risco Climático e disponibilizadas gratuitamente.

## Arranjo de plantas de milho e braquiária na área de produção

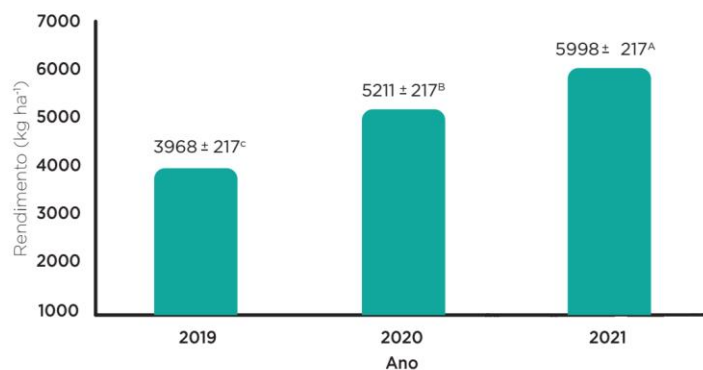
A densidade de semeadura do milho, solteiro ou consorciado, tem relação com a quantidade de água disponível e de nutrientes. Na opção de cultivar o milho em segunda safra, quando as condições de disponibilidade de água são restritivas, a densidade de semeadura deve ser menor, quando comparada com o cultivo na época da primeira safra.

As perdas no rendimento do milho tem relação com a população de plantas de braquiária no consórcio, ou seja, com o número de plantas de braquiária por m<sup>2</sup>. Populações maiores de braquiária são utilizadas quando o objetivo é a formação de pasto e menores quando o objetivo é a formação de palhada.

Em espaçamentos maiores entre as plantas de milho, o cultivo demora a fechar esses espaços entre as linhas de semeadura do milho ocasionando baixa eficiência no uso dos recursos como luz, água e

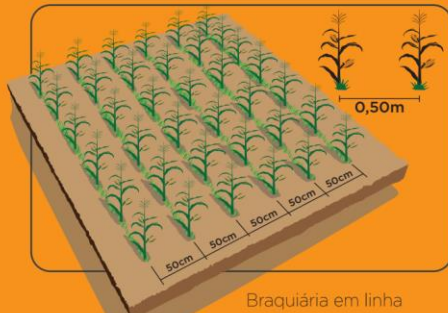
nutrientes, e favorecendo o surgimento de plantas daninhas nesses espaços. Em espaçamentos menores, a distribuição espacial das plantas promove melhor aproveitamento dos recursos (água, luz e nutrientes), aumento do índice de área foliar que contribui para o maior aproveitamento da radiação, além de melhor controle das plantas daninhas pelo sombreamento.

Testamos diferentes arranjos geométricos com a mesma densidade de plantas por área (66.600 plantas/ha) em três anos consecutivos e não houve diferença significativa no rendimento do milho, nem da braquiária *ruziziensis* em Neossolo quartzarênico em segunda safra, ou seja, sob risco climático no norte do Tocantins. Mas, houve incremento na produtividade ao longo dos anos, ou seja, a produtividade foi crescente a cada ano, conforme o gráfico abaixo.



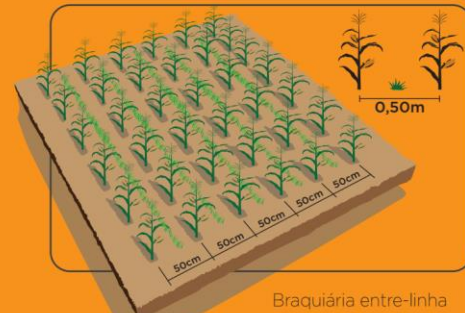
Segue abaixo o arranjo de plantas de milho com braquiária em época de segunda safra com população de 66.600 plantas/ha.

Portanto, pode-se realizar a semeadura do



Braquiária em linha

milho com a braquiária de forma simultânea em espaçamentos de 0,50 m, com a semeadura da braquiária na linha ou intercalar (entrelinha) do milho, sem diferenças no rendimento do milho e no rendimento de massa seca da forragem.



Braquiária entre-linha

A taxa de semeadura de sementes de braquiária é calculada usando o VC (valor cultural das sementes) que leva em consideração a germinação e a pureza das sementes.

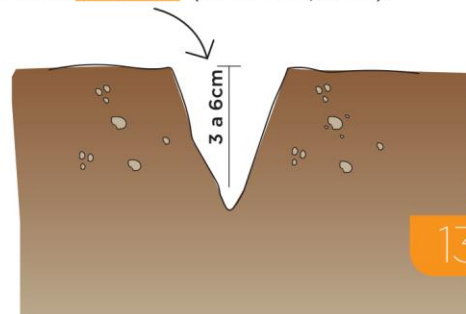
Mas, o cálculo da sementes por área (densidade) deve considerar o PMS (peso de mil sementes), que por sua vez não é levado em conta no VC das sementes, e o PMS varia entre as espécies de capins.

Caso o produtor opte pela semeadura a lanço, a germinação vai depender do regime de chuvas logo após a semeadura e da incorporação superficial da semente pela operação de plantio (MAKINO et al., 2012).

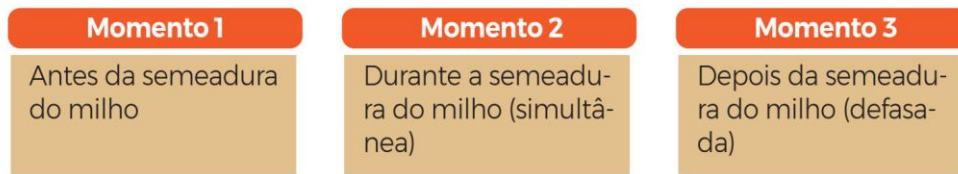
Se o produtor resolver semear utilizando as sementes misturadas com fertilizantes, é preciso ter cuidado com o tempo que a semente fica junto com o adubo para não

prejudicar a germinação dessas sementes, para que a densidade desejada seja alcançada. Recomenda-se fazer a mistura de sementes de B. Brizantha com NPK para a quantidade de sementes utilizadas em até 12h após a mistura (LIMA, et al., 2010).

A profundidade de semeadura para o bom estabelecimento das plantas de braquiária vai depender do clima (temperatura, umidade) e solo (tipo de solo). Em cultivo de segunda safra, o maior percentual de germinação das sementes de braquiária é na profundidade entre **3 - 6 cm** (CECCON, 2013).



A semeadura da braquiária no consórcio com o milho, pode ser realizada em 3 momentos:



Do ponto de vista da viabilidade econômica do cultivo e para reduzir custos operacionais, a semeadura deverá ser simultânea (CECCON et al., 2013).

Para a instalação do consórcio, existem métodos de implantação, tais como:

- **Método intercalar:** utiliza-se o disco de braquiária, o qual é utilizado para a implantação simultânea do consórcio, onde a braquiária é posicionada nas entrelinhas do milho. O disco de milho e de braquiária estão no mesmo eixo da semeadora;
- **Método da caixa adicional (3ª caixa) para braquiária:** utilizado para qualquer modo de semeadura (intercalar, linhas duplas de milho intercaladas com uma de braquiária, linhas e área total);

## Época de semeadura

O Brasil desenvolveu uma ferramenta que auxilia o produtor na tomada de decisão sobre a época de semeadura do milho, seja consorciado com braquiária ou em



cultivo solteiro, em primeira ou segunda safra. Essa ferramenta foi estabelecida em 1996 pelo MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo denominada ZARC - Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Essa ferramenta é disponibilizada gratuitamente e pode ser acessada pelo celular por meio do aplicativo PLANTIO CERTO, como dito anteriormente.

Para a época de semeadura do milho em segunda safra (safrinha), o Zoneamento Agroclimático estabeleceu o início da semeadura do milho em todo o Brasil em 1º de janeiro, mas o término da época de semeadura depende da localização da área.

Vejamos um exemplo, por meio do aplicativo PLANTIO CERTO, para a semeadura de milho consorciado com braquiária em segunda safra (safrinha) no município de Colinas do Tocantins, TO para implantação em solo arenoso, cujo ciclo do milho é de 125 dias para a maturação fisiológica.

Localização: Norte do Tocantins

Cultura: Milho+braquiária em 2ª safra (safrinha)

Grupo I: ciclo do milho até 115 dias  
Grupo II: ciclo do milho entre 115-145 dias

Solo 1: Textura arenosa  
Solo 2: Textura media  
Solo 3: Textura argilosa

Decêndio 1: 1º ao 10º dia  
Decêndio 2: 11º ao 10º dia  
Decêndio 3: 21º ao 10º dia

Analizando o Solo 1 (textura arenosa):  
-Em janeiro:  
\*pode ser semeado o consórcio com risco de 20%  
-Em fevereiro:  
\*do 1º ao 10 dia, o risco é de 20%  
\*do 11º ao 20º dia, o risco é de 40%  
\*a partir de 21º dia, não tem indicação de plantio.

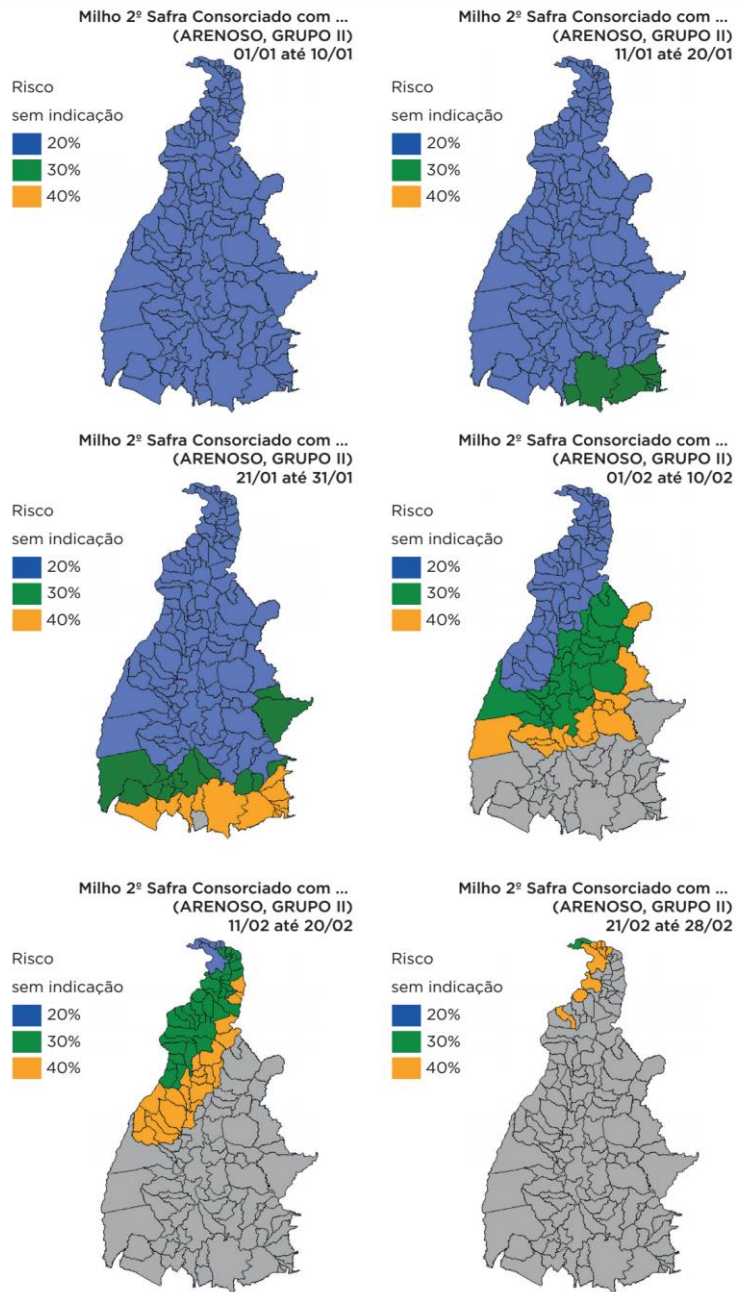
15



Mapas do Zoneamento Agroclimático para o caso descrito acima: observa-se que existe uma janela para a semeadura do cultivo de milho com braquiária em 2ª safra, e à medida que a semeadura atrasa, o risco aumenta pela redução da precipitação pluviométrica considerando solos arenosos que possuem baixa capacidade de armazenamento de água.



**TO - MILHO 2ª SAFRA CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA**





*(aplicação à lanço devido ao tamanho da área, possibilidade de semeadura defasada da forrageira junto com adubo)*

## Adubação de cobertura

O rendimento do milho em segunda safra aumentou em função do sistema plantio direto, antecipação da semeadura e melhoramento genético (CANTARELLA, et al., 2013).

A prática da adubação no cultivo de milho passa por adequações na busca por ajustes aos novos sistemas de cultivo, como o consórcio milho-braquiária nas diversas situações de risco climático, assim também como a forma de adubação à lanço, prática comum em milho cultivado em grandes áreas, como a do MATOPIBA.

A adubação tradicional utiliza como parâmetros a análise de solo e a produtividade esperada pela cultura do milho para a recomendação de fertilizantes. Isso se relaciona com a extração pelo cultivo, a exportação pelos grãos, assim como o tipo de solo e histórico de adubação (CANTARELLA; DUARTE, 2004).

O nitrogênio (N) é o nutriente que a cultura do milho extrai em maior quantidade, depois potássio (K) e fósforo (P), enquanto que 80% do fósforo, 54% do nitrogênio e 46% do enxofre vão embora no grão. Veja no gráfico abaixo:

Nutriente	Extração	Exportação	Exportação relativa
	Kg/tonelada de grãos		%
Nitrogênio	28,0	15,0	54
Fósforo	4,5	3,6	80
Potássio	18,0	4,7	26
Enxofre	2,6	1,2	46
	g/tonelada de grãos		
Zinco	43,0	30,0	70

Fonte: adaptado de Cantarella e Duarte (2004) e Duarte et al. (2003)

O nutriente que é mais acumulado em gramíneas consorciadas com o milho em segunda safra é o potássio, seguido pelo nitrogênio (CECCON, 2013).

Em cultivo de milho consorciado, aumentar a adubação não garante que a competição entre o milho e a forrageira deixe de promover a redução no rendimento de grãos. Não se deve observar somente a fertilidade química do solo, mas outros fatores como água e luz (CANTARELLA, et al., 2013).



O cultivo do milho com braquiária em espaçamentos menores melhora a distribuição das plantas na área, favorecendo o contato das raízes das plantas com o nutriente quando aplicado a lanço, sendo esta forma de aplicação bem comum por produtores que cultivam em grandes áreas. Vale notar que, a adubação de sistemas de produção deve priorizar a máxima eficiência no uso de fertilizantes e não somente a melhor operacionalização da aplicação de adubos.

Em diferentes formas de consorciação de milho com capim Marandu em diferentes espaçamentos, na primeira safra, não há prejuízo na absorção de nitrogênio, nem pelo milho, nem pelo capim (BORGHI; CRUSCIOL, 2009). Portanto, não há prejuízo causado ao milho pelo capim braquiária em relação ao suprimento de nitrogênio, desde que o manejo do capim no consórcio em relação ao seu crescimento seja realizado.

O nutriente que apresenta maior resposta à adubação, no cultivo do milho em consórcio com a braquiária, é o potássio, em função de sua maior exigência pela planta forrageira, quando comparada com o milho (CANTARELLA, et al., 2013).



Em trabalho conduzido com cultivo de milho consorciado com braquiária (*U. ruziziensis*) no norte do Tocantins, foi instalado o cultivo com adubação fosfatada no sulco de plantio e depois a adubação de cobertura foi realizada de forma parcelada. O solo da área era um Neossolo Quartzarênico Órtico típico, sendo área de abertura no Cerrado, com as seguintes características abaixo:

Ano	pH	Ca	Mg	K	Al	H+Al	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MOS	Areia	Silte	Argila	CTC	m	V
		-----cmolc.dm <sup>-3</sup> -----					mg.dm <sup>-3</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	-----%-----			cmolc.dm <sup>-3</sup>	-----%-----	
2019	4,7	0,80	0,50	0,03	0,30	1,80	1,80	1,30	91,4	4,8	3,8	3,13	18,4	42,5
2020	4,0	1,80	0,80	0,20	0,40	3,02	0,31	2,84	90,0	4,5	5,5	5,64	13,2	46,5
2021	5,7	1,53	0,92	0,30	0,03	2,74	0,82	2,62	92,8	5,2	2,0	5,22	1,2	47,5

pH em CaCl<sub>2</sub>; MOS = matéria orgânica solo; V = saturação de bases; m = saturação por Al; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; H+Al = acidez potencial; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = pentóxido de difósforo; CTC = capacidade de troca catiônica.

O cultivo foi conduzido por 3 anos consecutivos e mantidas as mesmas recomendações de adubação, sendo possível observar a melhoria na química do solo. Antes da instalação do cultivo no 2º e 3º ano, a braquiária foi incorporada com grade de discos. A recomendação de nutrientes foi a seguinte:

**200 kg/ha de N + 150 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 60 Kg/ha de K<sub>2</sub>O.**

As produtividades do milho com essa recomendação de adubação foram:



Ao planejar a adubação é preciso considerar: diagnóstico da área (análise de solo e histórico de calagem e adubação); quais as principais correções nutricionais em cada gleba; necessidade de nutrientes na semeadura; fontes, quantidades e momento de aplicação

de N considerando o tipo de solo.

Segue na tabela abaixo, a extração média da cultura do milho na produção de grãos e silagem para diferentes níveis de produtividade (COELHO, 2006):

Tipo de exploração	Produtividade t/ha	Nutrientes extraídos <sup>1</sup>				Mg
		N	P	K	Ca	
----- Kg/ha -----						
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	3,65	217	42	157	32	33
Silagem (matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

1 - Para converter P em  $P_2O_5$ ; K em  $K_2O$ ; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66; respectivamente. Fonte: Coelho & França (1995).

## Supressão da braquiária com herbicida

A terminologia “agricultura sustentável” está em evidência e permanecerá, mas esse conceito pode variar em razão do nível de desenvolvimento de um país. A FAO diz que “o manejo e conservação dos recursos naturais, a orientação das mudanças tecnológicas e institucionais de tal maneira a assegurar o sucesso e a

satisfação das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. O desenvolvimento sustentável na agricultura e silvicultura conserva a terra, a água e os recursos genéticos vegetais e animais, de uma maneira social e ambientalmente aceitável, tecnicamente apropriada e economicamente viável” (Labrada, 1995).

Manejar plantas com potencial de competição entre si e com outras é essencial para que a sustentabilidade em cultivos consorciados seja alcançada. Manejar plantas em potencial de competirem entre si, é proporcionar um ambiente que seja desfavorável a elas, por meio de ferramentas isoladas ou combinadas com métodos culturais, mecânicos, biológicos e químicos (Pitelli, 1982).

Em geral, os produtores rurais foram “ensinados” pelas tecnologias geradas pela Revolução Verde que os cultivos deveriam ficar livres de competição proporcionadas por plantas daninhas, e talvez por isso, resistem em adotar cultivos consorciados, mesmo com técnica de supressão que

inibe a ação competitiva dessas plantas sem eliminá-las totalmente. Mas, a ciência gerou resultados que desenvolveram novos sistemas de produção consorciados com vantagens econômicas e ambientais, como a ILP - integração lavoura-pecuária.

A supressão química da braquiária é a utilização de herbicidas visando controlar as plantas daninhas e também suprimir o crescimento da planta forrageira no meio do milharal.

Existem herbicidas que são utilizados com sucesso para o emprego dessa prática, dentre eles estão: atrazine, mesotrione, nicossulfuron e foramsulfuron + iodosulfuron-methyl. Vejamos no quadro abaixo:

#### Herbicidas no Consórcio Milho-braquiária

Ingrediente ativo	Concentração	Estágio da forrageira	Dosagem (p.c. ha <sup>-1</sup> )
Atrazine	500 g/L	2 a 3 perfilhos	3,0 L
Foramsulfuron+iodosulfuronmethyl	300 g/Kg+20g/Kg	2 a 3 perfilhos	0,1 kg
Mesotrione	400 g/L	2 a 3 perfilhos	0,125 L
Nicossulfuron	40 g/L	2 a 3 perfilhos	0,2 L

## Estádios de perfilhamento da forrageira

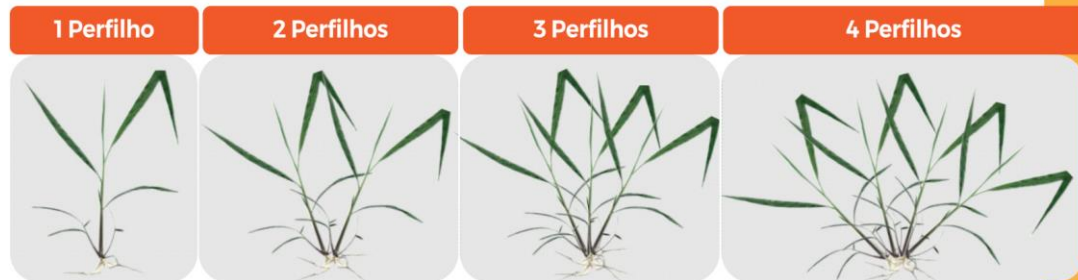


Imagem: FZEA/USP

## Manejo de pragas e doenças

O manejo de pragas na cultura do milho é realizado com base em um conjunto de ações orientadas para ganhos econômicos, ecológicos e sociais (VALICENTE, 2017). O monitoramento é uma das bases do MIP - manejo integrado de pragas e define as pragas em primárias e secundárias, assim como os inimigos naturais. Esse monitoramento é fundamentado em indicadores técnicos que auxiliam na tomada de decisão para a realização do controle.

De modo generalizado, as pragas do milho podem ser divididas em 3 grupos:

### Grupo I Pragas iniciais (insetos de solo);

Esses insetos atacam a cultura do milho desde a semeadura até a fase de plântula que ocorre entre 25 e 30 dias após a germinação da semente.

### Grupo II Pragas de folha e colmo (parte aérea);

Esses insetos atacam as folhas da planta, e portanto, diminuem a parte da planta que realiza a fotossíntese e por isso a produtividade é reduzida. Nessa fase o colmo (caule) da planta é atacado por insetos que realizam furos que prejudicam a planta.

### Grupo III Pragas da espiga.

Para o controle de pragas na cultura do milho, existem estratégias tecnológicas como o controle cultural, controle químico e biológico, assim como o controle genético pelo uso de plantas geneticamente modificadas.

A importância das doenças na cultura do milho varia de um ano para outro e de região para região, de acordo com o clima, susceptibilidade do material genético cultivado e o sistema de plantio. Mas, existem doenças de ocorrência generalizada.

As doenças podem ser subdivididas em:

Doenças foliares

Doenças do colmo

Doenças da espiga e grãos

Doenças sistêmicas

Viroses

Nematóides

As principais ações de manejo para controle de doenças são: uso de cultivares resistentes; semeadura em época que minimizem o desenvolvimento das doenças; uso de sementes tratadas com fungicidas e de qualidade reconhecida; rotação de cultivares de milho; uso de rotação de culturas com plantas não suscetíveis; bom manejo de adubação; uso adequado de população de plantas etc.

## Colheita e produtividade do milho

A etapa da colheita reflete o resultado das etapas anteriores da lavoura. Por isso, o planejamento de todas as etapas do cultivo são importantes devido à relação que possuem entre si.

A colheita do grão pode ser realizada a partir da maturação fisiológica do grão, que acontece quando as sementes da espiga apresentam uma mancha preta no ponto de inserção com o sabugo. É preciso que 50% das sementes apresentem essa característica para que seja realizada a colheita e com teor de umidade entre 18% e 20% (PIMENTEL e MANTOVANI, 2017).



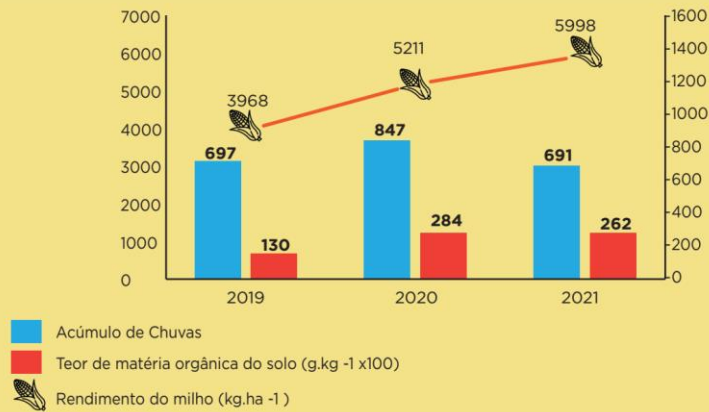




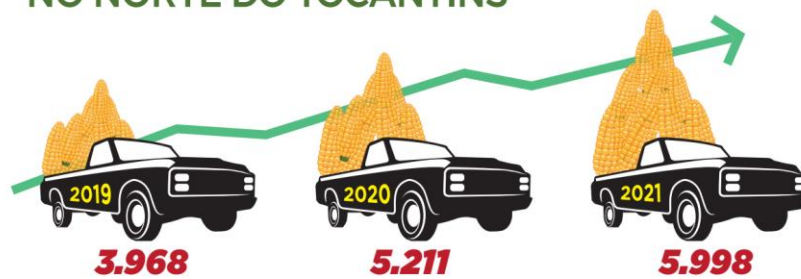
A escolha de híbridos de milho com maior altura de inserção da primeira espiga é importante, pois determina a regulação da colheitadeira, assim como evita o corte da planta forrageira no momento da colheita.

Em Colinas do Tocantins, TO, em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, o teor de matéria orgânica aumentou em duas vezes entre o primeiro e segundo ano de cultivo e manteve o teor no terceiro ano. Adotou-se nessa abertura de área como manejo, a incorporação da palhada de *U. ruziziensis* antes da instalação do cultivo de milho consorciado com braquiária em época de risco climático.

Foi alcançada a produtividade de 100 sacas de milho no terceiro ano de cultivo sob déficit hídrico, conforme gráfico abaixo, evidenciando que sistemas de produção devem ser construídos ao longo do tempo com uso de boas práticas agrícolas.



## RENDIMENTO MÉDIO DE GRÃOS DE MILHO NO NORTE DO TOCANTINS



A determinação do conteúdo de água dos grãos é uma etapa essencial para a comercialização e o armazenamento do produto por longos períodos. Portanto, para a realização dessa etapa pode-se utilizar equipamentos portáteis para a determinação da umidade ou enviar amostras para empresas especializadas.

Em regiões onde ocorrem muitas chuvas na época da colheita do milho, ou durante o cultivo, a secagem natural do grão na planta pode proporcionar sérios problemas à qualidade dos grãos. A umidade do grão para a comercialização é de 13%. Existem métodos para secagem e armazenamento dos grãos colhidos para agricultores de qualquer nível tecnológico.

## Utilização da forrageira após colheita do milho



### Uso da planta forrageira

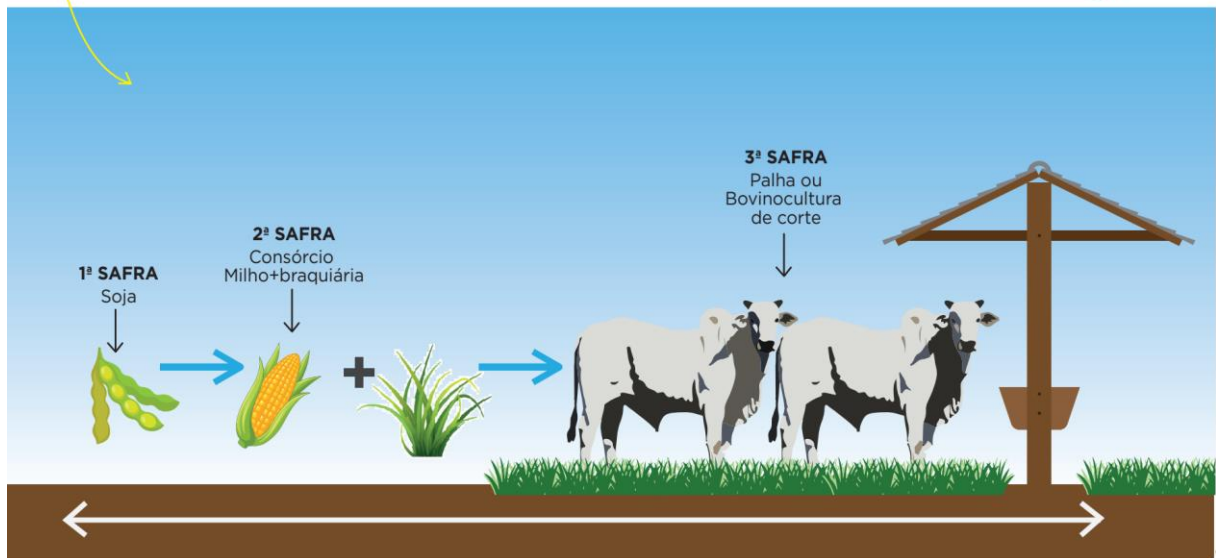
A planta forrageira pode ser utilizada de modo a atender o objetivo do agricultor de acordo com seu planejamento, conforme ilustrado na figura da próxima página, seja para fornecimento de forragem aos animais no período de estiagem e/ou formação de palhada para o plantio direto da soja na primeira safra.

A manutenção da cobertura do solo com a forrageira é interessante, pois promove a proteção do solo contra os raios solares, impedindo que atinjam o solo diretamente e causem perda da matéria orgânica pela exposição direta do solo, além de proteger o solo do impacto causado pelas gotas de água da chuva, minimizando o risco de erosão superficial do solo que podem gerar perdas de solo, ou seja, a manutenção da cobertura do solo pela forrageira é uma prática de conservação do solo.

Esse sistema busca a intensificação das atividades agropecuárias, gerando renda ao agricultor com uso sustentável dos recursos naturais.

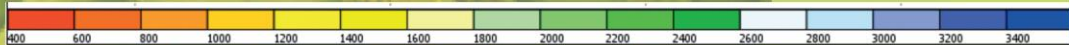
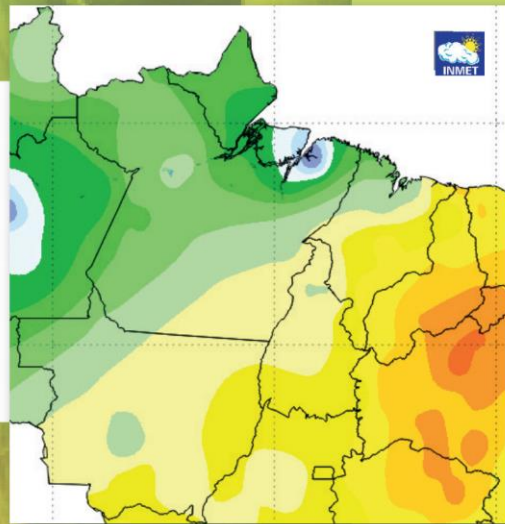
Os sistemas de produção difundidos atualmente não devem ser copiados, mas devem ser ajustados para a realidade de cada área de produção para a obtenção dos resultados esperados pelo agricultor.

Veja abaixo um modelo de produção agropecuária que pode ser alcançado com planejamento e operacionalização ajustados à realidade do agricultor e do bioma onde sua propriedade está inserida.



Com esse período de exploração da pastagem pela atividade pecuária, pode-se destinar o uso da área para o cultivo de grãos (soja ou milho), como preconiza a tecnologia de produção denominada de Sistema São Mateus (EMBRAPA, 2013), pois o sistema radicular da planta forrageira nestes solos favorecem a construção do perfil do solo, permitindo melhorias químicas e físicas pela adição de matéria orgânica.

A região do norte do Tocantins é caracterizada como a transição entre o Bioma Cerrado e o Amazônico, apresentando precipitação superior a 1.600 mm de chuvas (mapa de precipitação acumulada ao lado).

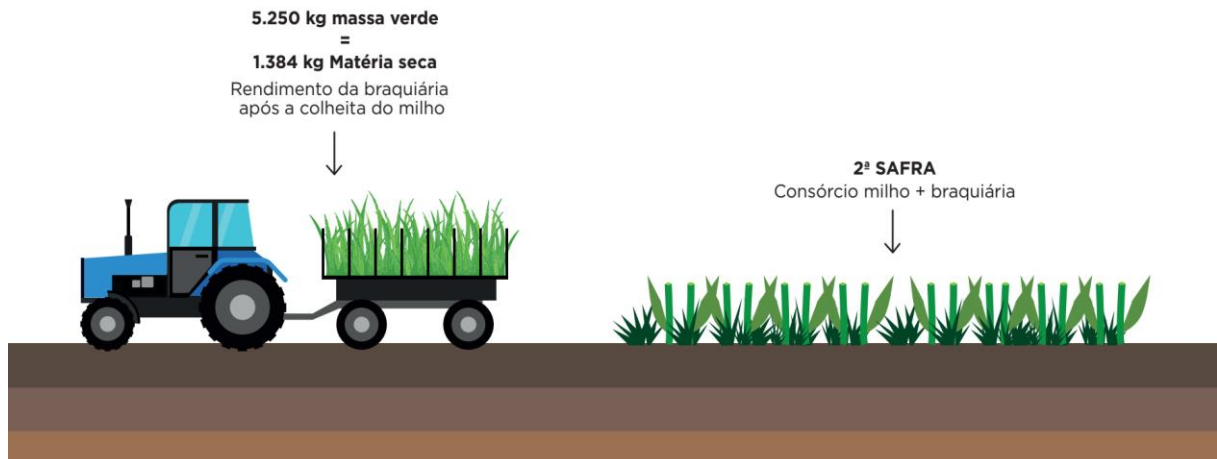


O cultivo de grãos nessa região conhecida como Bico do Papagaio em áreas de Neossolo Quartzarênico, necessita de maior atenção na formação de palhada com gramíneas forrageiras, que podem incrementar o teor de matéria orgânica ao longo dos anos e mitigar os efeitos do déficit hídrico que ocorrem na região na forma de veranicos durante a estação chuvosa. A formação de palhada por meio de implantação de pasto nessas áreas, pode sugerir melhores ganhos no rendimento de grãos em sucessão.





Em área conduzida em Colinas, no Norte do estado do Tocantins, implantada na segunda quinzena de fevereiro e com colheita do milho em junho, medimos imediatamente após a colheita do milho por meio de corte rente ao solo, o rendimento de matéria seca e massa verde de capim braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e os resultados foram os seguintes:



A *Urochloa ruziziensis* tem como característica o estabelecimento rápido na área com grande crescimento no início do período chuvoso, favorecendo assim o sistema plantio direto (SPD), além de fácil dessecação por herbicidas, assim a formação de palhada para cultivo em sucessão tem priorizado o seu uso. Entretanto, apresenta baixa adaptação a solos mal drenados, com acidez elevada e de baixa fertilidade. Possui ainda, baixa competição com plantas invasoras, alta sensibilidade ao ataque de cigarrinhas e possui baixa tolerância à seca (VALLE et al., 2010).

O consórcio de milho com outros capins é uma estratégia viável técnica e economicamente para o estabelecimento de pastagens.



## Referências

- BORGUI, E; CRUSCIOL, C. BARDUCCI, R. S. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. *Archivos de zootecnia*, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. *Tecnologias de produção do milho*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 139-82, 2004.
- CANTARELLA, H; DUARTE, A. P.; KURIHARA, C. ; . Adubação de milho safrinha em consórcio com braquiária. 2013.
- Ceccon, G. (2013). *Consórcio Milho-Braquiária* (G. Ceccon (ed.); 1a). EMBRAPA.
- Coelho, A. M. (2006). *Nutrição e Adubação do Milho*. In *Embrapa Milho e Sorgo*. EMBRAPA.
- Dias, T. A. B., Piovezan, U., Santos, N. R., & Silva, E. O. (2014). Sementes tradicionais Krahô: história, estrela, dinâmicas e conservação. *Agriculturas*, 11(1), 9-14.
- Galvão, J. C. C.; Borém, A.; Pimentel, M. A. *Milho do plantio à colheita* (2a edição). Editora UFV (MG). 382 p.
- Galvão, J. C. C., Trogello, E., & Pereira, L. P. L. (2017). *Milho Segunda Safra*. In J. C. C. Galvão, A. Borém, & M. A. Pimentel (Eds.), *Milho do plantio à colheita* (2a, pp. 210-228). Editora UFV.
- Labrada, R., et al., Eds., *Estratégias para o Controle do Jacinto de Água Relatório de uma Reunião de Painel de Especialistas*, FAO, Roma, 3-11. 1995.
- PEREIRA, Marcos Gervasio et al. *Formação e caracterização de solos*. Tulio L, organizador. *Formação, classificação e cartografia dos solos*. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, p. 1-20, 2019.
- PIMENTEL, MA, G.; MANTOVANI, E. C. *Colheita e Armazenamento*. IN: *milho do plantio a colheita*. UFV. 2017.
- PITELLI, R. A; FERRAZ, L. C. C. B.; ; SOUBHIA, F. *Nematóides associados a plantas daninhas na Região de Jaboticabal, SP*. *Planta daninha*, v. 5, p. 01-05, 1982.
- MAPA. *Zoneamento Agrícola de Risco Climático*. 2017. EMBRAPA. *Matéria orgânica*. 2021.
- MAKINO, Priscila Akemi et al. *Estabelecimento de Brachiaria ruziziensis em função de velocidades de semeadura e níveis de chuva*. 2012.
- Valle, C. B., Macedo, M. C. M., Euclides, V. P. B., Jank, L., & Resende, R. M. S. (2010). *Gênero Brachiaria*. In J. Martuscello & D. M. Fonseca (Eds.), *Plantas Forrageiras* (1a Edição, p. 537). Editora UFV.
- Zanatta, J. A., Salton, J. C., & Ceccon, G. (2014). *Sistemas de integração lavoura-pecuária como estratégia para melhorar a fertilidade do solo*. In O. F. de L. Filho, E. J. Ambrosano, F. Rossi, & J. A. D. Carlos (Eds.), *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil* (1a, pp. 374-416). EMBRAPA.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo do milho em consórcio com a braquiária em Neossolo Quartzarênico é desafiador, devido à baixa capacidade dessa classe de solos em promover suporte inicial ao desenvolvimento do milho, permitindo que suprima naturalmente a forragem, o que pode minimizar perdas de produtividade do milho. Desta forma, é fundamental que o manejo de solo promova melhorias em sua fertilidade nos primeiros anos de plantio, podendo-se utilizar a incorporação dos restos culturais antes da implantação do próximo ciclo produtivo. Ademais, recomenda-se a utilização de herbicida como agente supressor do capim nos estágios iniciais do desenvolvimento da forrageira nessa condição.

O consórcio implantado em segunda safra, pode inviabilizar a utilização dessa tecnologia devido ao déficit hídrico presente no último estágio da fase de demanda evaporativa da cultura do milho, dessa forma recomenda-se a antecipação da implantação do consórcio de acordo com o zoneamento de risco climático estabelecido para a região do cultivo. A falta de chuva promove o aumento da competição entre os componentes do consórcio, reduzindo assim, a produção de grãos e conseqüentemente a viabilidade financeira do sistema.

A adoção do consórcio milho-braquiária associado à incorporação dos restos culturais juntamente com a forragem acumulada durante o ano, antes da implantação do próximo ciclo produtivo, durante os primeiros anos de cultivo em Neossolo quartzarênico, favorece a melhoria das características químicas e físicas do solo, o que é essencial para a viabilidade do sistema ao longo dos anos.

A altura de inserção da espiga é uma característica inerente ao híbrido, não sendo influenciada pelos fatores testados. Desta forma, recomenda-se a escolha de híbridos que possuem maiores valores para esta característica pois resultará no melhor rendimento de grãos e menor corte do capim na ocasião da colheita, devido a possibilidade do ajuste da altura da colheitadeira.




ANEXOS

Anexo 1 – Banner apresentado na Rota da Pecuária de 26 a 30 de julho de 2023 nos - municípios de Miranorte, Araguaçu, Gurupi, Cariri, Peixe e Natividade.

# INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

## MILHO - BRAQUIÁRIA - BOI



**FEVEREIRO - JUNHO**

66 sacas

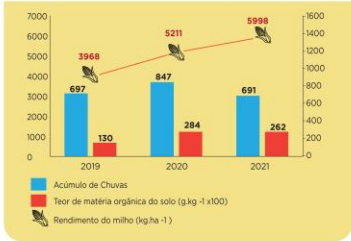
2019

87 sacas


2020

100 sacas

2021




Ano	Acumulo de Chuvas (mm)	Teor de matéria orgânica do solo (g.kg <sup>-1</sup> x100)	Rendimento do milho (kg.ha <sup>-1</sup> )
2019	3968	130	697
2020	5211	284	847
2021	5998	262	691




DESCRIÇÃO			DESCRIÇÃO			LOTE DE 100 ANIMAIS	
Silagem	15 T MS/ha	50 T MN/ha (30% MS)	Grão	120 sacas/ha	7200 kg/ha	Silagem	3 ha
Confinamento 17@ 30/70	CMS - 2,5% PV CMS - 12,75 kg MS/dia	3,83 kg MS/dia	Confinamento 17@ 30/70	CMS - 2,5% PV CMS - 12,75 kg MS/dia	8,92 kg MS/ha	Grão	15 ha
Consumo em 100 dias	-	383 kg MS 1277 kg MN	Consumo em 100 dias	-	892 kg MS 1025 kg MN (87% MS)	Relação silagem:grão	1:5
Boi/ha	50 T/ha	1533 kg MN (20% perdas) 32 Bois/ha	Boi/ha	120 sacas/ha	1077 kg MN (5% perdas) 6,7 Bois/ha	Custo de produção do Milho/ha	R\$ 4.150,00


**CONTATO PARA MAIS INFORMAÇÕES**




@raphael\_pavesi\_araujo  
63 99951-3750



@raphael\_pavesi\_araujo  
63 99951-3750



@raphael\_pavesi\_araujo  
63 99951-3750



Anexo 2 - Folder de divulgação para oferta de serviço aos produtores em parceria com o SEBRAE



**PARA MAIS INFORMAÇÕES**  
ACESSE NOSSAS REDES SOCIAIS




@dr.integracao




@raphael\_pavesi\_araujo

OU PROCURE UMA UNIDADE DO SEBRAE MAIS PRÓXIMA

 **0800 570 0800**



 @sebraeto

**SAIBA COMO**  
**RECUPERAR PASTAGENS**  
**DEGRADADAS**



CONHEÇA TECNOLOGIAS INOVADORAS  
PARA DIMINUIR GASTOS  
E AUMENTAR SUA PRODUTIVIDADE



**Etapas do sistema de produção**

- 01** Construção da fertilidade do solo.
- 02** Implantação do consórcio.
- 03** Supressão química da forrageira.
- 04** Adubações e controle de pragas.





- 05** Colheita do milho e armazenamento.
- 06** Produção da silagem.
- 07** Caracterização da braquiária.
- 08** Uso da pastagem.
- 09** Implantação do confinamento.
- 10** Custo de produção e análise econômica.

**Principais vantagens da Integração Lavoura-Pecuária**

Alternativa de formação ou reforma da pastagem degradada.



Viabilizar o uso do sistema de confinamento.  
Aumento do faturamento da propriedade.  
Diversificação da atividade rural.